

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“MEJORA DE LA GESTION DE PROCESOS EN UNIONES  
SOLDADAS DE TUBERIAS PARA EMPRESAS DE  
FABRICACION DE BEBIDAS NO ALCOHOLICAS  
BASADO EN EL ESTANDAR ASME BPE-2016 PARA  
REDUCIR EL RIESGO DE CONTAMINACION”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO**

**ELABORADO POR  
MIGUEL ANGEL MORALES ZAPANA**

**ASESOR  
ING. DAVID NICANOR AMAYA FUERTES**

**LIMA – PERÚ  
2021**

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios por toda su bendición.

A mi familia por toda la entrega incondicional.

A mi querida Alma Mater, por el alto nivel académico.

## Resumen

La unión de tuberías de acero inoxidable es un proceso aplicado en las empresas de bebidas no alcohólicas, el cual es un sector dentro de la Industria Alimentaria. Este proceso se desarrolla para construir instalaciones que transporten fluidos para la producción de alimentos envasados como agua, jugo, leche, jarabe, entre otros.

Debido a que la higiene es esencial en la producción de alimentos y bebidas, las empresas de la industria alimentaria cumplen con los requisitos de la Seguridad Alimentaria Peruana regulada por la Ley N ° 1062, aprobada en el 2008. Pero, hasta la fecha del desarrollo de la presente investigación, las especificaciones técnicas basadas en los principios de Inocuidad y alta pureza, como ASME BPE, no se utilizan en Perú.

El riesgo en el proceso de unión tuberías, utilizadas en los procesos para la industria alimentaria, son los defectos en el cordón de soldadura y la presencia de corrosión, principalmente por la precipitación de ferrita en la zona afectada por la soldadura. Estos defectos dañarán las instalaciones y provocarán contaminación microbiológica a través de las biopelículas alojadas en grietas, ralladuras y porosidades.

El objetivo del presente trabajo es reducir el riesgo de contaminación en uniones soldadas de tuberías sanitarias de acero inoxidable, donde son

transportados productos alimenticios, el cual se sustentó siguiendo el flujo de proceso diseñado basado en el cumplimiento del estándar de equipos de Bioprocesamiento de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME BPE-2016).

La investigación del tipo experimental y cuantitativa es evaluada inicialmente a través de una encuesta que describe la situación actual y que direcciona los parámetros del estudio.

La secuencia de actividades se basó en el diseño de un flujo de proceso para gestionar la mejora de la calidad en la fabricación de uniones soldadas mediante soldadura TIG. Bajo este flujo se fabricó uniones soldadas de tuberías inoxidable para los materiales AISI 304L (SS30403), en cumplimiento de especificaciones ASTM A270 (2015).

Las uniones soldadas fueron inspeccionadas visualmente bajo los criterios de aceptación de ASME BPE (2016), con lo cual se obtuvo un rechazo del 16.6% de los cupones realizados.

Siguiendo los lineamientos de las especificaciones ASTM 967 (Cítrico 3 y Practica D), se obtuvo que no se depositó cobre en los cupones de soldadura. Estos resultados evidencian la reducción del riesgo de contaminación en las uniones soldadas desarrolladas con el procedimiento descrito (WPS).

## **Abstract**

The joint of stainless-steel piping is a process applied in the Non-alcoholic Beverages companies, which is a sector of the Food industry. This process is developed in order to building installations that transport fluids for packaged food production like water, juice, milk, syrup, among others.

Hygiene is essential in the production of food and beverages, because food industry companies comply the requirements of the Food Safety Peruvian regulated by Law number 1062 approved in 2008. But date of the development of the present research, technical specifications based on the principles of Safety and High Purity for Food Industry, like ASME BPE, is not used in Perú.

The risk of the welded joints of piping used in processes for food industry are the defects in the weld bead and the presence of corrosion. These defects will damage the installations and lead to microbiological contamination through the biofilms that are housed in cracks, scratches and porosities.

The objective of this research is to reduce the risk of contamination in welded joints of sanitary stainless steel pipes, where food products are transported, which was sustained by following the process flow designed based on compliance with the Bioprocessing equipment standard (ASME BPE-2016).

Experimental and quantitative research is initially evaluated through a survey that describes the current situation and these answers defined the parameters of the research.

The sequence of activities was a process flow, which was designed to improve management in the manufacture of welded joints by TIG welding. Welded joints of stainless pipes were manufactured for AISI 304L (SS30403) materials, in compliance with the ASTM A270(2015).

The welded joints were visually inspected with acceptance criteria of ASME BPE (2016), which a rejection of 16.6% of the coupons made was obtained with.

Following ASTM 967 (Citrus 3 and Practice D) specifications applied to the weld coupons, no copper was deposited on them. These results show the reduction of the risk of contamination in the welded joints developed with the procedure described (WPS).

## Tabla de Contenidos

<b>Resumen</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>v</b>
<b>Tabla de Contenidos</b> .....	<b>vii</b>
<b>Lista de Acrónimos</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Símbolos</b> .....	<b>xii</b>
<b>Prólogo</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>4</b>
1.1 Generalidades.....	4
1.2 Descripción Problemática.....	5
1.3 Objetivo.....	10
1.4 Antecedentes Investigativos.....	11
1.4.1 Antecedentes Internacionales.....	11
1.4.2 Antecedentes Nacionales.....	17
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b> .....	<b>22</b>
2.1 Base Teórica.....	22
2.1.1 Conceptos de Industria Alimentaria.....	22
2.1.2 Los Procesos en la industria alimentaria.....	26
2.1.3 Los Biofilms en la Industria Alimentaria.....	28
2.1.4 Los Aceros Inoxidables.....	30
2.1.5 Clasificación de los Aceros Inoxidables.....	34
2.1.6 Efectos de la concentración de Cromo y Níquel.....	36
2.1.7 Características de los Aceros Inoxidables Austeníticos Serie 300.....	39
2.1.8 Efectos del proceso de soldadura de los aceros inoxidables Austeníticos.....	40
2.1.9 Proceso de Soldadura GTAW y TIG.....	45

2.1.10 Conceptos de Calidad .....	57
2.1.11 Normatividad aplicable a uniones soldadas en la Industria Alimentaria .....	62
2.2 Marco Conceptual .....	69
2.2.1 Contaminación.....	69
2.2.2 Cupón .....	69
2.2.3 Decoloración.....	69
2.2.4 Limpieza .....	69
2.2.5 Limpieza en el lugar - Clean in place (CIP).....	70
2.2.6 Tubería Sanitaria .....	70
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>71</b>
<b>HIPOTESIS Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....</b>	<b>71</b>
3.1 Hipótesis.....	71
3.2 Variables e Indicadores de la Investigación .....	71
3.2.1 Variable Independiente.....	71
3.2.2 Variable Dependiente. ....	72
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>73</b>
<b>METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>73</b>
4.1 Tipo de la Investigación.....	73
4.2 Unidad de Análisis.....	75
4.3 Matriz de consistencia .....	77
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>78</b>
<b>DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>78</b>
5.1 Encuesta a la unidad de análisis. ....	79
5.2 Flujo de proceso para uniones soldadas en la Industria Alimentaria.....	82
5.2.1 Identificación del cambio o nuevo proyecto de instalación de tuberías. ....	84
5.2.2 Recepción del requerimiento, factibilidad y Diseño. ....	84
5.2.3 Requerimiento de compra de servicios de instalación de tuberías.....	85



5.3	Determinación de la ejecución de uniones soldadas de acero inoxidable.....	86
5.3.1	Registro de materiales.....	86
5.3.2	Determinación del procedimiento de soldadura.....	90
5.4	Procedimiento experimental para ejecución de cupones de soldadura.....	105
5.4.1	Producción de cupones de soldadura.....	105
5.4.2	Inspección de cupones de soldadura.....	106
5.4.3	Pasivado de uniones soldadas.....	108
5.4.4	Prueba de evaluación de limpieza y pasivado de especímenes.....	110
<b>CAPITULO VI</b>	<b>.....</b>	<b>116</b>
<b>ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS</b>	<b>.....</b>	<b>116</b>
6.1	Porcentaje de rechazo de los cupones de soldadura.....	116
6.1.1	Análisis del material empleado.....	117
6.1.2	Análisis de resultados de los cupones de soldaduras soldadura.....	118
6.1.3	Análisis causa raíz de los defectos de uniones soldadas.....	119
6.1.4	Análisis de resultados de la evaluación de limpieza y pasivado de cupones.....	121
6.1.5	Comprobación mediante prueba de sulfato de cobre.....	123
6.1.6	Consideraciones y observaciones en el desarrollo de la investigación.....	124
6.2	Contrastación de la hipótesis de la investigación.....	126
6.3	Conclusiones.....	127
6.4	Recomendaciones.....	129
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO 1</b>	<b>.....</b>	<b>136</b>
<b>Encuesta de Soldadura de Tuberías de acero inoxidable</b>	<b>.....</b>	<b>136</b>
<b>en la Industria Alimentaria</b>	<b>.....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO 2</b>	<b>.....</b>	<b>141</b>
<b>Registro de material según ASME BPE-2016</b>	<b>.....</b>	<b>141</b>
<b>ANEXO 3</b>	<b>.....</b>	<b>142</b>
<b>Especificación de procedimiento de soldadura (WPS), según ASME IX</b>	<b>.....</b>	<b>142</b>
<b>ANEXO 4</b>	<b>.....</b>	<b>146</b>

<b>Registro de calificación de procedimiento (PQR), según ASME IX (2013).....</b>	<b>146</b>
<b>ANEXO 5 .....</b>	<b>150</b>
<b>Criterio de aceptación ASME BPE .....</b>	<b>150</b>
<b>Criterio de aceptación de superficies que no están en contacto del proceso. ....</b>	<b>150</b>
<b>ANEXO 6 .....</b>	<b>153</b>
<b>Cabezal equipo orbital .....</b>	<b>153</b>
<b>ANEXO 7 .....</b>	<b>154</b>
<b>Máquina de soldar orbital refrigerada por agua .....</b>	<b>154</b>
<b>ANEXO 8 .....</b>	<b>155</b>
<b>Certificado de gas de protección.....</b>	<b>155</b>
<b>ANEXO 9 .....</b>	<b>156</b>
<b>Registro de calificación de soldador.....</b>	<b>156</b>
<b>ANEXO 10 .....</b>	<b>157</b>
<b>Certificado de ácido cítrico .....</b>	<b>157</b>
<b>ANEXO 11 .....</b>	<b>158</b>
<b>Certificado de sulfato de cobre pentahidratado .....</b>	<b>158</b>
<b>ANEXO 12 .....</b>	<b>159</b>
<b>Ensayos de tracción y dobléz .....</b>	<b>159</b>
<b>ANEXO 13 .....</b>	<b>161</b>
<b>Registro de parámetros de cupón soldado .....</b>	<b>161</b>
<b>ANEXO 14 .....</b>	<b>170</b>
<b>Flujo de Proceso para obtención de uniones soldadas de tuberías sanitarias.....</b>	<b>170</b>
<b>ANEXO 15 .....</b>	<b>171</b>
<b>ANEXO 16 .....</b>	<b>172</b>
<b>ANEXO 17 .....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO 18 .....</b>	<b>175</b>

## Lista de Acrónimos

<b><i>Acrónimo</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>
AISI	American Iron and Steel Institute
ASME	American Society Mechanical of Engineers
ASME BPE-2016	American Society Mechanical of Engineers - Bioprocessing Equipment-2016
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWS	American Welding Society
BCC	Body-centered cubic structure
CIP	Clean In Place
CC	Corriente Continua
CA	Corriente Alterna
DIGESA	Dirección General de Salud - Gobierno de Perú
DRX	Difracción de Rayos X
EEUU	Estados Unidos
FDA	Administración de Medicamentos y Alimentos de EEUU
GTAW	Gas tungsten arc welding
INACAL	Instituto Nacional de Calidad
NACE	National Association of Corrosion Engineers
OD	Outside diameter (Diámetro externo)
PA	Polarización Anódica
PQR	Registro de Calificación de Procedimiento
PRODUCE	Ministerio de la Producción - Gobierno de Perú
SAE	Society of Automotive Engineers
TIG	Tungsten Inert Gas
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
UNS	Sistema de Numeración Unificado
WPS	Especificación de Proceso de Soldadura
ZAC	Zona Afectada por la soldadura

## Lista de Símbolos

<b><i>Símbolo</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>
% wt	Porcentaje en Peso
AISI 304L	Acero austenítico equivalente a SS30403
AISI 316L	Acero austenítico equivalente a SS31603
Ar	Argón
ASTM A270	Especificación estándar para tubos sanitarios de acero inoxidable austenítico y ferrítico / austenítico sin costura y soldados
ASTM A286	Especificación para barras de acero aleado tratadas térmicamente, Especificación actual es A434
ASTM A743 CA6-NM	Acero Inoxidable Martensítico
C	Carbono
CFH	Cubic foot per hour (Pies cúbicos por hora)
Cr	Cromo
Cu	Cobre
Fe	Hierro
$\gamma$	Fase gamma o Austenita
H	Hidrogeno
HPT	High pulse time (Tiempo pulso alto, intensidad pico)
Hz	Hertz
kg/h	Kilogramo por hora
KVA	Kilovoltiamperio
LPT	Low pulse time (Tiempo pulso bajo, intensidad base)
min	minutos
mm	Milímetros
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
N <sub>2</sub>	Nitrógeno
Ni	Níquel
pp.	página
ppm	partes por millón
Ti	Titanio
V	Voltios
$\alpha$	Fase alfa o Ferrita

## **Prólogo**

La presente investigación denominada “Mejora de la gestión de procesos en uniones soldadas de tuberías para empresas de fabricación de bebidas no alcohólicas, basado en el estándar ASME BPE (2016), para reducir el riesgo de contaminación”, se concibe en la necesidad de garantizar la higiene en las uniones soldadas bajo el cumplimiento de estándares internacionales con fundamentos de inocuidad y alta pureza.

La aceptación de uniones soldadas para aceros inoxidables en la industria alimentaria requiere un criterio de aceptación para rechazar las fallas en cada etapa las cuales afecten la calidad final y los riesgos que estos conllevan. Con esta preocupación la investigación se desarrolló de la siguiente manera:

En el Primer Capítulo, que es la introducción, describe la problemática de las uniones soldadas en las empresas de fabricación de bebidas no alcohólicas hasta la formulación del problema, con ello se plantea el objetivo de reducir el riesgo de contaminación en uniones soldadas de acero

inoxidable mediante la gestión de procesos basado en ASME BPE (2016). Además, se listan las investigaciones que se han desarrollado a nivel internacional y en Perú en los últimos años, denominados como los antecedentes investigativos.

En el Capítulo II se estudian los marcos teórico y conceptual relacionados a las variables de estudio como son: los aceros inoxidable, las empresas de fabricación de bebidas No alcohólicas (Industria Alimentaria), el proceso de soldadura TIG, la gestión de procesos en aspectos de calidad y los requerimientos basados en ASME BPE (2016).

En el Tercer Capítulo se plantean la hipótesis, las variables y sus respectivos indicadores, los cuales nos permitirán medir el desempeño del proceso en mención.

El tipo de investigación que representa el trabajo y donde es realizada la experimentación en particular se presenta en el Cuarto Capítulo. La unidad de análisis permite considerar una muestra representativa, en la cual se aplica la metodología de la investigación y esta a su vez define la matriz de consistencia, la cual concreta el problema, el objetivo, la hipótesis, las variables, los indicadores y las técnicas usadas.

En el Quinto Capítulo se muestran los resultados de la encuesta realizada al público relacionado a la Industria Alimentaria con el fin de representar la situación actual. Además, en este capítulo se despliega la fase de diseño y experimentación para la fabricación de especímenes o cupones de soldadura para juntar la evidencia necesaria (cupones de soldadura), que será objeto de análisis y discusión.

Finalmente, en el Sexto Capítulo se concretan las observaciones, recomendaciones y conclusiones con el análisis de los datos obtenidos de los cupones de soldadura producto de la ejecución. En los anexos se adjuntan y documentan las evidencias y registros de cada proceso.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

#### **1.1 Generalidades**

La industria alimentaria relaciona ciencias entre ellas la higiene y, de manera indirecta, los procesos de producción de alimentos y bebidas no alcohólicas tienen entre sus especialidades a técnicos mecánicos, eléctricos y otros, quienes brindan soporte a la producción industrial con la finalidad de satisfacer la demanda del mercado.

Debido a que la higiene es fundamental en la producción de alimentos, bebidas y medicinas, es por esta exigencia de la Industria Alimenticia y farmacéutica, que la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos desarrolló, en el año 1997, un estándar para guiar el diseño y la manufactura en este sector y el cual se administra por los conceptos de la inocuidad y alta pureza conocida como ASME BPE.



La industria alimentaria y farmacéutica moderna analiza rutinariamente la mejora de sus procesos en ahorros energéticos, ambientales, eficiencia de procesos, automatización e inocuidad del sistema. Estas mejoras en las instalaciones sin una guía específica generan riesgos permanentes a las instalaciones, por ello ASME BPE (2016), es un estándar con criterios de aceptación específicos para esta necesidad.

## **1.2 Descripción Problemática**

Las empresas que distribuyen a sus consumidores (clientes finales), productos alimenticios que no cumplen con los requerimientos establecidos por la normatividad vigente en la “Ley de Inocuidad de los alimentos aprobada con Decreto Legislativo Nro. 1062” (2008), del Estado Peruano son penados o multados. Por ello, las empresas del Rubro alimenticio, que compiten en el mercado y cumplen formalmente según Ley, tienen la obligación de implementar controles de calidad en sus procesos de producción y eliminar los riesgos por contaminación microbiológica.

En el año 2015, La Organización Mundial de la Salud enfatiza a la “Inocuidad de los Alimentos” como tema central del Día Mundial de la Salud destacando el enfoque integral en la cadena alimentaria

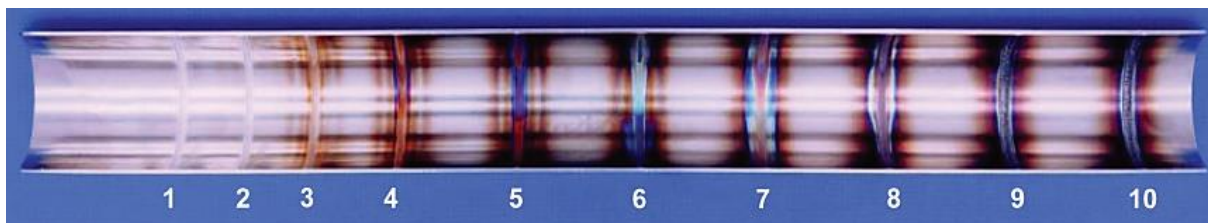
“Alimentos seguros, del campo a la mesa”, indicando entre otros que hay enfermedades emergentes ligadas a la producción de alimentos (OMS, 2015).

En Perú, DIGESA y PRODUCE regulan y fiscalizan la operación de las empresas de Bebidas No Alcohólicas, el cual es un segmento de la Industria de los Alimentos [33]; estas instituciones gubernamentales no indican normativa específica para uniones soldadas en instalaciones construidas en base de acero inoxidable. Produce (2015) “Estudio de Investigación sectorial de bebidas no alcohólicas” pp. 61, Normas técnicas y certificaciones.

La definición de los requerimientos y controles aplicados en la instalación de equipos y tuberías se especifican por responsabilidad del fabricante del equipo o responsable del montaje de tuberías, por la experiencia de cada área de ingeniería y las tecnologías que importamos de otros países [37].

En las instalaciones de las empresas de bebidas no alcohólicas, el acero inoxidable austenítico está presente como material predominante por sus características de acabado superficial, resistencia química y mecánica exigidas por la Industria Alimentaria [39]. Estas propiedades de los aceros inoxidables son afectadas por el proceso de

soldadura, este cambio es evidenciado por el cambio de la coloración de la Zona Afectada por el Calor (ZAC), ver Figura 1.



**Figura 1** Nivel de decoloración en el interior de tuberías 316L con nivel de purga de O<sub>2</sub>.

**Fuente:** AWS D18.2, *Guía de Niveles de decoloración de uniones soldadas en el interior de tuberías de acero inoxidable 316L, EEUU (2009).*

La ZAC en contacto con el agua y los químicos en procesos de limpieza forman óxidos férricos. La corrosión generada en las uniones soldadas que se encuentran en el interior de una tubería es de difícil acceso para la vista humana y según ASME BPE-2016 es evaluada como mínimo en un 20% del total de uniones soldadas mediante boroscopia o videoscopios remotos [12][36].

Dentro de los tratamientos post-soldadura que tratan de restablecer la distribución de elementos como el Cromo y Níquel en la superficie exterior del material está el pasivado, el cual retira el hierro libre de la superficie. En el caso de zonas profundas afectadas con liberación de hierro libre dentro del espesor del material no serán reparadas por el pasivado [12].

Por lo expuesto, el riesgo del proceso de uniones soldadas de Tuberías empleadas en los procesos de la Industria Alimentaria es la presencia de componentes que forman la corrosión, la cual dependiendo del tamaño y las condiciones del proceso perjudicarán a la instalación (Equipos, tuberías y accesorios) y propiciarán la contaminación microbiológica; según Australian Stainless Steel Development Association (2014), en “Prácticas del Código Alimenticio”.

Ante la presencia de contaminación microbiológica, las empresas de la Industria Alimentaria ejecutan procesos de limpieza con químicos agresivos con el fin de limpiar y eliminar la contaminación, si esto no funciona, se prosigue con el desmontaje de piezas para realizar la reparación o reemplazo de la pieza contaminada [30].

Según (Bárbara K. Henon; 2010), la publicación para ASME en “Consideraciones para soldadura Orbital de Materiales resistentes a la corrosión” menciona lo siguiente: “Los Instaladores que utilizan el estándar ASME BPE-2016 logran una baja tasa de rechazo de soldadura y una alta productividad en comparación con la soldadura manual o incluso en comparación con la soldadura orbital realizada en los años 80’s y principios de los 90’s”.

(Bárbara K. Henon; 2010), Kinetic Systems, Inc., un contratista reconocido en trabajos de alta pureza, rastreó 100,000 soldaduras orbitales en 16 diferentes instalaciones de bioprocesos y mejoraron su proceso de soldadura orbital con una tasa de rechazo de 1.8% a 0.2% en los años de 1991 a 1994". El informe técnico ASME indica que los factores para lograr esta medida de rechazo es utilizar el acero inoxidable 316L; por el contrario, el estándar ASME BPE-2016 incluye a todos los aceros Austeníticos bajo especificación ASTM A270/A270M (2015). Otro factor condicionante es el uso de la tecnología de Soldadura Orbital para obtener estos resultados.

De acuerdo a la descripción de la problemática presentada se formula el siguiente problema de investigación:

¿Cuáles son los parámetros técnicos que generan riesgos de contaminación en las uniones soldadas de tuberías en las Empresas de fabricación de bebidas no alcohólicas basado en el cumplimiento del estándar de equipos de Bioprocesamiento de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME BPE-2016)?

### **1.3 Objetivo**

Reducir el riesgo de contaminación en uniones soldadas de tuberías empleadas en las empresas de fabricación de bebidas no alcohólicas, mediante la gestión de procesos basado en el estándar ASME BPE-2016.

## **1.4 Antecedentes Investigativos**

Las principales investigaciones relacionadas en la soldadura de aceros inoxidable son dirigidas al proceso realizado con electrodo de tungsteno (Gas Tungsten Arc Welding), y a los parámetros directos que afectan el proceso, pero no abordan la eficiencia del proceso, el tratamiento posterior de las uniones soldadas, ni el acabado superficial requeridos por los estándares internacionales de bioprocesos.

### **1.4.1 Antecedentes Internacionales**

- a) (Gamarra Yépez, D.; 2020), en su tesis de grado “Determinación de los parámetros óptimos de la Soldadura TIG para tuberías de diámetro estándar de 1 y 4 Pulgadas con especificación Técnica ASTM A270 - Tipo 304 y evaluación por ensayos No Destructivos”, menciona como finalidad el determinar los parámetros óptimos y evaluar por ensayos no destructivos de la soldadura TIG para tuberías con especificación ASTM A270-TIPO 304 de diámetros estándares de 1 a 4 pulgadas.

El trabajo determina que los parámetros desarrollados en cupones de soldadura orbital no son funcionales para la soldadura manual. Los cupones de soldadura orbital y manual que cumplieran

con las normas técnicas fueron evaluados mediante inspección visual y tintes penetrantes. La investigación se limita en obtener los parámetros óptimos para soldadura TIG que son usados por las empresas del sector.

- b) (Chuquimarca Pomagualli, K., Garces Mancero, H.; 2020), en su tesis de grado, "Estudio de la austenita retenida en el acero inoxidable bajo condiciones experimentales de soldadura y tratamientos térmicos, presenta como objetivo principal el estudio de la austenita retenida en el acero inoxidable bajo condiciones experimentales de soldadura y tratamientos térmicos.

En el trabajo estudiaron el comportamiento microestructural de los aceros: A743 CA6-NM y AISI 304L; para la recolección de datos en cada caso analizaron los ensayos metalográfico y microdureza. Los resultados indican que presenta mejores efectos, en homogenización de la microestructura, dispersión de austenita retenida y microdureza, es el ejecutado al acero ASTM A743 CA6-NM en el Registro de Tratamiento Térmico M-CE12, sin embargo, en cuanto a los ensayos de impacto los casos que mejor resultados presenta en mayor energía de absorción es el Registro de Tratamiento Térmico M-CE15, teniendo como una excelente alternativa en cuanto a reparaciones de álabes y otros elementos hidráulicos.



En cuanto al acero AISI 304L se observó que estos no mejoran sus propiedades mecánicas mediante tratamientos térmicos, presentando problemas como la corrosión intergranular.

El trabajo concluyó en que la microestructura austenítica presenta mejores características en cuanto a resistencia al impacto, sin embargo, en el acero A743 CA6-NM al presentarse una dispersión muy pequeña de austenita retenida este acero no logra obtener un mayor grado de tenacidad o ductilidad.

- c) (Espín Lagos, S. ; Coello Fiallos, D. ; Guamanquispe Toasa, J. ; Pérez Salinas C; Paredes Zumbana, J.; 2018), en el estudio de investigación “Influencia del contenido de oxígeno atmosférico en el proceso de purgado con argón en la soldadura TIG de tubería de acero inoxidable AISI 304”, realizaron soldaduras en tuberías de acero inoxidable AISI 304 con inyección de Argón que permitan contar con 999, 500, 200, 100, 50, 25 y 10 ppm de oxígeno atmosférico en la cámara de purga para determinar si esto influye en la calidad superficial de la zona afectada por el calor (ZAC), en la parte interna de la tubería. En este estudio se realizaron ensayos mecánicos, análisis metalográfico y morfológico.

Se determinó que los niveles de decoloración en la ZAC están directamente influenciados por la cantidad de oxígeno atmosférico presente en la purga y con cantidades entre 50 a 10 ppm se evidencia decoloraciones de acuerdo a las normas AWS D18.1 y AWS D18.2.

Las pruebas evidenciaron la buena resistencia en la junta soldada debido a que la falla se ubica en el metal base y no en la ZAC que no ha sido influenciado por la decoloración superficial que corresponde a 10 ppm.

- d) (Berrón Jiménez A.; 2016), en tesis de maestría “Evaluación de la Capacidad de formación de biofilms por parte de cepas salvajes de *Listeria monocytogenes* resistentes a Amonio cuaternario”, utilizaron tres cepas distintas de *Listeria* para determinar su capacidad de formación de biofilms sobre superficies de acero inoxidable a diferentes temperaturas de incubación (temperatura ambiente, 30°C y 10°C), con la aplicación de un recubrimiento proteico en la superficie y sin la aplicación de esta. Los resultados fueron obtenidos por microscopia de epifluorescencia directa (DEM), y TEMPO® (Recuento de microorganismos mediante viales de laboratorio).

Los resultados llevan a la afirmación que el microorganismo no es capaz de formar biofilms a 10°C y presenta unas tasas de crecimiento bajas. En cambio, la incubación a temperatura ambiente y a 30°C permite un gran crecimiento del microorganismo y el establecimiento de biofilms sobre la superficie.

Además, el estudio menciona que las superficies con defectos, grietas, poros o articulaciones son las más propensas a permanecer con suciedad, de manera que proporcionan a los microorganismos de un excelente medio de cultivo para la formación de biofilms. Otros aspectos que son importantes factores en el diseño de los equipos son las soldaduras y las esquinas que estimulan la formación de biofilms.

- e) (Herrero Luengo, D.; 2016). En su tesis de grado “Influencia del tratamiento de endurecimiento a alta temperatura en el comportamiento frente a la corrosión por picaduras de una unión soldada de acero inoxidable austenítico”, estudia la influencia del tratamiento de endurecimiento por precipitación en el comportamiento frente a la corrosión por picaduras de una unión soldada de acero A-286 usando ensayos electroquímicos de polarización anódica (PA). Los ensayos se realizan sobre la sección longitudinal generada en un corte de la unión soldada, de forma que

la superficie ensayada contiene metal base, zona afectada térmicamente y metal fundido.

Adicionalmente realizan un estudio de la resistencia de la unión soldada sometida a un ensayo de cizalladura y su relación con el tratamiento de endurecimiento por precipitación. Se llega a la conclusión que el tratamiento de 100 y 200 horas son que tienen mejor comportamiento frente a la corrosión porque presentan mayor potencial de picadura, y el tratamiento de 100 horas es el que mayor carga soporta en resistencia.

### 1.4.2 Antecedentes Nacionales

- a) (Bejarano Ulloa, J., Nuñez Monrroy, R.; 2018), en la Tesis de Posgrado “Evaluación de la influencia de los gases de protección de soldadura en las propiedades del acero inoxidable UNS S32707”, indican que el objetivo de la investigación es evaluar la influencia de las mezclas de gases Ar+2%N<sub>2</sub>, Ar+5%N<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>+10%H<sub>2</sub>, sobre las propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión del acero inoxidable hiper dúplex UNS S32707, a través de la ejecución de líneas de fusión longitudinales en tuberías de 25,4 mm de diámetro.

La metodología experimental fue desarrollada mediante la caracterización del material base a través de ensayos mecánicos, análisis químico y evaluación metalográfica. Luego realizaron la predicción y cuantificación de las fases presentes en las zonas de fusión basada en modelos empíricos de predicción mediante los diagramas de Espy, Outokumpu (Schaeffler-De Long modificado), WRC-92, McCowan y Olson; y la medición a través de ferritometría, método estereológico (de acuerdo a ASTM E562-11) y difracción de rayos x (DRX).

Finalmente, evaluaron las uniones soldadas mediante ensayos de corrosión de acuerdo a la norma ASTM G48-11 (Método

C), y se caracterizaron las muestras corroídas por macrografía y metalografía. El trabajo concluyó con que la mezcla Ar+2%N<sub>2</sub>, fue la que presentó mejor comportamiento en propiedades mecánicas (más cercanas a las del material base), y menor pérdida de peso en los ensayos de corrosión; los modelos empíricos propuestos por Espy y Outokumpu demostraron ser los más apropiados para ser utilizados con aceros inoxidable hiper dúplex.

- b) (Sucle Portugal; 2016), en la tesis de grado “Estudio de los defectos de soldadura TIG en la construcción de tanques de Inoxidables 304 y su influencia en el proceso de obtención del Vino” averiguó la influencia de los óxidos ferrosos y férricos que se forman durante el proceso de soldadura TIG sin purga, y su disolución en el mosto de vino durante la fermentación debido a que el mosto contiene ácido cítrico, málico, tartárico son los que disuelven los óxidos.

El trabajo desarrolló la réplica de las condiciones iniciales en las que se produce la detención de la fermentación del vino, en depósitos de acero inoxidable 304 soldados por un solo lado sin purga de argón. El Investigador realizó los controles respectivos de contenidos de azúcar, alcohol, variación del color del mosto y variación del contenido de óxidos y concluye con la importancia del desplazamiento del aire y contaminantes al interior de la tubería mediante purga con argón para la Soldadura de Aceros inoxidables.

- c) (Borda Castillo, M; 2015), el informe Técnico por experiencia profesional “Control de calidad de soldadura TIG en la fabricación de equipos de aceros inoxidable para la Industria Cervecera del Perú”, muestra los trabajos ejecutados en la Industria Cervecera, lista las normas utilizadas, los procesos que implican y el criterio utilizado para el control de calidad en la supervisión de los trabajos de soldadura en acero inoxidable.
- d) (Sánchez Gavidia, A.; 2016), en sus tesis “Determinación del factor de corrección en el tiempo de exposición para el ensayo de radiografía industrial en tubería de acero inoxidable con agua”, determinó como propósito encontrar un factor de corrección para el tiempo que está expuesta una tubería soldada de acero inoxidable con agua y conseguir una radiografía que cumpla con los criterios de calidad. Por ello, el investigador realizó un estudio para definir los parámetros involucrados en esta técnica. Los parámetros son realizados de acuerdo al Artículo 2 del Código ASME, sección V, Edición 2013.

Después de realizar varias pruebas en el laboratorio, sin variar su voltaje y amperaje, y multiplicar el factor en cada ensayo realizado al tiempo de exposición de la tubería llena de agua expuesta a los rayos X, se obtiene un valor de corrección para este

tiempo; el cual es aceptable y cumple con los criterios de calidad. El estudio concluye con la factibilidad del procedimiento para realizar la Radiografía Industrial en las tuberías de acero inoxidable inmersos con agua que no están disponibles por los procesos productivos.

- e) (Camacho Medina, B.; 2014), en su tesis de grado “Evaluación de la resistencia a la corrosión de uniones soldadas de acero inoxidable mediante proceso GTAW y material de aporte tubular”, el objetivo de la investigación era comprobar la factibilidad de uso de una varilla como material de aporte, de geometría tubular, en el proceso de soldadura de un acero inoxidable AISI 316L mediante soldadura GTAW y propone eliminar el uso de gas de protección para generar ahorro económico.

En la investigación usó ensayos electroquímicos para comparar la resistencia a la corrosión de uniones soldadas con material de aporte convencional y el propuesto en la investigación. Luego las muestras son sometidas a ensayos de obtención de potencial de corrosión en circuito abierto y a ensayos potenciodinámicos; hallando valores como intensidad de corrosión y velocidad de penetración de corrosión.



Concluye que es factible la utilización de este material de aporte y que su mejor utilidad está enfocada en la soldadura de tuberías y tanques, generando así un ahorro considerable en la utilización de gas de protección.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

#### **2.1 Base Teórica**

##### **2.1.1 Conceptos de Industria Alimentaria.**

(Tscheuschner H.; 2001) El alimento es un concepto más amplio que los de sustancia alimenticia y el artículo comestible. Comprende todas las sustancias que, en estado crudo, preparadas o transformadas, son comidas, bebidas o tomadas por el organismo humano de alguna manera para satisfacer las necesidades de nutrición o para su estimulación.

(Oficina Internacional del Trabajo, 1998), El término industrias alimentarias abarca un conjunto de actividades industriales dirigidas al tratamiento, la transformación, la preparación, la conservación y el envasado de productos alimenticios.

(Tscheuschner H.; 2001) en “Fundamentos de tecnología de los alimentos”, define que “La tecnología tiene como objeto principal el aspecto técnico-práctico de los procesos de producción industrial. Su meta es establecer las bases y los métodos más eficaces para el desarrollo práctico de los procesos de producción, de acuerdo con los principios legales y criterios tecnológicos, biológicos, económicos y sociales.”

(FAO, 1969) en Principios Generales de Higiene de Alimentos, se sigue la cadena alimentaria desde la producción primaria hasta el consumo final, resaltándose los controles de higiene básicos que se efectúan en cada etapa. Se recomienda la adopción, siempre que sea posible, de un enfoque basado en el sistema de HACCP para elevar el nivel de inocuidad de los alimentos, tal como se describe en las Directrices para la aplicación del sistema de análisis de peligros y de los puntos críticos de control (HACCP).

Y la inocuidad de los alimentos es definida como la garantía de los alimentos que no causen daño al consumidor cuando se consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

Actividad	2016	2017	Ene-2018
<b>Industria de alimentos y bebidas</b>	<b>-2.2</b>	<b>2.1</b>	<b>2.3</b>
<b>Alimentos</b>	<b>-3.0</b>	<b>2.7</b>	<b>1.2</b>
Procesamiento y conservación de carne	4.4	2.7	2.5
Procesamiento de pescado, crustáceos y moluscos	-17.0	9.2	3.0
Procesamiento y conservación de frutas y vegetales	4.4	-2.9	0.7
Aceites y grasas	2.3	6.5	6.9
Productos lácteos	-4.6	-5.0	-14.8
Productos de molinería	0.6	-2.7	8.6
Almidones y productos de almidón	6.7	22.7	11.7
Productos de panadería	-4.6	3.0	-11.4
Azúcar	5.1	-5.6	1.8
Cacao, chocolate y confitería	7.5	-0.7	-6.1
Fideos y similares	4.3	-2.0	-7.1
Otros productos alimenticios n.c.p.	-6.2	13.7	14.4
Alimentos preparados para animales	6.5	6.1	12.5
<b>Bebidas</b>	<b>2.6</b>	<b>-1.1</b>	<b>9.4</b>
Destilación y rectificación de bebidas alcohólicas	8.5	6.7	-8.1
Vinos	-2.2	-4.6	39.0
Bebidas malteadas y de malta	-0.7	0.0	12.4
Bebidas no Alcohólicas y aguas embotelladas	6.9	-4.0	6.7

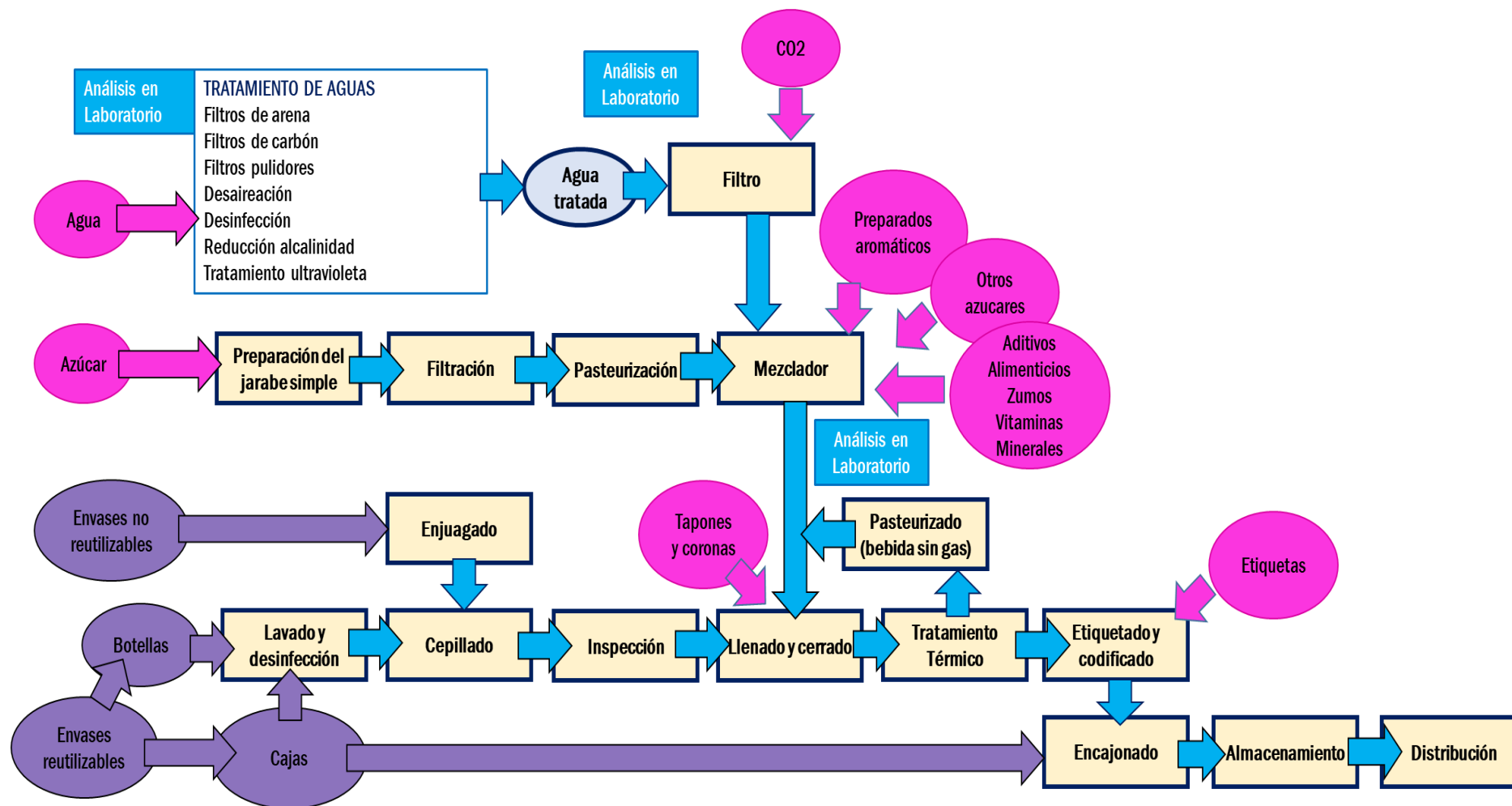
**Tabla 1.** Variación Porcentual de la producción de la Industria Alimentos y bebidas

**Fuente:** Sociedad Nacional de Industrias. Perú (2018).



**Figura 2.** Características de la Industria Peruana de Alimentos y Bebidas

**Fuente:** Sociedad Nacional de Industrias. Perú (2018).

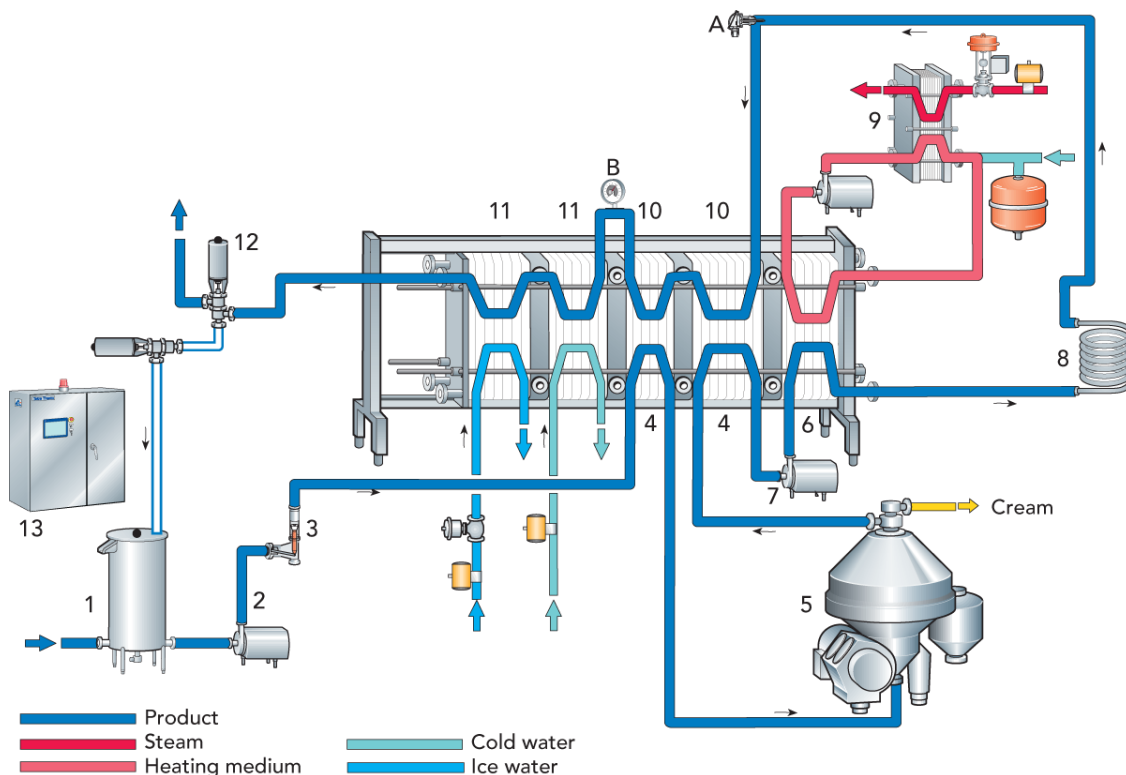


**Figura 3.** Diagrama del proceso productivo de bebidas no alcohólicas.

**Fuente:** Ministerio de la Producción. Perú (2015) "Estudio de Investigación sectorial de bebidas no alcohólicas". Pag.95.

## 2.1.2 Los Procesos en la industria alimentaria.

(Heldman, 2019). Un sistema típico de transporte de líquidos consta de cuatro componentes básicos que son: tanques, tuberías, bombas y accesorios. En la Figura 4, se muestra una línea sencilla de pasteurización de leche. La leche entra en un tanque equilibrado (1), antes de realizar el proceso de pasteurización y sale finalmente por una válvula de división de flujo (12).



**Figura 4.** Línea de procesado de leche. (1) Tanque equilibrado, (2) bomba de alimentación, (3) controladora de flujo, (4) sección de precalentamiento regenerativo, (5) clarificadora centrífuga, (6) sección de calentamiento, (7) Bomba de refuerzo, (8) tubo de temperatura elevada, (9) sistema de calentamiento de agua caliente, (10) secciones de enfriamiento regenerativo, (11) secciones de enfriamiento, (12) válvula de división de caudal, (13) panel de control.

**Fuente:** Singh R., Heldman D. (2009), "Introducción a la Ingeniería de alimentos."

Entre el tanque y la válvula mencionada se tiene una conducción por la que fluye la leche. Si el flujo no desciende por gravedad, el tercer componente básico es la bomba, mediante la que se suministra energía mecánica para el transporte del producto.

El cuarto componente del sistema consiste en válvulas y codos, empleados para controlar y dirigir el flujo. Además de los tanques existe otro equipamiento que forma parte del sistema, como el intercambiador de calor para pasteurizar la leche, tal y como se muestra en la Figura 4.

Entre las características de la industria alimentaria más evidente es la utilización del acero inoxidable, el cual proporciona superficies lisas, limpiables y de alta resistencia a la corrosión.

Es esencial que todos los componentes del sistema de tuberías contribuyan a la manipulación higiénica del producto. Las superficies de acero inoxidable aseguran la ausencia de rugosidad, necesaria para una perfecta limpieza e higiene.

Además, el uso correcto del sistema previene la corrosión. El diseño del sistema debe tener en cuenta este factor debido a que la limpieza de las tuberías se realiza generalmente en el lugar de operación (en inglés, *cleaning in-place*, CIP).

### **2.1.3 Los Biofilms en la Industria Alimentaria.**

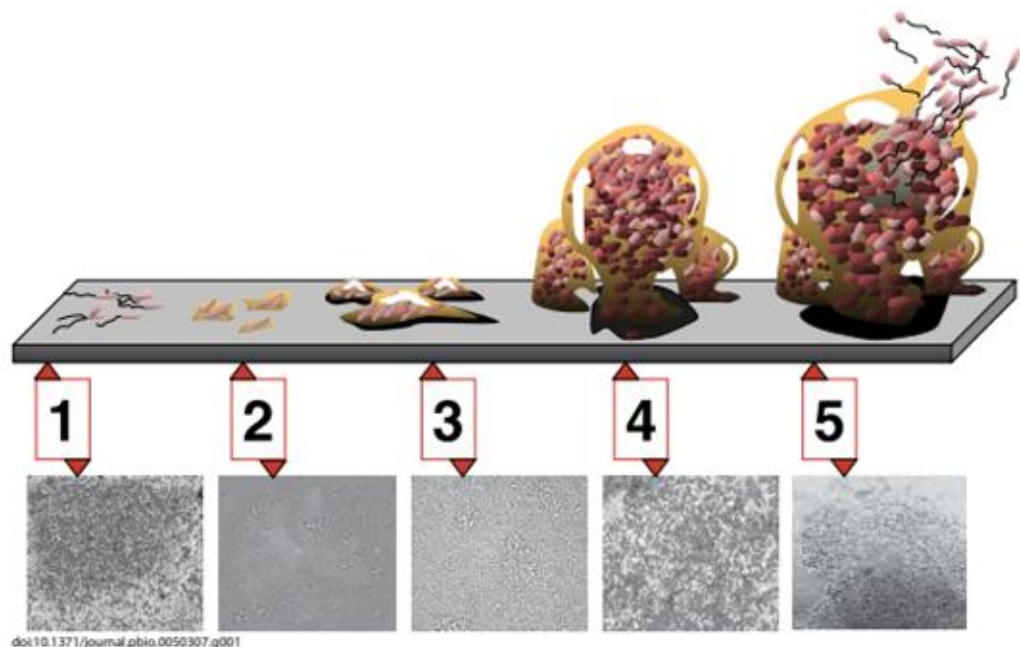
Según (Lorenzo F., Orihuel E., Navarro R. y López C.; 2010), en el informe técnico de “Control de la presencia de biofilms en la Industria Alimentaria”, los biofilms o Biopelículas son un caso de contaminación microbiológica y están constituidos por agrupaciones de bacterias adheridas entre sí y a una superficie, y sumergidas en una matriz gelatinosa y adhesiva de naturaleza polimérica, la cual es generada por los propios microorganismos.

La formación de biofilms en las industrias alimentarias se produce en superficies en contacto con alimentos, tanto en sistemas cerrados (tuberías y circuitos), como en sistemas abiertos (mesas, tolvas, cintas de transporte y otros equipos). La estructura de los biofilms actúa como elemento protector de los microorganismos del contacto con biocidas y otras sustancias agresivas. Estos factores contribuyen a que los procesos de limpieza y desinfección habitualmente efectivos frente a patógenos no resulten efectivos para la eliminación de la contaminación [30].

El proceso de formación de biofilms generalmente comprende una secuencia de cuatro etapas comunes, ver Figura 5. Por esta razón, la formación de biofilms es un aspecto importante a considerar en la ingeniería y mantenimiento de higiene en industria alimentaria.



La formación de biofilms es una causa de problemas sanitarios y operativos en las instalaciones de producción y de manipulación de alimentos. Desde el punto de vista higiénico, los biofilms actúan como punto de anclaje y reservorio de microorganismos patógenos y alterantes, protegiéndolos frente a la acción de desinfectantes y constituyendo una fuente de contaminaciones de los alimentos, no sólo en el lugar donde se forman sino también en puntos lejanos de las instalaciones debido al arrastre de pedazos de biofilms [30].



**Figura 5.** Ciclo de vida Biofilm. (1) depósito de residuos orgánicos sobre la superficie; (2) colonización de estos restos por bacterias que se adhieren asimismo a la superficie; (3) comunicación entre moléculas a través del mecanismo; (4) maduración del biofilm mediante la asimilación de sustratos y crecimiento de las colonias, (5) desprendimiento de componentes del biofilm y colonización de nuevas superficies.

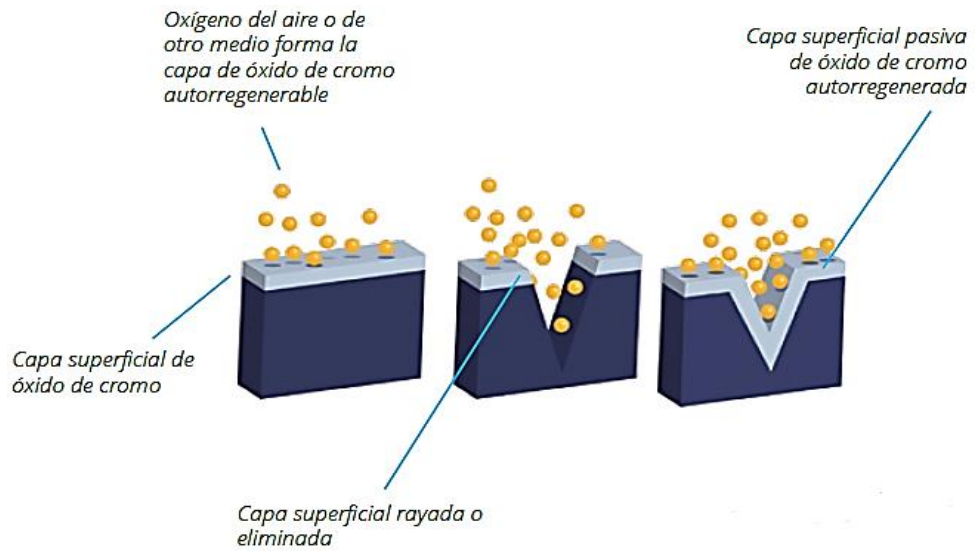
**Fuente:** Monroe, D (2007), "Investigando grietas en las armaduras de Biopelículas de bacterias. Tomo 5, N° 11, e307.

En condiciones normales de limpieza y desinfección, los biofilms que estén presentes en las superficies son indetectables a simple vista debido a su tamaño microscópico. Además, éstos aparecen con mayor frecuencia en puntos de difícil acceso para los operarios de limpieza (zonas altas, codos y esquinas), de manera que es difícil acceder para el muestreo e inspección higiénica. Los biofilms también se forman en defectos de las superficies, como grietas, rayaduras y porosidades.

#### **2.1.4 Los Aceros Inoxidables.**

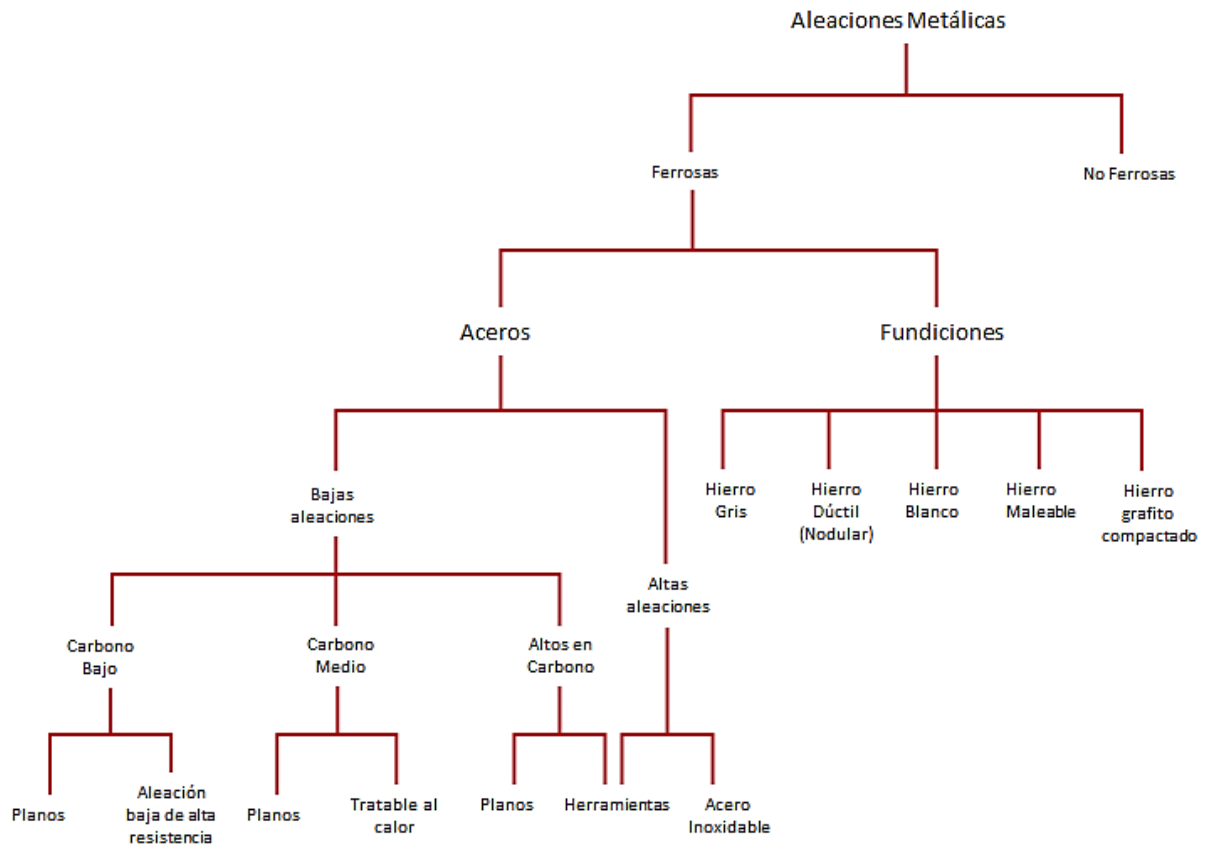
(Aracil, 2018). El acero inoxidable es una aleación de hierro y cromo con un contenido de cromo (Cr) superior a 10,5% y de carbono (C) inferior a 1,2%. Con estos contenidos mínimos de cromo y carbono, se forma una capa superficial de óxido de cromo estable y autoregenerable, que proporciona la resistencia contra la corrosión. Si la capa superficial es rayada, con la presencia del oxígeno o con otro medio oxidante se regenera la capa de óxido de cromo.

Los aceros inoxidables están clasificados dentro de la familia de los aceros con alta concentración de las aleaciones ferrosas, el cual es representado en el siguiente esquema de la Figura 7.



**Figura 6.** Formación de la capa superficial de óxido de cromo.

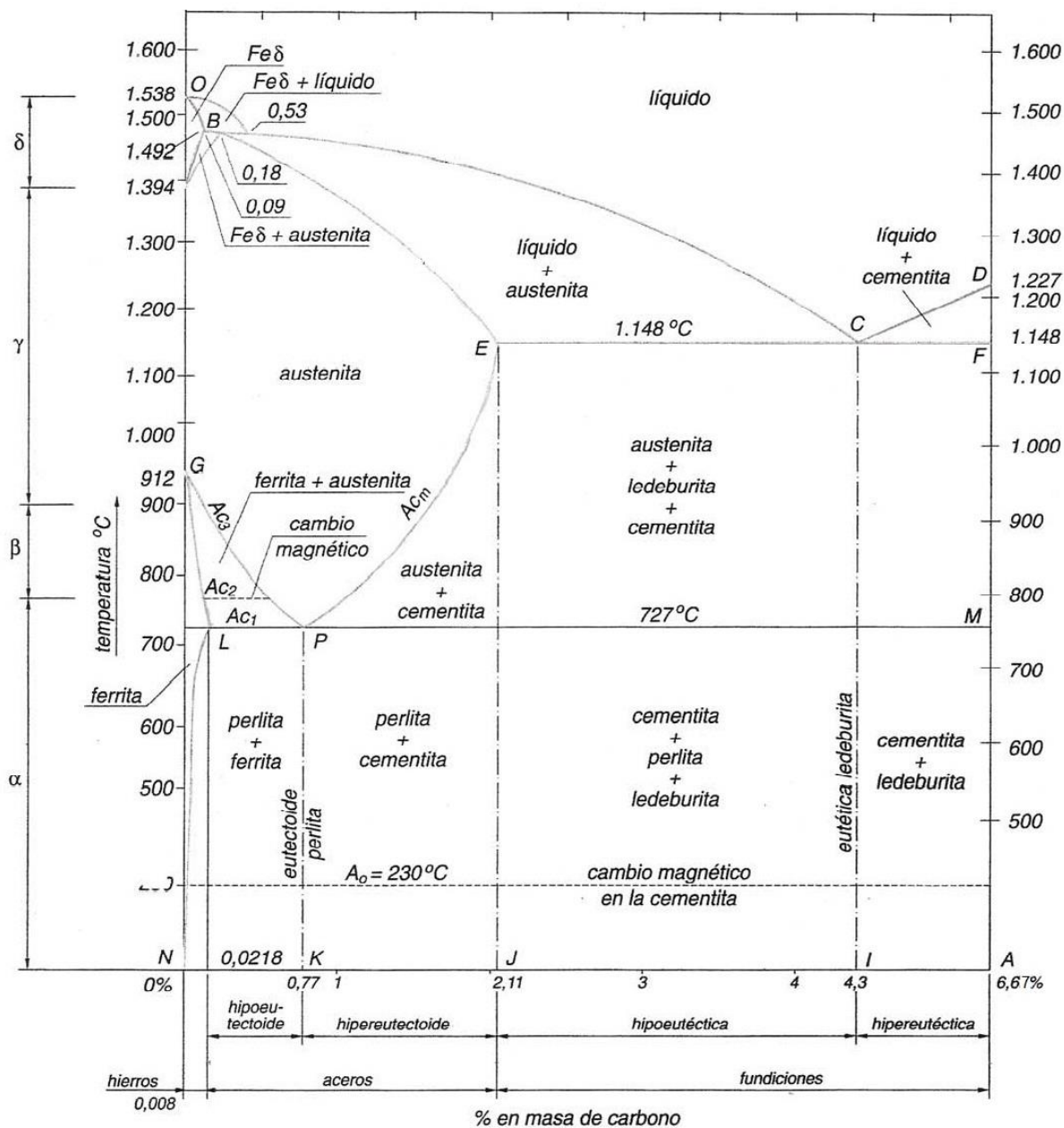
Fuente: Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"



**Figura 7** Clasificación de Aceros

Fuente: Callister W, Rethwish D (2010) "Introducción a la Ciencia de los materiales e Ingeniería", pag.393.

La adición de elementos de aleación en concentraciones produce alteraciones en el diagrama fase de hierro – carbono, mostrado en la figura 8. Según (Callister W, Rethwish D.; 2010), en “Introducción a la Ciencia de los materiales e Ingeniería”, pp. 398: “Los aceros inoxidables son altamente resistentes a la corrosión (oxidación), especialmente a atmósfera ambiental”. “El comportamiento de resistencia a la corrosión se mejora con adiciones de níquel y molibdeno”.



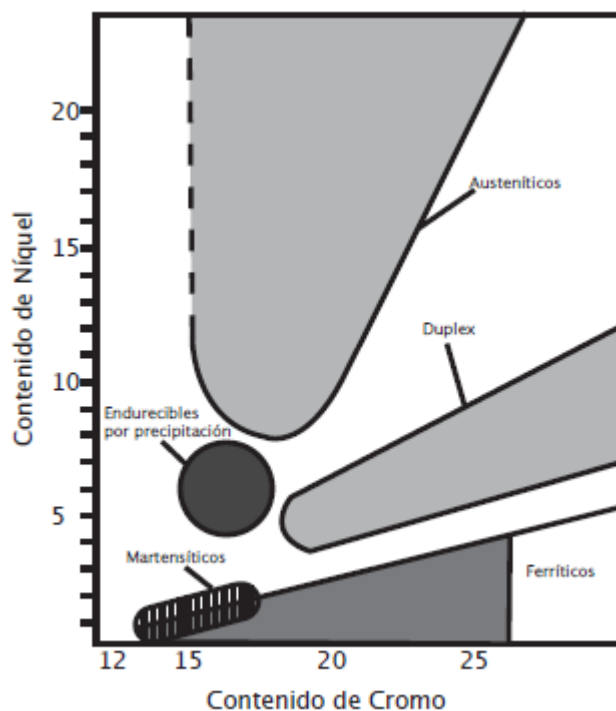
**Figura 8** Diagrama de Acero fase Hierro Carbono.

**Fuente:** Callister W, Rethwish D (2010) "Introducción a la Ciencia de los Materiales de Ingeniería", pag.319.

### 2.1.5 Clasificación de los Aceros Inoxidables

Los aceros inoxidables se encuentran clasificados por la AISI (Instituto Americano del Hierro y el Acero) y la SAE (Sociedad de Ingenieros de Automoción). Esta clasificación de los aceros inoxidables, de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas, que permiten diferenciar las características generales de su comportamiento a su soldadura y corte son:

- a. Austeníticos.
- b. Austeno ferríticos (Dúplex).
- c. Ferríticos.
- d. Martensíticos.



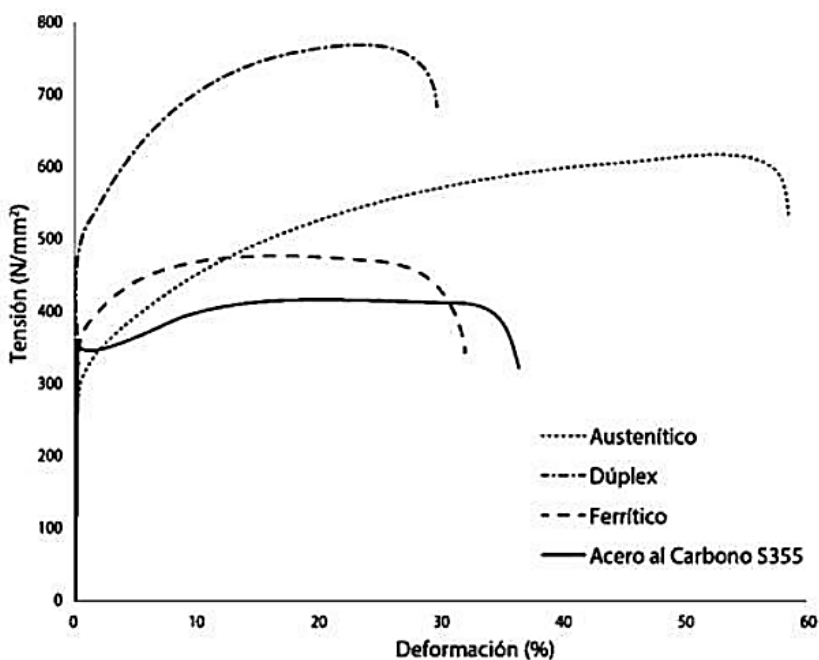
**Figura 9.** Relación entre el contenido de cromo y níquel de Aceros Inoxidables.

**Fuente:** Indura (2010) Manual de Aceros Inoxidables.

ACERO INOXIDABLE		RESISTENCIA A LA CORROSION	PROPIEDADES MECANICAS	ALARGAMIENTO	SOLDABILIDAD
Ferrítico		ALTA	MEDIA	MEDIO	BAJA
Austenítico		EXCELENTE	MEDIA	MUY ALTO	BUENA+
Duple x	Lean Dúplex	EXCELENTE	ALTA	ALTO	BUENA
	Estándar	EXCELENTE ++	ALTA	ALTO	BUENA
	Super	EXCELENTE +++	ALTA	ALTO	BUENA
	Hiper	EXCELENTE ++++	ALTA	ALTO	BUENA

NOTA: + Buena soldabilidad en Austeníticos  
 ++Mejora resistencia a la corrosión de los aceros dúplex de baja aleación.  
 +++Mejora resistencia a la fisuración por corrosión bajo tensiones.  
 ++++Incrementa resistencia a la corrosión picaduras y bajo tensiones en presencia de H2S y cloruros a temperatura elevada a mayor vida en servicio.

**Tabla 2.** Comparación de las propiedades de los Aceros Inoxidables.  
 Fuente: Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables".



**Figura 10.** Comparación de las propiedades Mecánicas de los Aceros Inoxidables  
 Fuente: Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

### 2.1.6 Efectos de la concentración de Cromo y Níquel

El equilibrio Fe-Cr manifiesta que la adición de cromo, en concentraciones superiores al 13%, y en ausencia de otros elementos aleantes, permite la obtención de un acero inoxidable monofásico ferrítico. Cuando el contenido de Cr está entre 11.5 y 13% coexisten las dos fases, ferrita y austenita, bajo la forma de una estructura bifásica  $\alpha+\gamma$ . Ver Figura 11.

El níquel, elemento gammágeno, contrarresta el efecto del Cr, ampliando el campo de existencia de la fase austenítica, como se observa en la Figura 12. En consecuencia, la adición de ciertos porcentajes de Ni permite un mayor contenido de Cr en el acero, al neutralizar el efecto alfégeno de este elemento, y hace posible que las aleaciones Fe-Cr-Ni, en presencia de aleantes gammágenos como C, N, Cu, Mn, presenten una estructura austenítica incluso a temperatura ambiente (D.L. Piron.; 1994) según "La Electroquímica de la Corrosión". NACE International, Houston, pp. 183.



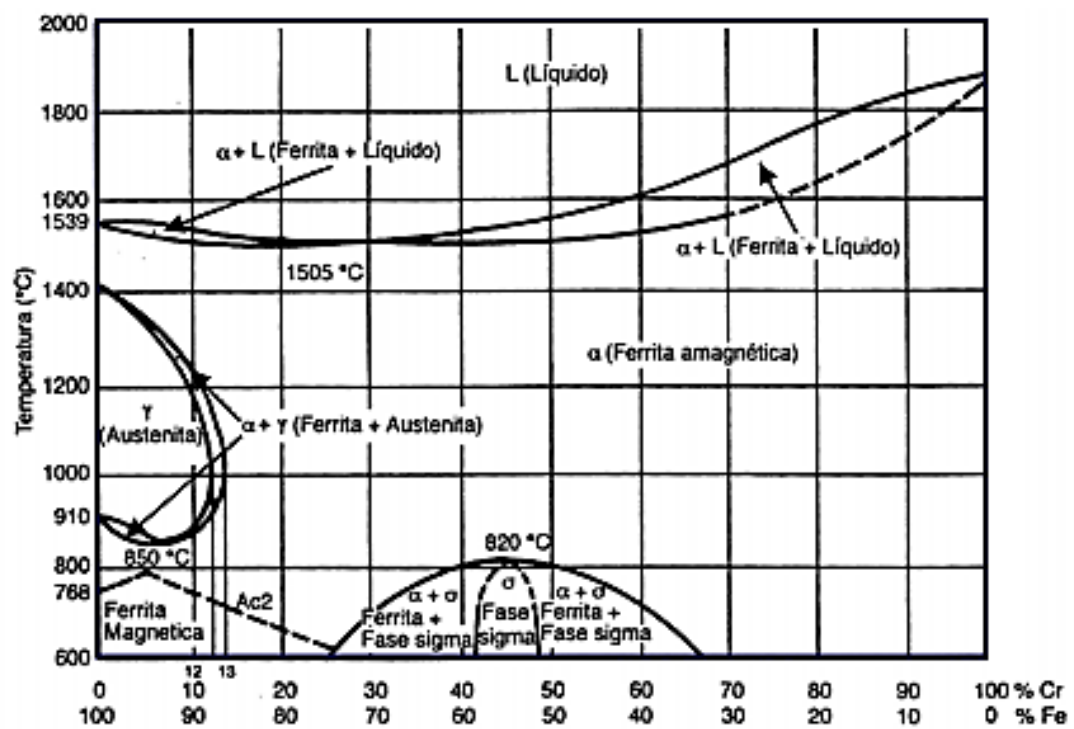


Figura 11. Diagrama fase de Fierro y Cromo

Fuente: Coy, Ana (2006) Evaluación de la modificación de elementos (Mo, Mn, Ti) en el comportamiento frente a la corrosión de aceros Inoxidables Austeníticos.

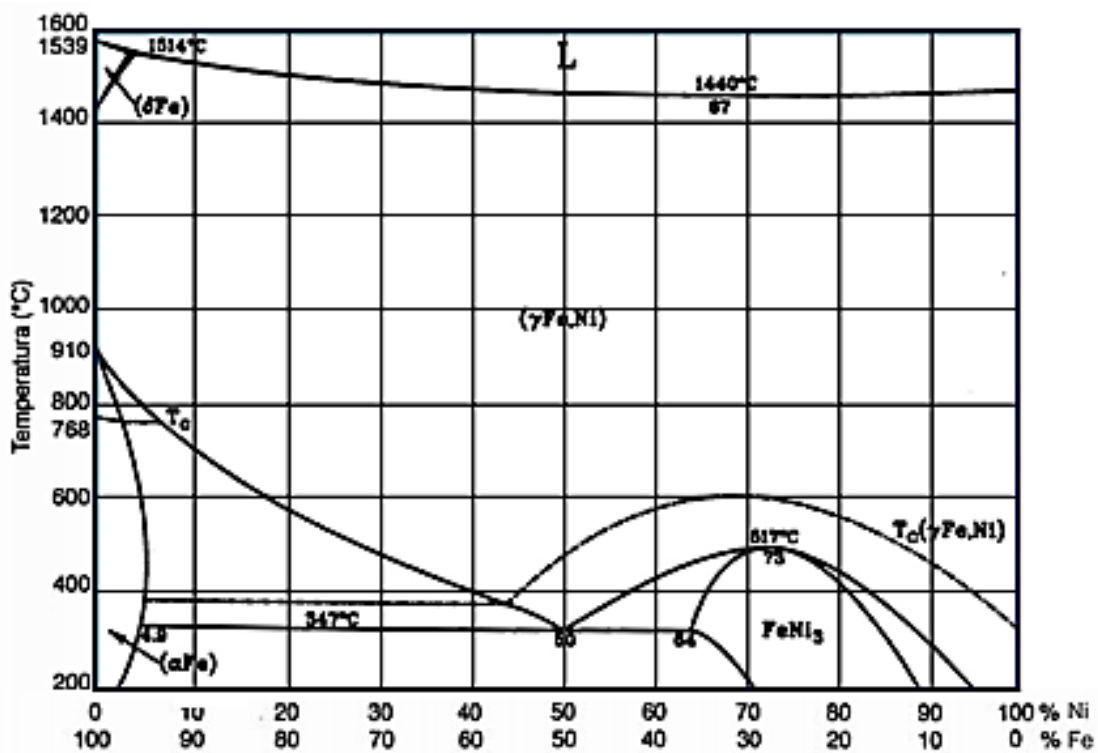


Figura 12 Diagrama fase de Hierro y Níquel.

Fuente: Coy, Ana (2006) Evaluación de la modificación de elementos (Mo, Mn, Ti) en el comportamiento frente a la corrosión de aceros Inoxidables Austeníticos.

### 2.1.7 Características de los Aceros Inoxidables Austeníticos Serie 300.

(Aracil, 2018). Los aceros inoxidables Austeníticos se caracterizan por la obtención a temperatura ambiente la precipitación de la fase de austenita ( $\gamma$ ). Los aceros Austeníticos serie "300", que tiene como composición básica entre 8% y 12% de níquel, y 18 % de cromo, siendo la gama con más éxito a nivel comercial.

La composición química se modifica según el tipo de uso del material añadiendo o reduciendo elementos como el carbono y/o el nitrógeno y/o modificando el balance níquel/cromo. Entre sus principales características tenemos:

- a) Buena resistencia a la corrosión.
- b) Buenas propiedades mecánicas.
- c) Buena soldabilidad, facilidad en procesos de corte, mecanizado, plegado y embutición.
- d) Excelente tenacidad a baja temperatura, inferiores a las temperaturas de licuación de los gases, encontrando aplicaciones para esas temperaturas.
- e) No son magnéticos.
- f) No endurecen por tratamiento térmico.

Efectos	Tipos AISI de acero inoxidable / Tipos de corrosión			
	304 -316	304L-316L	321-347-316Ti	Mo elevado (*)
Térmico	Corrosión Intergranular	-	Corrosión intergranular en hoja de cuchillo	Corrosión por picadura y por intersticios
Tensiones	Fisuración por corrosión bajo tensiones			
Falta de Limpieza	Corrosión por picadura y por intersticios			
Inicios de arco, punteos y proyecciones	Corrosión por intersticios			
Oxidación Superficial, decoloración	Corrosión por intersticios			

**Tabla 3.** Tipos de Corrosión según aceros inoxidables.

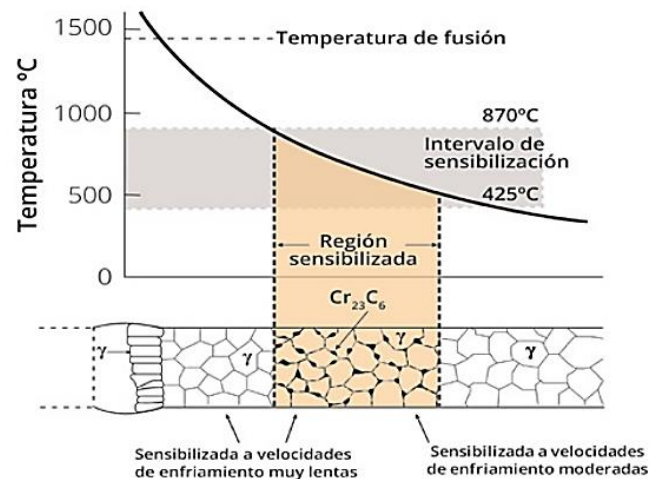
Fuente: Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables".

## 2.1.8 Efectos del proceso de soldadura de los aceros inoxidables

### Austeníticos.

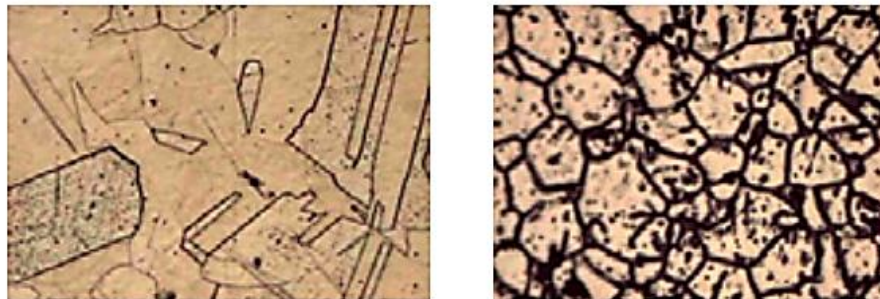
#### 2.1.8.1 Formación de Carburos de Cromo.

(Aracil, 2018). Dependiendo del acero, el cromo y el carbono combinarán dentro de un intervalo de temperatura de 425 y 870°C y precipitarán en los límites de grano como carburos de cromo ( $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$ ), quedando alrededor de cada grano, una zona empobrecida en cromo. Estas zonas se dice que están "sensibilizadas" y en un medio corrosivo pueden dar lugar a corrosión intergranular.



**Figura 13.** Microestructuras de acero inoxidable sin sensibilizar (izquierda) y sensibilizado (derecha.), atacados metalográficamente con ácido oxálico para revelar la existencia del fenómeno.

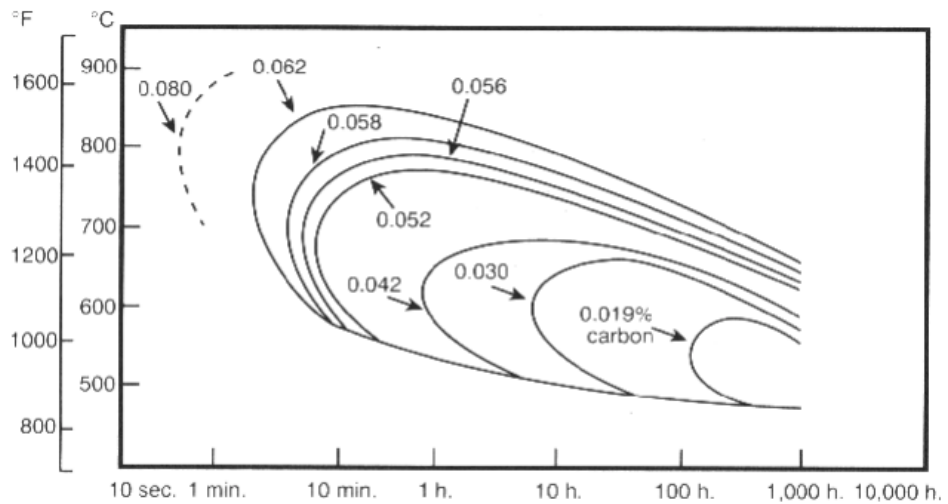
**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"



**Figura 14.** Microestructuras de acero inoxidable sin sensibilizar (izquierda) y sensibilizado (derecha.), atacados metalográficamente con ácido oxálico para revelar la existencia del fenómeno.

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

Las precauciones para evitar la formación de carburos de cromo es seleccionar aceros con máximo contenido de Carbono 0.03% en los aceros de "tipo L". En la Fig. 15, que para un contenido en carbono del 0,02%, se necesitarían 10 horas para que se produzca la precipitación de carburos en un 18/8. El tiempo se reduce notablemente, si el contenido en carbono es más elevado.

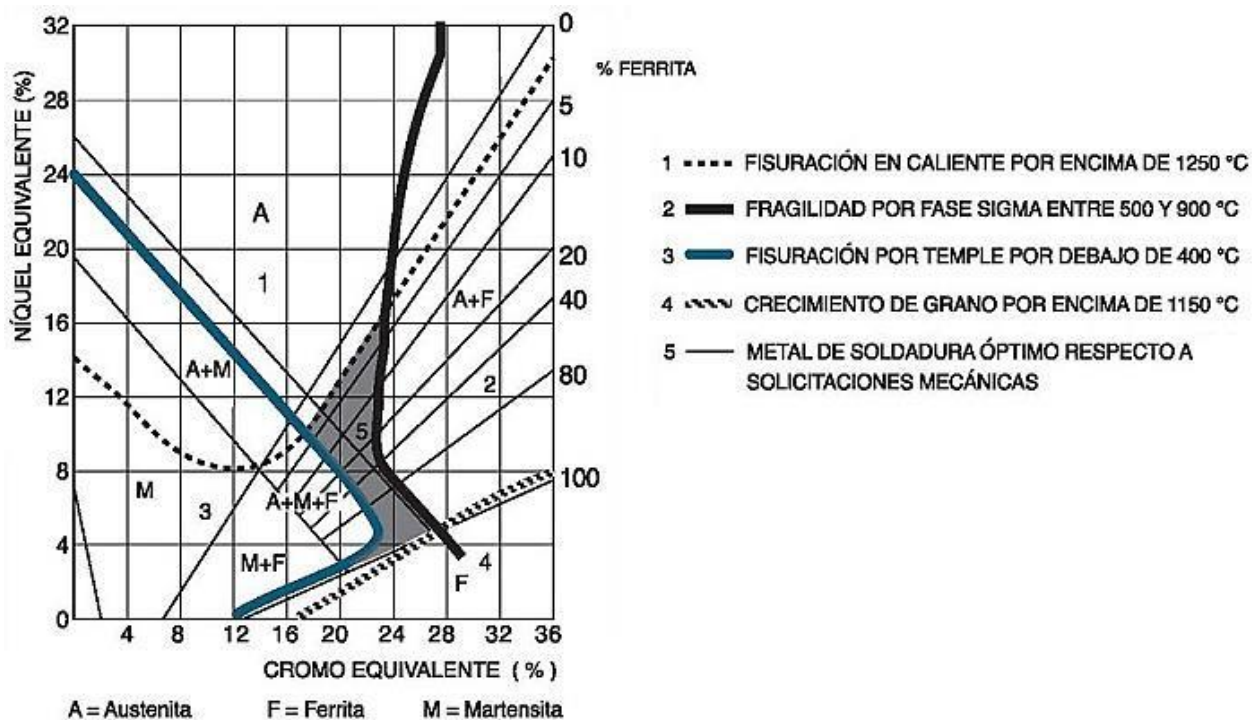


**Figura 15.** Gráfico Tiempo/ Temperatura de Susceptibilidad a la corrosión intergranular de un 18/8 con diferentes contenidos en carbono.

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

### 2.1.8.2 Fisuración

(Aracil, 2018). Bajo condiciones de esfuerzos elevados, aparecen fisuras en caliente en el cordón de soldadura, las cuales no son visibles, pero se evidencia en el doblado de cupones de soldadura las fisuras con tamaño no mayor a 1,6 mm de longitud. Si la soldadura contiene porcentajes de ferrita, entre 2 y 5%, la soldadura resultante es sana y sin fisuras.



**Figura 16.** Diagrama de Schaeffler se realiza el balance de elementos químicos para obtener depósitos con cantidades de ferrita adecuadas.

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

### 2.1.8.3 Fragilización por formación fase Sigma.

(Aracil, 2018). La presencia de ferrita en el orden del 5% beneficia a la soldadura para prevenir la fisuración. Si el contenido de ferrita se incrementa por encima del intervalo del 12% puede ser perjudicial para la resistencia a la corrosión y propiedades a elevadas temperaturas.

PROCESO	ELECTRODO REVESTIDO (SMAW)	TIG (GTAW)	PLASMA/SOLDADURA PAW	MIG/MAG-(FCAW) Alambre macizo o tubular metal cored	MIG/MAG-(FCAW) Alambre Tubular Flux Cored	ARCO SUMERGIDO (SAW)	SOLDADURA LASER (LBW)	SOLDADURA CON LASER HIBRIDO (LAHW)	SOLDADURA FUERTE CON SOPLETE (TORCH BRAZING-SOPLETE)	SOLDADURA BLANDA CON SOPLETE (TORCH SOLDERING-SOPLETE)	RESISTENCIA POR PUNTOS (RSW)
<b>CRITERIO DE SELECCIÓN</b>											
Nivel de adiestramiento	2	3	3	1	1	2	4	4	2	2	1
Tipo de Proceso	Manual	M	M	M (a)	M	M			M	M	
	Automático/ Robot		AT	AT	AT		AT	AT	AT	AT	AT
Tipo de Unión	A tope	A	A	A	A	A	A	A			
	En T	B	B	B	B	B	B	B			
	A solape								A	A	A
Posición de soldadura	Todas	T	T	T	T (e)	T (e)		T	T	T	T
	Horizontal y cornisa en ángulo						H	H			
Portabilidad del equipo	4	3	3	3	3	2	1	1	4	4	1
Coste inversión equipo	1	2	2	2	2	3	4	4	1	1	3
Factor de operación	1	2	2	3	3	4	4	4	1	1	4
Velocidad deposición	2	1 (f)	1	3	3	4	1	3	1	1	(NA)
Aprovechamiento del consumible de aporte	1	4	4	3	2	4(b)	4	4	2	2	(NA)
Velocidad soldadura	2	1(f)	4	3	3	4	4	4	1	1	4
<b>Espesor a soldar (mm)</b>											
0.02 - 0.5	D	B	A	D	D	D	A	D	A	A	A
0.5 - 1.25	C	A	A	B	C	D	A	D	A	A	A
1.25 - 2.5	B	A	A	B	C	D	A	D	A	A	A
2.5 - 6.0	B	A	A	A	B	C	A	B	A	A	A
6.0 -12.0	A	B	B	A	A	B	B	A	D	D	D
12 - 24	A	C	C	A	A	A	C (c)	B	D	D	D
24 - 60	A	C	C	A	A	A	D	C	D	D	D
> 60	A	C	C	A	A	A	D	D	D	D	D
Facilidad soldeo (delgados a gruesos)	B	A	A	B	B	C(d)	B	B	D	D	D

NA	No Aplicable	C	Uso restringido
A	Más adecuado	D	No recomendado
B	Satisfactorio	1 más bajo	4 más elevado
(a) Aunque puede utilizarse en proceso manual, se utiliza preferentemente en automático.			
(b) Se refiere a hilo, una parte del flux se elimina en forma de escoria y el resto se recicla.			
(c) Soldando por las dos caras.			
(d) Aunque la mayor parte de las aplicaciones son en espesores > 6mm, también hay aplicaciones en espesores delgados.			
(e) Utilizando transferencia de arco corto o pulsada.			
(f) Utilizando varios sopletes y/o con aportación de hilo, se puede incrementar la velocidad de deposición(kg/h) y de soldadura (m/minuto).			
<b>M</b> Proceso manual.			
<b>AT</b> Proceso automático o con robot.			
<b>T</b> Todas las posiciones			
<b>H</b> En horizontal y cornisa en ángulo			

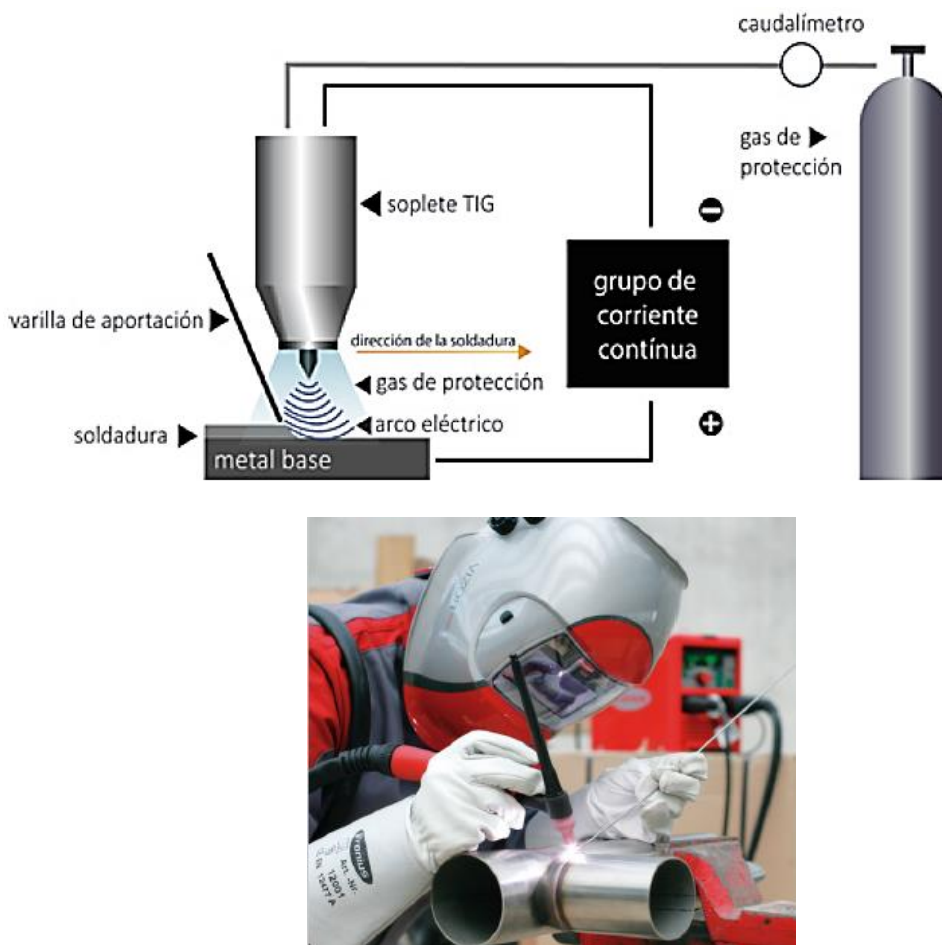
**Tabla 4.** Selección de proceso de soldadura según característica de aceros inoxidables.

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables".



### 2.1.9 Proceso de Soldadura GTAW y TIG

(Aracil, 2018). El procedimiento TIG (Tungsten Inert Gas) conocido como GTAW (Gas Tungsten Arc Welding), es un proceso de soldadura con arco eléctrico en el que se emplea un gas inerte para proteger la zona de la unión, de la atmósfera. El calor necesario para soldar es proporcionado por un arco eléctrico entre un electrodo de tungsteno y el metal a soldar.



**Figura 17.** Procedimiento TIG manual. Circuito (superior) y su aplicación (inferior)

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

El procedimiento TIG difiere fundamentalmente de los demás procesos porque que el electrodo no se funde ni es utilizado como aportación.

#### 2.1.9.1 Ventajas

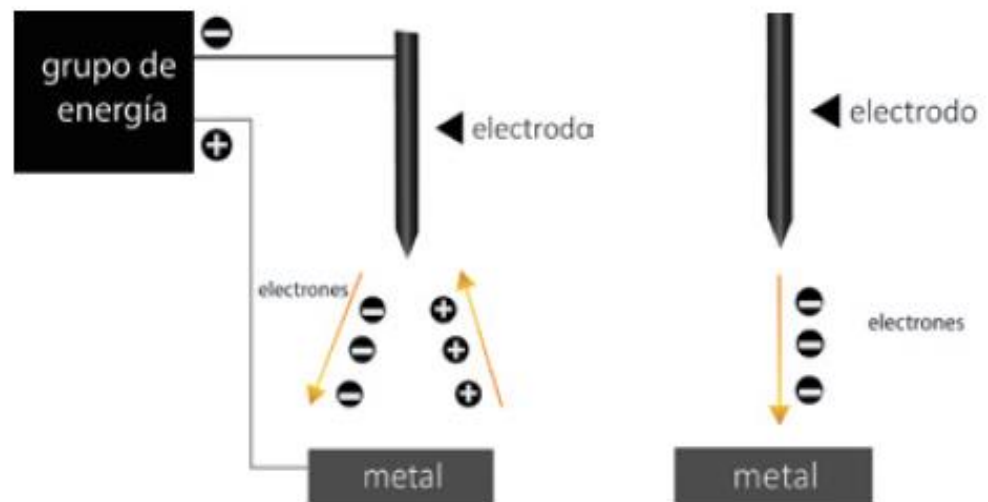
- a. Calidad de soldadura superior a otros procesos.
- b. Permite el control de la penetración.
- c. Control del aporte de calor y minimizar las deformaciones mediante la utilización del proceso TIG con arco pulsado.
- d. Puede soldarse en todas las posiciones.
- e. Permite un control independiente del aporte de calor y del aporte del consumible. Esto es fundamental en el control de la penetración.
- f. No se produce escoria,
- g. No se produce corrosión debido a las inclusiones de escoria.
- h. La soldadura se produce sin salpicaduras.
- i. Baja operación de limpieza después de la soldadura.
- j. Soldabilidad de diversos materiales como: acero inoxidable, aluminio, cobre, níquel y sus aleaciones, aceros al carbono y de baja aleación.

### 2.1.9.2 Limitaciones

- a. En la soldadura manual la velocidad de deposición (Kg/h) es inferior a la de otros procesos.
- b. Se requiere soldadores calificados.
- c. Es un proceso económico para espesores delgados (<10 mm).
- d. Proceso muy sensible a las corrientes de aire, que pueden eliminar el gas de protección.
- e. Requiere una buena protección de ojos contra la radiación ultravioleta.

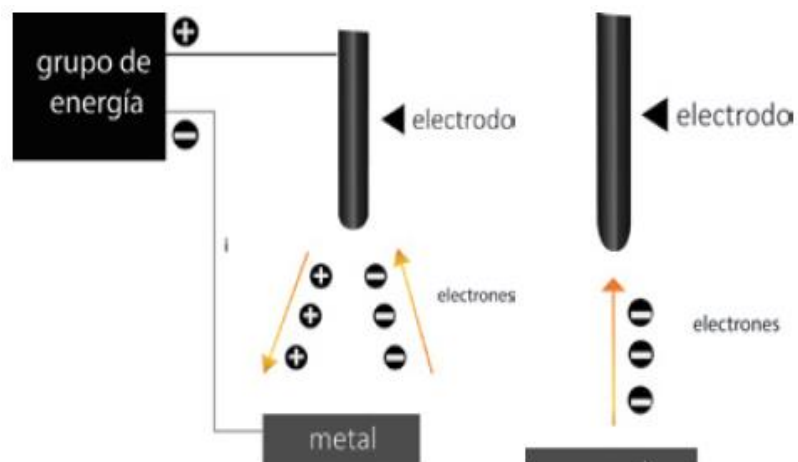
### 2.1.9.3 Tipos de Corriente

(Aracil, 2018). Una instalación para soldadura TIG puede suministrar corriente continua (CC) o corriente continua y alterna (CC/CA). Al soldar con corriente continua, el circuito se conecta con "polaridad directa" o con "polaridad inversa".



**Figura 18.** En la conexión con polaridad directa (CCPD), el electrodo está conectado al polo negativo y la pieza a soldar al positivo. Los electrones circulan desde el electrodo a la pieza a soldar.

Fuente: Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

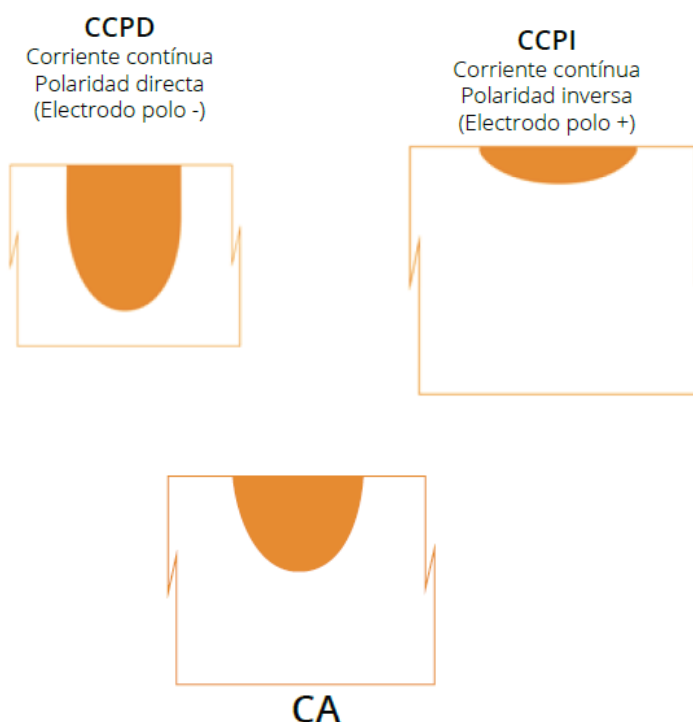


**Figura 19.** Para soldar con corriente continua con polaridad inversa (CCPI), las conexiones son, al contrario, y ahora los electrones circulan desde la pieza al electrodo.

Fuente: Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

(Aracil, 2018). Al soldar con polaridad inversa, el electrodo no está afilado y ocurre exactamente lo contrario, el electrodo recibe la mayor parte del calor que puede llegar a fundir el electrodo. Para cualquier intensidad de corriente determinada para la soldadura con CCPI, se necesite un electrodo de mayor diámetro que con CCPD.

Estos efectos influyen en la forma de penetración de la soldadura obtenida. La soldadura CCPD producirá una penetración más estrecha y profunda, mientras que la soldadura CCPI, a causa del mayor diámetro del electrodo y las menores intensidades de corriente que generalmente se emplean, produce una soldadura ancha y relativamente poco profunda.



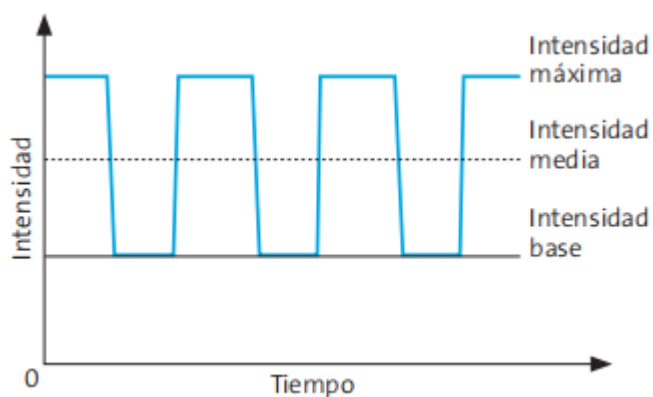
**Figura 20.** Penetración según el tipo de polaridad CCPD, CCPI y Alterna.

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

Para evitar estos efectos se intercala en la corriente para soldar, otra adicional de elevado voltaje y frecuencia. Esa corriente de alta frecuencia salta el espacio entre el electrodo y la pieza a soldar, atravesando la película de óxido para que siga la corriente de soldadura con lo cual se obtiene un arco estable y una duración más prolongada del electrodo de tungsteno.

#### 2.1.9.4 Soldadura con corriente arco pulsado.

(Carbuos metálicos, 2018). Con una corriente pulsada se mejora el control a niveles bajos de energía, que son los que se requieren en materiales de espesores finos. El arco de TIG pulsado cambia de una intensidad baja (base), suficiente para mantener el arco y permitir que el baño de soldadura se enfríe, a un pico de intensidad seleccionado para alcanzar la requerida fusión y geometría del baño de soldadura.



**Figura 21.** Corriente de Arco Pulsado.

**Fuente:** Carbuos Metálicos. (2018), "Manual del soldador"

Las bajas frecuencias de pulso se utilizan cuando se necesita conseguir un acabado estético y atractivo (comúnmente denominado en “escamas”). Las frecuencias altas de pulso normalmente se utilizan cuando se necesita una mayor velocidad de soldadura y un perfil de fusión más profundo y estrecho.

La soldadura con TIG pulsado puede utilizarse para soldar componentes cilíndricos. Esto evita tener que incrementar la velocidad de recorrido para mantener el ancho de soldadura uniforme, lo cual supone una gran ventaja en la soldadura mecanizada.

#### 2.1.9.5 Unión o junta a Tope.

(Aracil, 2018). Las uniones a tope con bordes rectos para espesores  $<6$  mm, son las más sencillas de preparar y pueden soldarse sin material de aportación dependiendo del espesor del metal base. La separación de los bordes debe ser la necesaria para permitir un 100% de penetración. Si el espesor a soldar es muy delgado y no se emplea material de aportación para evitar dejar un excesivo sobre cordón, se deben tomar las medidas necesarias, para garantizar que no se perforará, como la utilización de un equipo con una intensidad mínima suficientemente baja y/o el empleo de soportes de respaldo de cobre.

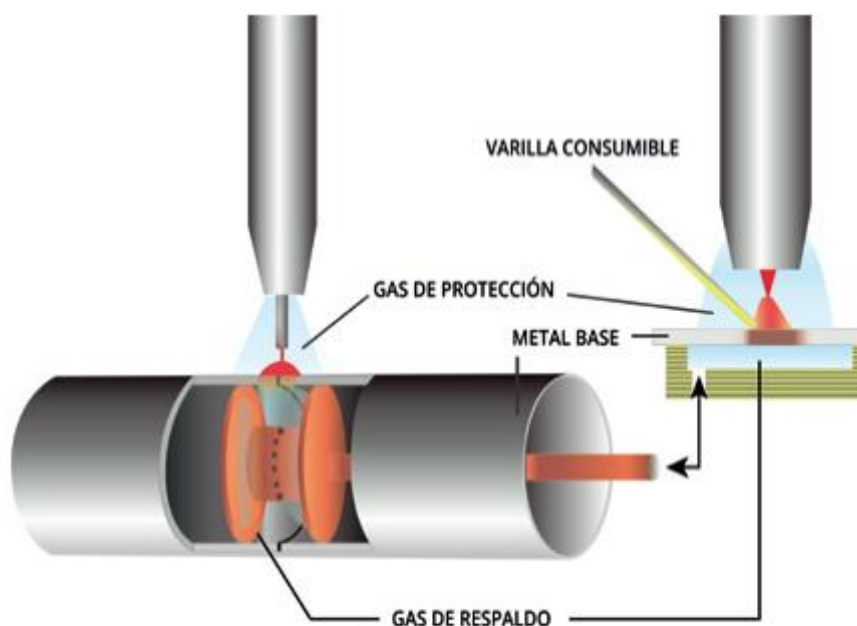


**Figura 22.** Unión a tope.

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

#### 2.1.9.6 Gas de respaldo

(Carburos Metálicos, 2018). Cuando la soldadura penetra hasta la raíz de una junta a tope se expone al aire y se oxida. Esto provoca soldaduras de baja calidad en aceros (especialmente en los inoxidables). Para evitar la contaminación de la raíz de soldadura se utiliza un gas de respaldo o gas de protección de raíz.



**Figura 23.** Cámara de soldadura con gas de respaldo.

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"



En la figura 23, se muestra el ingreso de gas el cual desplaza el aire del interior del interior de la tubería para contar con una baja concentración de oxígeno.

(Aracil, 2018). El Argón con pureza de 99,996% es el gas de respaldo más utilizado para unión de aceros inoxidable. Con una densidad relativa con el aire de 1,38, el cual además de proteger de contaminantes reduce la acumulación de calor de la fusión de la unión soldada.

En concentraciones de oxígeno mayor a 30 ppm dentro de la cámara de soldeo, la decoloración de la ZAC será marrón o azul. Por ello es recomendable:

- a) Utilizar la preparación de bordes necesaria.
- b) Evitar contaminaciones del material.
- c) Garantizar antes de soldar, que la concentración de oxígeno es inferior a 20 ppm.

#### 2.1.9.7 Soldadura Orbital

(Aracil, 2018). Requiere una inversión mayor en equipo que será en general fácilmente amortizada por la reducción del coste por soldadura por la reducción y/o eliminación del coste de reparaciones y por la obtención de una mayor calidad.

A diferencia de la soldadura TIG manual, la soldadura orbital está compuesta por un equipo TIG electrónico pulsado que permite el ajuste de:

- a. Preflujo de gas.
- b. Pendiente de subida de intensidad, para evitar defectos en el inicio.
- c. Intensidad pico.
- d. Intensidad base.
- e. Pendiente bajada de intensidad, para evitar el cráter final.
- f. Post-flujo de gas.
- g. Velocidad de soldadura.
- h. Velocidad de alimentación de alambre (si es empleada).
- i. Dividir la unión en sectores, con posibilidad de variación de parámetros de soldadura en cada sector. Con esto, se mantiene la penetración en soldadura horizontal, vertical descendente, techo y vertical ascendente.
- j. Simular el proceso de soldadura sin arco eléctrico.
- k. Refrigeración del soplete con agua mediante circuito cerrado.

Para la soldadura Cabezal tubo a tubo, o tubo a placa incluye:

- l. Soplete.
- m. Motor para giro de 360° del soplete.
- n. Sistema de regulación de altura del soplete.
- o. Mando a distancia para poder realizar la soldadura sin estar próximos al equipo TIG.



**Figura 24.** Los cabezales cerrados (derecha) permiten una protección óptima del gas y se emplean para espesores delgados donde no es necesaria la aportación de hilo. Los cabezales abiertos (izquierda), permiten la adaptación de la mayoría de las aplicaciones de TIG orbital, para trabajo en montaje o en taller y con o sin varilla de aporte.

**Fuente:** Aracil, M. (2018), "Soldadura y Corte de Aceros Inoxidables"

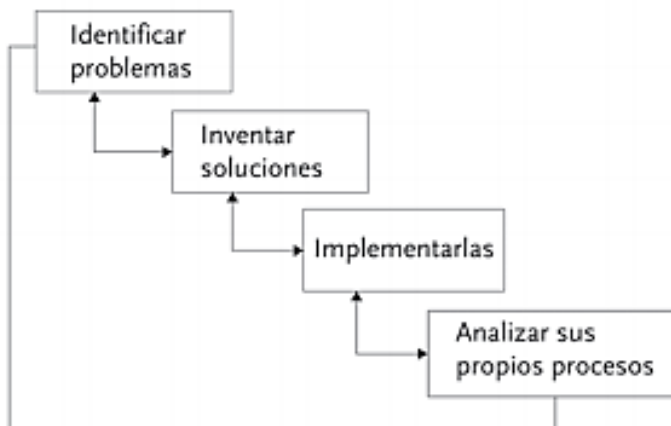
#### 2.1.9.8 Ventajas de la soldadura TIG Orbital

*Aracil, M. (2018)*, La calidad del cordón de soldadura es más difícil de conseguir con soldadura manual que con automática. Con el empleo de soldadura TIG orbital automática se consiguen con facilidad las características de penetración y repetibilidad, ya que los parámetros aceptados y fijados con ensayos previos son memorizados y repetidos posteriormente a lo largo de toda la conducción. Por esto la principal ventaja es la reducción de costos por eliminación o disminución de defectos o mayor rapidez de ejecución en el caso de un gran número de uniones iguales repetidas donde un proceso automático permite la optimización del tiempo.

### 2.1.10 Conceptos de Calidad

(Aldana, Álvarez, Bernal, Díaz, Galindo, Gonzales, Villegas, 2011). El Aseguramiento de Calidad son aquellas actividades que se planean formalmente para garantizar que el resultado del proceso productivo corresponde a los niveles de calidad, con la certeza de que toda la organización estará implicada en la planeación, diseño y ejecución de las políticas de calidad”. Por su parte **el mejoramiento de la calidad** eleva los niveles de calidad en forma permanente y es responsabilidad de los equipos de mejoramiento.

(Aldana, Álvarez, Bernal, Díaz, Galindo, Gonzales, Villegas, 2011). La administración es obtener las metas trazadas, mediante la planeación, la organización, la ejecución, el control y la evaluación, de manera permanente y sistemática, para obtener el mejoramiento y progreso de las organizaciones, con el conjunto de esfuerzos humanos, físicos, económicos y sociales, y, por supuesto, alcanzando el bienestar de los trabajadores.



**Figura 25.** Habilidades de aprendizaje de la Organización

**Fuente:** Gore, E. (2004), "La educación en la Empresa".

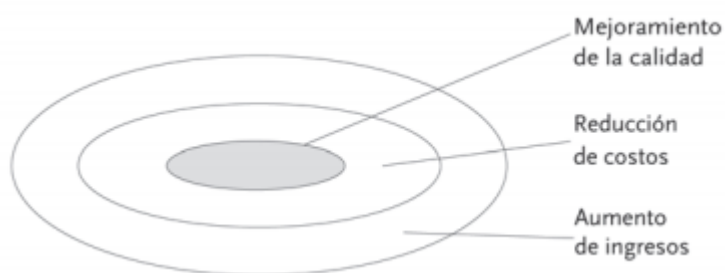
Las habilidades de aprendizaje y enseñanza de la organización se utilizan para el mejoramiento continuo en todas las empresas y para la administración por calidad.

Nombre del indicador:
Tipo de indicador (de proceso o de resultado):
Objetivo y utilidad del indicador:
Cálculo del indicador (fórmula matemática):
Unidad de medida:
Área responsable:
Persona responsable:
Origen de los datos (fuente de información):
Meta: resultado esperado del proceso que se evalúa:
Frecuencia: periodicidad con la cual va a aplicarse el indicador (anual, semestral, mensual, semanal).

**Tabla 5.** Documentación de Indicadores

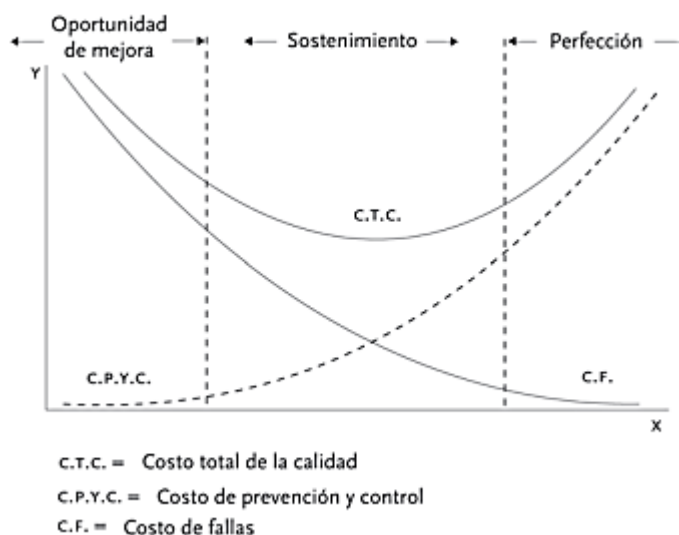
**Fuente:** Norma ISO 9000:2008.

Los costos de la calidad son directamente proporcionales al mejoramiento continuo cuando representan realmente una inversión; esto permite obtener un mayor prestigio, aumento de ventas, mayor precio de venta, incremento en la productividad, menos productos defectuosos, reducción de costos de reproceso, reducción de costos de garantía, entre otros aspectos.



**Figura 26.** Mejoramiento de la Calidad y el aumento de ingresos

**Fuente:** Alcalde P. (2007). "Calidad"



**Figura 27.** Relación entre costos y categorías para un nivel de calidad.

**Fuente:** Cantu H. (2004), "Calidad para la globalización"

La Norma ISO 22000 corresponde al sistema de inocuidad alimentaria, integra las directrices internacionales del Codex Alimentarius sobre buenas prácticas de manufactura (BPM), los principios del análisis de peligros y puntos de control críticos (APPCC o HACCP) con las herramientas de un sistema de gestión, logrando el mismo lenguaje. La utilizan en empresas que producen alimentos en general incluidas las organizaciones relacionadas, como fabricantes de equipos, material de empaque, agentes de limpieza, aditivos e ingredientes.



#### 2.1.10.1 Repetibilidad y Reproducibilidad del Proceso.

Los factores que determinan resultados satisfactorios para los clientes son la repetibilidad del proceso de soldadura, el cual es la capacidad por lograr la repetición de la misma tarea con las mismas variables en un periodo corto. Además, la repetibilidad un indicador de resultados confiables y que se está realizando correctamente la soldadura en las tuberías.

Las condiciones de repetibilidad incluyen: el mismo procedimiento de medición, el mismo observador, el mismo instrumento de medición, utilizado bajo las mismas condiciones, el mismo lugar, repetición en un período corto de tiempo.

En cambio, la reproducibilidad se define como la proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo procedimiento bajo una variable que cambia.

#### 2.1.10.2 Aseguramiento de calidad en uniones soldadas

(ASME BPE ,2016), “El fabricante aplicará un programa que describe los sistemas, métodos y procedimientos para controlar materiales, dibujos, especificaciones, fabricación, técnicas de montaje

y examen/inspección utilizada en la fabricación de Bioprocesamiento Equipo.”

Como control establece que la soldadura en el interior de tuberías es inspeccionada por Boroscopia en una cantidad mínima del 20% en el caso que las uniones sean desarrolladas con Soldadura Orbital.

### **2.1.11 Normatividad aplicable a uniones soldadas en la Industria**

#### **Alimentaria**

##### **2.1.11.1 ASME BPE-2016**

(Campbell, R., Sturgill, L. y Roth, W., 2014), en su informe técnico “Códigos y Estándares que tratan Acero inoxidable” *Welding Journal*, Vol. 93 (5), pp. 47 – 48), indica que: “El estándar de Equipos de Bioprocesos, fue desarrollado para la construcción de equipos y sistemas de tuberías en los que se fabrican productos farmacéuticos y alimentos; este cubre el diseño, selección de materiales, construcción, inspección y ensayos de tales sistemas y equipos.

Por su uso en la industria, la mayoría de los requisitos de soldadura y criterios de aceptación en la sección MJ (Unión de materiales) han sido escritos en base a las características del acero inoxidable 316L (UNS S31603).

En la edición 2009 el estándar BPE se expandió incluyendo una nueva sección MM (Materiales metálicos). La edición 2012 ahora incluye no sólo los aceros inoxidables Austeníticos tales como AISI 304, 304L, 316 y 316L (equivalentes europeos UNS S30400, S30403, S31600), sino también a aleaciones super-austeníticas como AISI 312 (UNS N08367, S31254, y N08926) e inoxidables dúplex como UNS S32205.

La edición 2012 presenta también en la parte MJ, Unión de Materiales, la cartilla de colores de la AWS D18.2:2009, Guía de niveles de decoloración para soldar sobre y en el interior de tubos de acero inoxidable, e incluye muestras de soldadura con pulido mecánico y electropulido. Estas cartillas de color están también disponibles como cartillas separadas (ASME BPE MP-2012 y ASME BPE EP-2012)".

Los criterios de diseño se encuentran en el capítulo 2, donde señala que los procesos:

- a) Materiales serán capaces de resistir las temperatura, presión y agresividad química del proceso.
- b) Los materiales serán compatibles con condiciones de bioproceso, soluciones de limpieza, y procesos de limpieza del cliente.
- c) Las superficies expuestas a los fluidos del bioproceso, químicos de limpieza son:
  - a. Homogéneos.
  - b. Impermeables.
  - c. Inertes.
  - d. No absorbentes
  - e. No tóxicos
  - f. Insolubles.
  - g. Resistente a la corrosión, al rayado y a la deformación.
- d) Las superficies serán limpiables y libre de impurezas. Cualquier imperfección (agujero, picados y desnivel), serán eliminados cuando sea factible.

La penetración es uno de los factores más críticos a la hora de evaluar la calidad de una soldadura de tubería de inoxidable. Esta debe tener dos características:

- a) Uniformidad en todos los sectores de la unión tubo-tubo sin que afecte la posición en que haya sido realizada la soldadura. En horizontal, vertical o techo.
- b) Repetibilidad, es decir, que para una determinada unión con parámetros de soldadura definidos y aprobados se logra siempre una penetración aceptable.

La presencia de oxígeno en el proceso de soldadura produce una decoloración propia en el interior resultando superficies con impurezas que contaminan los alimentos y lácteos. El estándar ASME BPE (2016), se rigen a una cartilla comparativa para establecer criterios de aceptación. Ver Anexo 3.

Los materiales recomendados por ASME BPE-2016 se encuentran en la tabla MM 2.1-1, donde lista el uso de los aceros Inoxidables Austeníticos, Superausteníticos y Duplex. Ver tabla 6.

Designación UNS [Nota (1)]	Designación EN	C	Mn	N	Cr	Ni	Mo	Cu
<b>Aceros Inoxidables Austeníticos</b>								
S30400	...	0.07	2.00	0.10	17.5-19.5	8.0-10.5	...	...
...	1.4301	0.07	2.00	0.11	17.5-19.5	8.0-10.5	...	...
S30403	...	0.03	2.00	0.10	17.5-19.5	8.0-12.0	...	...
...	1.4307	0.03	2.00	0.11	17.5-19.5	8.0-10.5	...	...
...	1.4306	0.03	2.00	0.11	18.0-20.0	10.0-13.0	...	...
S31600	...	0.08	2.00	0.10	16.0-18.0	10.0-14.0	2.00-3.00	...
...	1.4401	0.07	2.00	0.11	16.5-18.5	10.0-13.0	2.00-2.50	...
S31603	...	0.03	2.00	0.10	16.0-18.0	10.0-14.0	2.00-3.00	...
...	1.4404	0.03	2.00	0.11	16.5-18.5	10.0-14.5	2.00-2.50	...
...	1.4435	0.03	2.00	0.11	17.0-19.0	12.5-15.0	2.50-3.00	...
<b>Aceros Inoxidables Superausteníticos</b>								
S31703	...	0.03	2.00	0.10	18.0-20.0	11.0-15.0	3.0-4.0	...
...	1.4438	0.03	2.00	0.11	17.5-19.5	13.0-17.0	3.0-4.0	...
N08904	...	0.02	2.00	0.10	19.0-23.0	23.0-28.0	4.0-5.0	1.0-2.0
...	1.4539	0.02	2.00	0.15	19.0-21.0	24.0-26.0	4.0-5.0	1.20-2.00
N08367	...	0.03	2.00	0.18-0.25	20.0-22.0	23.5-25.5	6.0-7.0	0.75
S31254	...	0.02	1.00	0.18-0.22	19.5-20.5	17.5-18.5	6.0-6.5	0.50-1.00
...	1.4547	0.02	1.00	0.18-0.25	19.5-20.5	17.5-18.5	6.0-7.0	0.50-1.00
N08926	...	0.02	2.00	0.15-0.25	19.0-21.0	24.0-26.0	6.0-7.0	0.5-1.5
...	1.4529	0.02	1.00	0.15-0.25	19.0-21.0	24.0-26.0	6.0-7.0	0.50-1.50
<b>Aceros Inoxidables Duplex</b>								
S32205	...	0.03	2.00	0.14-0.20	22.0-23.0	4.5-6.5	3.0-3.5	...
...	1.4462	0.03	2.00	0.10-0.22	21.0-23.0	4.5-6.5	2.50-3.5	...

**Tabla 6.** Composición Nominal (%wt) de Aceros Inoxidables forjados

Fuente: "ASME BPE-2016", Tabla MM-2.1-1.

Este estándar también indica el cumplimiento de muestras de soldadura antes de la construcción para verificar las características físicas de la soldadura incluyendo el perfil, espesor de soldadura, discontinuidades y nivel de decoloración aceptable de las soldaduras producidas.

#### 2.1.11.2 ASTM A380 (27/12/2016)

Estándar de Limpieza, Descascarillado y Pasivado de Piezas, Equipos y Sistemas de Acero Inoxidable. (Standard Practice for Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless-Steel Parts, Equipment, and Systems).

#### 2.1.11.3 ASTM A967 (27/12/2016)

Especificación de Tratamientos de Pasivado Químico de Piezas de Acero Inoxidable.

(Standard specification for Chemical Passivation for Stainless Steel Parts).

#### 2.1.11.4 ASTM A 270 (2015).

Estándar para la fabricación de tuberías de acero inoxidable empleados en especial aplicación en las industrias alimentaria, química y farmacéutica. Existen aplicaciones donde la calidad del acabado de la superficie interior del tubo es imprescindible y donde cualquier defecto en la soldadura, puede originar con el transcurso del tiempo, una contaminación en el producto que conduce.

Para reducir la aparición de defectos por contenido de azufre, y para evitar los niveles más bajos de azufre que son los más difíciles de soldar, el estándar ASME BPE-2014 limita la concentración de azufre en los accesorios 316L que se van a soldar orbitalmente, así como los extremos de soldadura para todos los componentes cubiertos por el estándar de 0.005 a 0.017 por ciento de peso.

Basado en ello, ASTM International en cooperación con ASME modificó su especificación de tubos ASTM A270 para incluir un suplemento para tubos de grado sanitario con la misma química que el estándar ASME BPE-2016.



## **2.2 Marco Conceptual**

### **2.2.1 Contaminación**

El término hace referencia a la generación de sustancias nocivas que entran en contacto de los productos de consumo humano.

### **2.2.2 Cupón**

Es la muestra del proceso de soldadura realizado para calificar los resultados según parámetros aplicados.

### **2.2.3 Decoloración**

Definido como el nivel de pérdida de características superficiales del acero inoxidable y evidenciado por una coloración propia azul o marrón que evidencia la formación de carburos de cromo.

### **2.2.4 Limpieza**

Se refiere al proceso desarrollado en instalaciones de la industria alimentaria para limpiar las tuberías y equipos, tanto de manera externa y principalmente de manera interna que entra en contacto con el producto alimenticio. El proceso es supervisado por

controles microbiológicos para detectar sustancias nocivas y su función es prevenir la contaminación de los productos.

### **2.2.5 Limpieza en el lugar - Clean in place (CIP)**

Se refiere al proceso de recirculación de sustancias de limpieza industrial por la parte interna de las tuberías y equipos, el cual es realizado de manera automática o controlado por un operador, en la cual se controla los flujos, temperaturas y concentraciones de los químicos como agua, soda caústica, ácidos, hipoclorito de sodio, ozono, entre otros.

### **2.2.6 Tubería Sanitaria**

Esta referido a las tuberías que cumplen con la especificación ASTM A270 (2015), que entran en contacto con producto alimenticio.

## **CAPITULO III**

### **HIPOTESIS Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

#### **3.1 Hipótesis**

La incorporación del estándar de Equipos de Bioprocésamiento de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME BPE-2016), reducirá el riesgo de contaminación en uniones soldadas para las tuberías de acero inoxidable empleadas en las Empresas de Fabricación de Bebidas No Alcohólicas.

#### **3.2 Variables e Indicadores de la Investigación**

##### **3.2.1 Variable Independiente.**

El control de los parámetros en el proceso de soldadura de tuberías Inoxidables.

### 3.2.2 Variable Dependiente.

Uniones soldadas Aceptables para las Empresas de bebidas no alcohólicas.

<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>
<b>VI:</b> El Control de los parámetros en el proceso de soldadura de tuberías inoxidable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Control de purga de oxígeno con gas de respaldo.</li> <li>ii. Cumplimiento de Parámetros de soldadura según WPS.</li> <li>iii. Composición Química de Material base.</li> </ul>
<b>VD:</b> Uniones Soldadas en tuberías de Acero Inoxidable Aceptables para las Empresas de Fabricación de Bebidas No Alcohólicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Cantidad de defectos por proceso</li> <li>ii. Ratio de juntas rechazadas.</li> <li>iii. Presencia de ferrita.</li> <li>iv. Aspecto Visual.</li> <li>v. Decoloración de la ZAC.</li> </ul>

**Tabla 7.** Variables e Indicadores de la Investigación

**Fuente:** Elaboración propia.

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **4.1 Tipo de la Investigación**

La presente investigación propone sustentar la hipótesis previamente establecida, por tanto, este trabajo es elaborado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo.

Además, los resultados de las variables son observados y medidos según requerimiento técnico de ASME BPE-2016 para todas las uniones soldadas que representan el proceso desarrollado en la Empresa de Bebidas No alcohólicas, debido a ello el razonamiento de la investigación es deductivo y orientado al resultado.

A continuación, en la tabla 8 contiene los principales Instrumentos de medición que se emplearon para cuantificar el proceso.

<b>Enfoque</b>	<b>Técnicas de Recolección de datos</b>	<b>Instrumento</b>
<b>CUANTITATIVO</b>	<i>Registro de cupones de soldadura</i>	<i>Cámara</i>
		<i>Registro de Cupón de soldadura</i>
	<i>Control de Flujo de gas inerte.</i>	<i>Flujómetro de gas Argón.</i>
	<i>Tiempo de purga de oxígeno en el interior de tubería.</i>	<i>Parámetro de tiempo en máquina orbital para Purga.</i>
	<i>Registro de Tipo de Material.</i>	<i>Certificados Composición Química.</i>
	<i>Inspección de juntas soldadas.</i>	<i>Inspección visual</i>
		<i>Cámara fotográfica.</i>
		<i>Ensayos no destructivos</i>
<i>Estándar ASME BPE-2016</i>		

**Tabla 8** *Técnicas e Instrumentos de recolección de datos*

**Fuente:** *Elaboración propia*

El diseño de la Investigación es de tipo experimental porque se obtuvieron las muestras mediante el proceso de soldadura de tuberías aceros inoxidables característicos del sector industrial mencionado; proceso en el cual, el material es transformado por el proceso de soldadura. Los resultados fueron evaluados objetivamente y excluyen de la apreciación del investigador, el cual se mantiene al margen de los datos.

Finalmente, el tipo de investigación es explicativa debido a la relación de las variables dependiente e independiente que fueron valoradas para la confirmación de la hipótesis.

#### **4.2 Unidad de Análisis.**

La unidad de Análisis son las uniones soldadas de tuberías de acero inoxidable austenítico en las instalaciones de empresas dedicadas a la Fabricación de Bebidas No alcohólicas como bebidas gasificadas, agua de mesa y jugos; las cuales son ejecutadas por la contratista metalmecánica Fabricaciones Mineras S.A.C. (FAMIP SAC), la cual provee del personal calificado y maquinaria especializada.

La muestra analizada son los cupones obtenidos de las uniones soldadas de las tuberías empleadas para el transporte, elaboración y en contacto directo con productos alimenticios.

Departamento	Micro	Pequeña	Grande
Amazonas	7	0	0
Ancash	6	0	0
Apurímac	3	0	0
Arequipa	24	4	2
Ayacucho	7	0	0
Cajamarca	15	1	0
Cusco	15	2	0
Huánuco	8	1	0
Ica	8	1	0
Junín	26	0	0
La Libertad	15	1	1
Lambayeque	19	0	0
Lima	108	10	2
Loreto	37	2	1
Madre de Dios	13	0	0
Moquegua	4	0	0
Pasco	3	0	0
Piura	47	2	0
Puno	5	1	0
San Martín	40	0	0
Tacna	8	0	0
Tumbes	5	0	0
Ucayali	30	0	1
<b>Total</b>	<b>453</b>	<b>25</b>	<b>7</b>

### Número de empresas por región, 2014



**Figura 28** Número de Empresas de Bebidas No alcohólicas por Región 2014

**Fuente:** Ministerio de la Producción (2014), Estudio de Investigación Sectorial 2015



### 4.3 Matriz de consistencia

**TITULO:** “Mejora de la Gestión de procesos en uniones soldadas de tuberías de empresas de fabricación de bebidas no alcohólicas basado en la estándar ASME BPE-2016 para el Aseguramiento de la Calidad”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Riesgo de contaminación en Uniones soldadas de tuberías Acero Inoxidable en Empresas de Fabricación de Bebidas No Alcohólicas.	Reducir el riesgo de contaminación en uniones soldadas de tuberías empleadas en las empresas de fabricación de bebidas no alcohólicas, mediante la gestión de procesos basado en el estándar ASME BPE-2016.	La incorporación del estándar de Equipos de Bioprocesamiento de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME BPE-2016), reducirá el riesgo de contaminación en uniones soldadas para las tuberías de acero inoxidable empleadas en las Empresas de Fabricación de Bebidas No Alcohólicas.	VI: Control de los parámetros en el proceso de soldadura de Tuberías inoxidables.	Control del tiempo de purga de oxígeno con gas de respaldo.	Medidor de Flujo de gas de protección
				Cumplimiento de Parámetros de Soldadura WPS	Registro de cupones de Soldadura
				Composición Química Material base.	Registro de material
			VD: Uniones Soldadas Aceptables para Empresas de bebidas No alcohólicas.	Cantidad de defectos por proceso.	Inspección Visual.
				Ratio de Juntas Rechazadas	Hoja de cálculo.
				Presencia de Corrosión	Ensayos no destructivos mediante ensayo de Sulfato de Cobre.
				Aspecto Visual	Especificaciones ASME BPE-2016
				Decoloración de la ZAC	Comparación de tablas de AWS D 18.2 / ASME BPE

**Tabla 9.** Matriz de Consistencia de la Investigación

**Fuente:** Elaboración Propia

## **CAPITULO V**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El desarrollo del trabajo de investigación fue diseñado con los resultados de la encuesta realizada acerca de “Soldadura de tuberías de acero inoxidable en la industria alimentaria”. La encuesta fue elaborada para definir información de cómo se realiza en la actualidad las uniones soldadas de aceros inoxidables.

Esta información de proceso fue mejorada con la implementación de ASME BPE (creada en cumplimiento de normativa FDA), aplicando el aprendizaje continuo mencionado en la figura 25, (Habilidades de aprendizaje de la Organización), la cual es una característica básica en la gestión del mejoramiento de procesos.

## **5.1 Encuesta a la unidad de análisis.**

La encuesta ha sido desarrollada mediante Forms (Microsoft Office), para recolectar la información en línea, la cual ha sido solicitada en una muestra de dieciocho (18), personas que conforman la planilla de la empresa metalmecánica y personal relacionado con servicios a la empresa alimentaria.

Las preguntas se enfocaron con el objetivo describir cómo se desarrolla esta actividad a la fecha de la presente investigación y los resultados de la encuesta mostrados en el Anexo 1, permitieron elaborar la ruta del diseño del presente trabajo.

Las respuestas de la encuesta nos informan que las empresas que atienden las nuevas instalaciones de tuberías que transportan productos alimenticios son las empresas metalmecánicas con un 83%.

El tipo de tecnología de soldadura más aplicada en la industria alimentaria en la instalación de tuberías inoxidables que transportan productos alimenticios es GTAW (TIG) y que la soldadura es de forma manual.

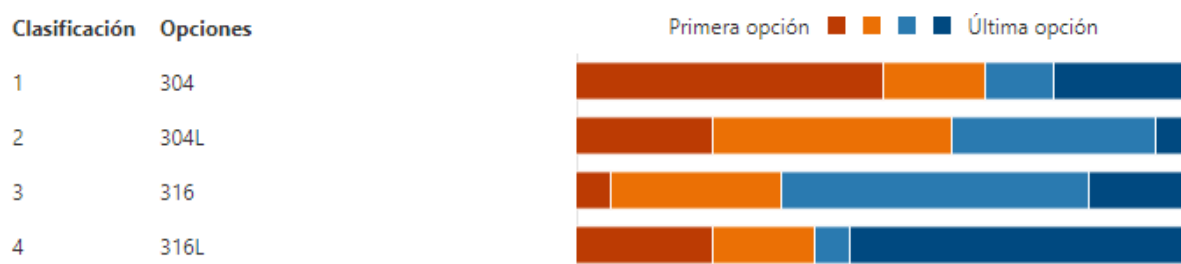
En la consulta si el proceso TIG es manual se consulta la pregunta ¿qué ensayo se realiza a la unión soldada?, obteniendo que 11 de 7 indica que los ensayos de radiografía y ultrasonido no se realizan.

Un 55% de la muestra indica que el motivo por el que no se utiliza la soldadura orbital en la industria alimentaria es debido a la falta de proveedores con equipo especializado, y otro 50% menciona que el control visual basado en la responsabilidad del contratista es el principal control del proceso de soldadura de tuberías inoxidables.

De acuerdo al estándar o método de control, un 50% indica que la principal técnica para aprobar una unión soldada de tubería inoxidable sanitaria previa al tratamiento post-soldadura es la inspección visual, comparación del cordón al término del proceso y presencia del gas inerte en la cámara de soldeo.

Un 61% responde que el tratamiento post-soldadura empleado en uniones soldadas de tuberías inoxidables sanitarias es el pasivado y que el 72% es desarrollado por la empresa Metalmecánica.

La encuesta demuestra que la primera opción de material más empleado es el acero inoxidable 304 en las instalaciones de tuberías inoxidables sanitarias con un importante 50%.



**Figura 30.** Materiales más empleados en las instalaciones de tuberías inoxidables sanitarias de Industrias alimentarias.

**Fuente:** Anexo 1 – Encuesta marzo 2021 (Elaboración Propia).

#### **TABLA DE PARAMETROS DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACION**

<b>Elemento de Investigación</b>	<b>Valor</b>
Empresa	Metalmecánica
Proceso de soldadura	GTAW (TIG)
Tubería	304L (Propuesto) <sup>a</sup>
Tipo de soldadura	Orbital (Propuesto) <sup>b</sup>
Norma	ASME BPE – 2016 (Propuesto)
Tratamiento post soldadura	Pasivado
Comprobación	ASME BPE -2016 (Propuesto)

(a) Se propone 304L para evitar la sensibilización en la ZAC y los carburos de cromo.

(b) Se propone soldadura orbital según recomendación ASME BPE.

**Tabla 10.** Materiales más empleados en las instalaciones de tuberías inoxidables sanitarias de Industrias alimentarias.

**Fuente:** Elaboración Propia

## **5.2 Flujo de proceso para uniones soldadas en la Industria Alimentaria.**

La necesidad de generar un flujo de proceso es evidenciar mediante documentos la concordancia y trazabilidad de las uniones ejecutadas, y así demostrar que el sistema físico que contiene uniones soldadas de tuberías sanitarias cumple con los aspectos normativos de calidad, tales como la ISO 22000.

Para establecer el flujo de procesos se desarrollen bajo condiciones controladas y garanticen la calidad e inocuidad, se desarrolló un flujo de proceso (Anexo 7), el cual contiene las actividades requeridas para la ejecución de uniones soldadas.

Los siguientes documentos se identifican como necesarios e indispensables para la ejecución de uniones soldadas:

- a) Soldadura, inspección y documentación de calificación.
  - a. Especificación de Procedimiento de Soldadura (WPS)
  - b. Registros de Calificación de Procedimientos (PQRS)
  - c. Certificado de Calificación de Soldador (WPQs)

- b) Documentación soldadura
  - a. Planos de identificación de uniones soldadas.
  - b. Registros de unión soldada.
  - c. Registros de inspección de soldadura.
  - d. Registros de Inspección de cupones de soldaduras.
  
- c) Documentación y registro de pruebas y ensayos
  - a. Informes de pasivación.
  - b. Ensayo de boroscopia o Inspección visual.
  - c. Firma de los registros.
  - d. Número de soldaduras inspeccionadas, expresado como porcentaje (%) (VT, Visual Test).
  - e. Los números de "Heat" o "Job" de los componentes identificados, documentados y ser totalmente trazables para el sistema.

Por lo tanto, el cumplimiento con las etapas del flujo de proceso es de carácter obligatorio cuando se ejecuten cambios o mejoras en las instalaciones, en donde involucren unión de tuberías de acero inoxidable donde se transporten fluidos como suministros y productos involucrados en la elaboración de productos alimenticios.

### **5.2.1 Identificación del cambio o nuevo proyecto de instalación de tuberías.**

El cliente o usuario identifica la necesidad de una nueva instalación (cambio o proyecto), relacionado a mejoras, ampliaciones o nuevas instalaciones; las cuales involucran la unión de tuberías de acero inoxidable por la que se transporta los suministros y productos para la elaboración de alimentos.

### **5.2.2 Recepción del requerimiento, factibilidad y Diseño.**

La necesidad de un nuevo proyecto es derivada al área de ingeniería, área que evalúa la necesidad y donde se desarrolla diseños, especificaciones y planos como solución al requerimiento.

La propuesta contempla alcances necesarios para evitar riesgos asociados a la calidad, plazos y seguridad que aseguren la selección de una empresa especializada, que entregue un producto con lo especificado.



El cliente o usuario confirmará mediante aprobación que está de acuerdo con las especificaciones y alcances descritos en la propuesta, con lo cual el cambio es evaluado en costos y riesgos. Con esta información la alta directiva analiza la factibilidad en aspectos técnicos, calidad y beneficios de la propuesta.

### **5.2.3 Requerimiento de compra de servicios de instalación de tuberías.**

El proceso de adquisición de los servicios de una empresa tercera que ejecute uniones soldadas es plasmado por el área de adquisiciones en el documento Requerimiento de compra (RFP – Request for purchase), en el cual se detallan las especificaciones técnicas y las condiciones comerciales.

El área de adquisiciones gestiona el concurso y los documentos legales con la empresa seleccionada, a la cual se entrega la buena pro, y desencadena en un conjunto de comunicaciones para la ejecución del alcance.

Las actividades mencionadas en los puntos 5.2.1, 5.2.2 y 5.2.3 no forman parte de la investigación, y se consideran como ejecutadas

debido a que en el presente estudio se experimenta con la ejecución de las uniones soldadas.

### **5.3 Determinación de la ejecución de uniones soldadas de acero inoxidable.**

#### **5.3.1 Registro de materiales.**

El material utilizado para la investigación es direccionado por la pregunta 5.1 de la encuesta que indica que el material más usado en la ejecución de tuberías sanitarias es el acero inoxidable AISI 304, por lo que se propone el uso del acero inoxidable 304L para evitar la sensibilización en la ZAC por la precipitación de los carburos de cromo, señalado en los aspectos teóricos.

El material adquirido es comparado con las especificaciones de ASME BPE, Parte MJ-2.1.1, donde se señala que los aceros inoxidables austeníticos son los que se encuentran en la tabla MM-2.1-1 o MM-2.1-3.

	UNS/AISI	Carbono	Manganeso	Fosforo	Cromo	Níquel	Azufre
ASME BPE	S30403	<0.03%	<2.00%	<0.045%	17.5-19.5 %	8.00-12.0%	<0.030%
Material adquirido	S30403	0.018%	0.891%	0.034%	18.27%	8.05%	0.016%

**Tabla 11.** Comparación química en porcentaje de peso con Tabla MM-2.1.1 ASME BPE (2016).

**Fuente:** *Elaboración propia.*

ASME BPE, señala que las soldaduras realizadas para la unión de tuberías, sin aporte de material como forma final, cumplirán con el rango permitido de contenido de azufre es 0.005 %wt y 0.017 %wt para los aceros inoxidable austeníticos. Por lo expuesto en la tabla 11 el material adquirido cumple con lo especificado (ASTM A270).

También menciona que, si el material se encuentra por debajo del inferior límite o por encima del límite superior de contenido de azufre, se soldarán siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) que el uso del tubo sea acordado por el propietario / usuario.

(2) y que todas las uniones soldadas sean internamente inspeccionadas y conforme criterios de aceptación señalados en la parte MJ-8.4.

En la sección MM-4.2 menciona las especificaciones de fabricación de las tuberías, de las cuales las tuberías destinadas para uso de la industria láctea y alimentaria están cubiertas por **ASTM A270/270M -15**.

<i>Dimensiones de tubo</i>	<i>Valor</i>
Diámetro exterior	2 pulgadas
Espesor de tubería	1.65mm

**Tabla 12.** *Dimensiones nominales de tubería ASTM A270.*

**Fuente:** *Tabla DT-4.1 –ASME BPE (2016).*

El material es adquirido y luego registrado en el Anexo 2 mediante inspección física del material. El proveedor entregó el certificado del material que se muestra en el anexo 14.



**Figura 31.** *Materiales empleados ASTM A270 304L 50.6 mm OD*

**Fuente:** *Elaboración propia.*

### **5.3.2 Determinación del procedimiento de soldadura.**

El procedimiento de soldadura para sistemas de tubos higiénicos se calificó de acuerdo con ASME B31.3 capítulo X, con la adición de los requerimientos señalados en ASME BPE.

Según el espesor de material de 1.65 mm y por las ventajas que se mencionan en el punto 2.1.9 y la tabla 04 el proceso aplicado es GTAW; además, los patrones para comparación de inspección visual de ASME BPE en la figura MJ-8.4-2, han sido realizados con el mismo proceso y con tubería 316L de 2 pulgadas usando 95% argón y 5% de Hidrógeno como gas de protección.

A continuación, se describen las variables evaluadas en la determinación del procedimiento.

#### **5.3.2.1 Equipo de soldadura.**

Para ASME BPE, en el párrafo MJ-3.4, la soldadura debe realizarse mediante máquina de soldadura orbital (soldadura automática), excepto que debido al espacio o el tamaño del equipo no lo permita, el cuál debe ser aprobado por el cliente o dueño.

Para esta exigencia la empresa FAMIP propuso el empleo del equipo que se muestra a continuación:



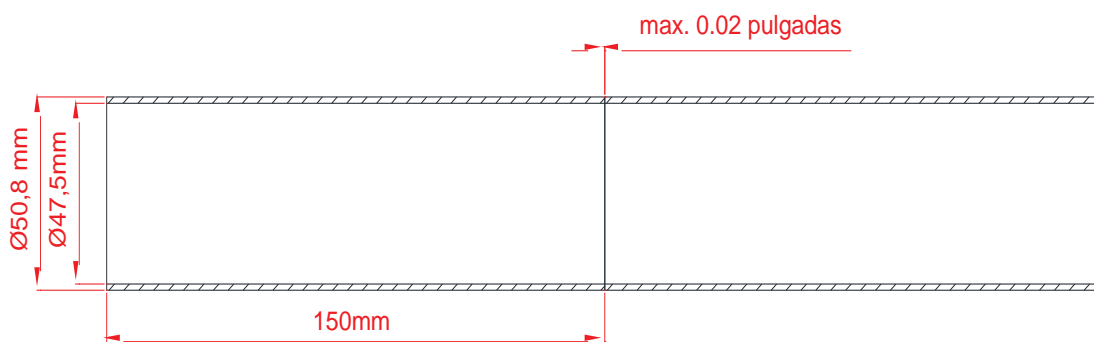
Equipo	Tubemaster modelo 514 serie TM514EB7012 Con cabezal Magnatec 840
Aplicación	Para usar con muchos modelos de cabezales de soldadura orbital proceso GTAW (TIG), tornos de soldadura y sistemas de soldaduras especiales
Control de funciones	Control de salida de corriente/ corriente pulsada/ rotación del cabezal y velocidad de alimentación de alambre del cabezal.
Potencia de salida	0 – 200 Amperios
Requerimientos de la potencia	115/230 VAC, 1Ø, 4.0 KVA, 50/60 Hz Conexión Inteligente de Entrada (Modificaciones no necesarias).
Capacidad de memoria interna	100 programas de soldadura
Máxima abertura del circuito de voltaje	80V

**Figura 32.** Máquina de soldadura orbital.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 5.3.2.2 Diseño de junta.

Según ASME BPE sección MJ-3.4, el diseño de junta son juntas cuadradas a tope y soldadas sin material de aporte para los aceros austeníticos, con ello se diseña las siguientes dimensiones de cupones de soldaduras considerando los ensayos de tracción según ASME Código IX párrafo QW-451.1. Ver anexo 18.



**Figura 33.** *Diseño de junta a tope.*

**Fuente:** *Elaboración propia.*

El corte de la tubería fue ejecutado mediante corte en frío del equipo Tri Tool, el cual permite rectificar después del proceso de corte para contar una junta plana y alineada que contribuya con el acabado.





**Figura 34.** Corte de tubería para obtención de bordes rectos.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 5.3.2.3 Material base.

ASME B31.3 párrafo en 328.2.1, que los materiales se agruparon según Números P o Grupos para clasificar los materiales base por composición, soldabilidad y propiedades mecánicas. Lo cual se describe de la siguiente manera:

<i>Material base</i>	<i>Valor Norma</i>	<i>Valor material</i>
Designación, tipo o grado	TP 304	TP 304
Numero UNS	S30403	S30403
Mínima Tensión especificación ksi (MPa)	70 (485)	(535)
Numero P	8	8
Numero grupo	1	1
Composición Nominal	18%Cr-8%Ni	18%Cr-8%Ni
Forma del material	Tubo soldado	Tubo soldado

**Tabla 13.** Grupos de material base para calificación.

**Fuente:** Tabla QW/QB-422 ASME IX (2016).

### 5.3.2.4 Material de aporte.

De acuerdo a ASME BPE la junta no requirió material de aporte.

#### 5.3.2.5 Pre calentamiento.

Según ASME B31.3 párrafo 330 el pre calentamiento no aplica para el grupo de metales P8.

#### 5.3.2.6 Gas de Protección.

El gas de protección utilizado fue el argón con pureza mínima del 99.95% por ser disponible en el mercado y por mantener el arco estable en la soldadura GTAW. El certificado de calidad del gas empleado se muestra en el anexo 08.

Los valores utilizados son mostrados en la tabla 14 y aplicado según esquema mostrado en la figura 23.

#### 5.3.2.7 Corriente y polaridad.

Para seleccionar los parámetros de corriente se consideró que el equipo de máquina de soldadura orbital cuenta con la tecnología de corriente pulsada (onda cuadrada), mencionada en la sección 2.1.9.4.

Los valores iniciales de corriente ejecutados en los cupones de soldadura 01 y 02 fueron determinados de acuerdo a la experiencia del soldador, mediante la inspección visual del acabado del cordón se determinó que los cupones desarrollados con 65 amperios tienen mejor acabado y pasa la inspección preliminar frente a las muestras realizadas con 97 y 61 amperios. Ver figura 37.

#### 5.3.2.8 Limpieza.

Las uniones fueron sometidas con la limpieza apropiada antes de ser sometidas a soldeo, libre de contaminantes a 1/2 pulgada (13 mm), del filo interno y externo de tubería a ser sometido a unión. Las superficies interiores y exteriores que se soldarán quedaron libres de cualquier otro material que cause daño a la junta soldada.

<b><i>Variables de soldadura empleadas en las líneas de fusión.</i></b>	<b><i>Valor</i></b>
Material base	AISI 304L
Certificación de tubería	ASTM A270
Proceso de soldadura	GTAW
Espesor de tubería	1.65mm
Flujo de gas de protección	20-25 CFH
Flujo de gas de respaldo	12-15 CFH
Polaridad	Pulsada
Nº de pases	1
Tobera	No aplica
Electrodo de tungsteno	1/16" Thoriado 3%
Material de aporte	Sin material de aporte

**Tabla 14.** *Composición química en porcentaje de peso.*

**Fuente:** *Elaboración propia.*

#### 5.3.2.9 Calificación de procedimiento

Las indicaciones específicas de calificación de procedimiento de soldadura se ubicaron en el Capítulo V de ASME B31.3, en el capítulo X desarrollado para tuberías de servicio de Alta Pureza, cuya designación corresponde a la evaluación del apéndice M.

ASME B31.3 párrafo en 328.2.1, señala que los procedimientos de soldadura son calificados por el código BPV, sección IX, como puntos importantes identificamos lo siguiente:

- a) El inspector no será parte de la empresa constructora de tuberías y las pruebas de cupón de soldadura serán del tipo destructivo.
- b) En el párrafo U341.3.2 los cupones de soldadura son iguales a los mencionados en ASME BPE y cumplirán con los requisitos de 341.3.2.
- c) La calificación será 100% visual de uniones realizadas y no menos 5% de las uniones pasan prueba radiografía o ultrasonido. Más en la sección U341.4.1 del capítulo X, se podrá usar un examen con cupón de soldadura retirada de la soldadura siguiendo los requisitos del párrafo U344.8 en vez del examen de radiografía/ultrasonido. Cuando se hace uso de soldaduras orbitales se escoge al azar del 5% durante la fabricación.
- d) En el caso que se presencie un defecto de soldadura se harán pruebas del procedimiento de soldadura.
- e) El examen boroscópico es equivalente al examen visual.

- f) El cupón soldado retirado para el examen se cortará en dirección longitudinal para así ser examinada con el siguiente criterio:
- a. alineamiento
  - b. profundidad de soldadura
  - c. variación en el ancho de la soldadura en el punto más profundo
  - d. trazado de cordón de soldadura
  - e. decoloración
  - f. defectos de la soldadura, ejemplo, roturas, porosidad o residuos de sulfuro.

Se tomaron las siguientes variables, mencionadas en el parrado MJ - 6.3 de ASME BPE, cuyo cambio exige una nueva prueba de cupón estas variables son:

- a) Otro tipo de junta diferente a junta a tope cuadrada.
- b) El retiro o adición de un sólido de respaldo.
- c) Cambio en el diámetro de tubería contemplada en MJ-6.3-1
- d) Retiro o adición de metal de aporte o insertos consumibles.
- e) Cambio en el espesor del depósito del cordón de soldadura.
- f) Retiro o adición de gas de purga.
- g) Cambio en el tipo de corriente y polaridad.

- h) Cambio en el cabezal de soldadura abierto o cerrado.
- i) Cambio en el número de pases

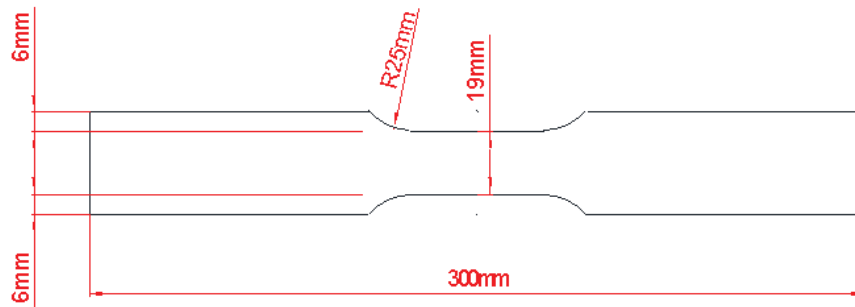
Finalmente, el párrafo MJ-7.3.3, confirma que la examinación de los cordones de soldadura se realizará mediante inspección visual y que si ASME B31.3 especifica radiografía o ultrasonido no es requerido a menos que el cliente lo determine.

Para las muestras soldadas se decidió realizar la prueba destructiva en todas las juntas frente a la inspección requerida por ASME BPE, MJ-7.3.3 (b), donde el requerimiento es al menos el 20% de las uniones realizadas. El criterio de aceptación utilizado en resumen se muestra en tabla MJ-8.4.1, resumidos en el Anexo 5.

Los cupones de soldadura necesarios para el ensayo de tracción se realizan según ASME Código IX párrafo QW-451.1, los cupones de soldadura requeridas para fines de calificación tienen las siguientes dimensiones:

- a) Los dos (02) cupones para la prueba de tracción se realizan con los cupones de soldaduras de 150 mm según QW -462.1 (b), y según figura QW-462.1 (b).

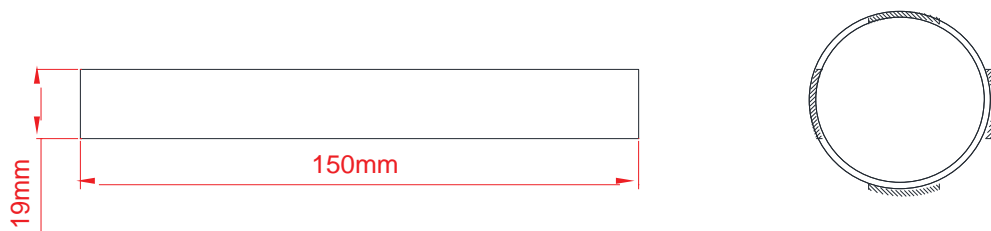




**Figura 35.** Dimensión de especímenes para prueba de tracción.

Fuente: Elaboración propia

- b) Los dos (02) cupones de doblez de cara y 02 cupones de doblez de raíz tienen dimensiones de 150 x 19 mm y son obtenidos según Figura QW 462.3(a).



**Figura 36.** Dimensión de especímenes para prueba de dobléz.

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de los cupones de soldaduras se realizaron pruebas 01, 02 y 03 en la que se definieron los parámetros y variables esenciales. Los cuales se registraron en el formato WPS del Anexo

03, y replicados en los cupones de soldadura 04, 05 y 06, para confirmar que el proceso determinado con 65 amperios es conforme.

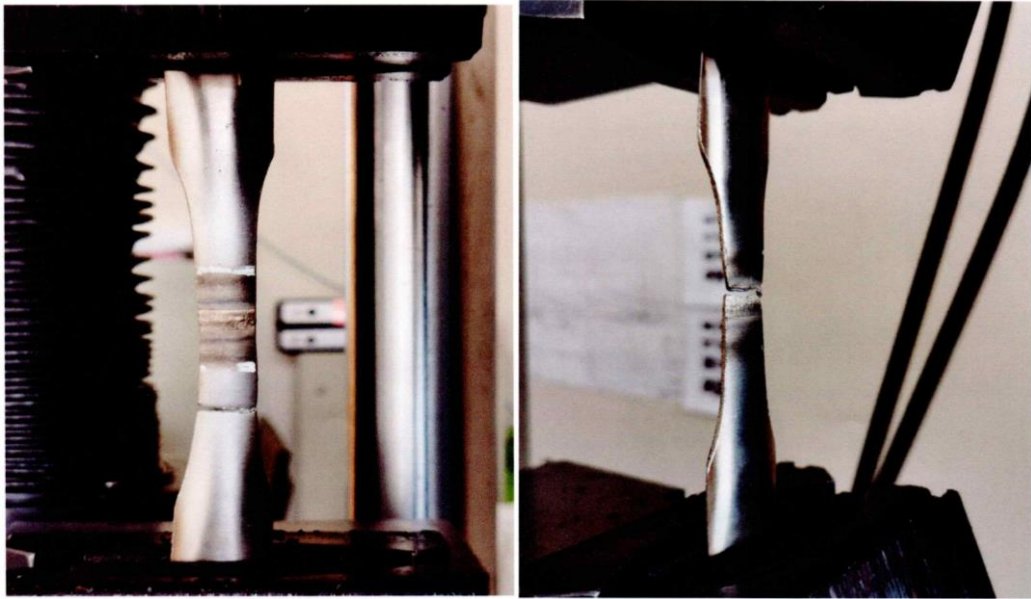




**Figura 37.** Registro de parámetros de soldadura, resultados conformes 3, 4, 5 y 6.  
**Fuente:** Elaboración propia.

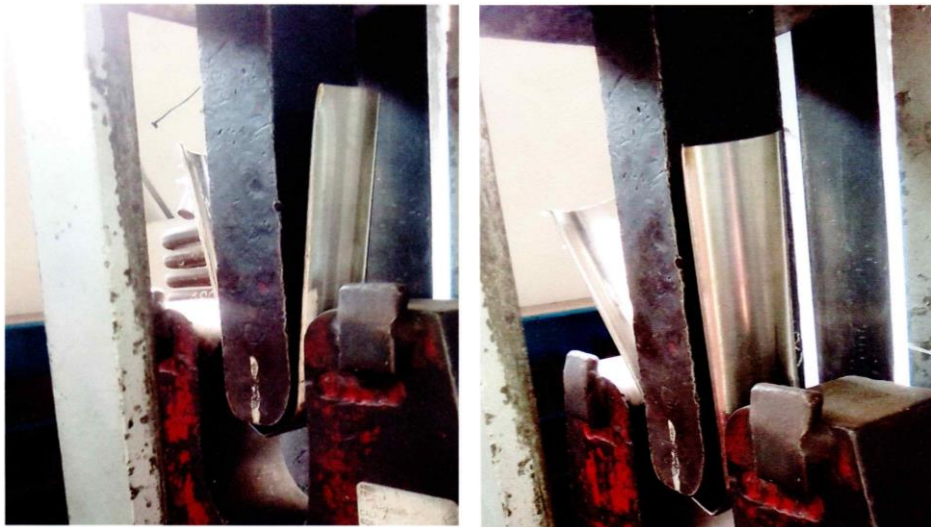
Los valores ejecutados por las uniones soldadas con la máquina orbital se imprimieron al término del proceso de soldadura y son mostrados en el Anexo 05.

Las probetas fabricadas de los cupones fueron sometidas a los ensayos de tracción y dobléz según ASME Código IX, con resultados conformes. Las probetas fueron ensayadas en el Laboratorio de Mecánica 04 de la Universidad Nacional de Ingeniería, dichos resultados cumplen con la normativa (ver en el Anexo 12).



**Figura 38.** Prueba de tracción según ASME IX.

Fuente: *Elaboración propia*



**Figura 39.** Prueba de dobles lado raíz y cara.

Fuente: *Elaboración propia.*

## 5.4 Procedimiento experimental para ejecución de cupones de soldadura.

### 5.4.1 Producción de cupones de soldadura.

Con los resultados conformes de tracción y doblez superando el valor requerido por norma, el inspector de soldadura calificado aprobó el WPS y PQR para los cupones 03, 04 y 05, mostrados en el Anexo 04 y 05. Con esta información se solicitó la producción de uniones soldadas con los mismos parámetros del WPS y registrados mediante numeraciones correlativas.

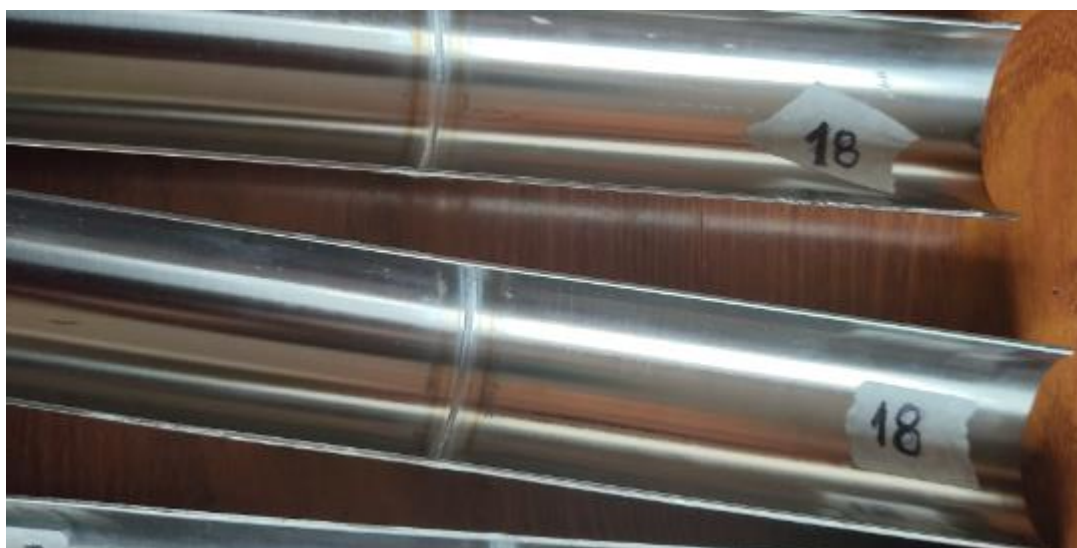
Cada cupón de soldadura es registrado en la tabla del Anexo 15 y 16 y examinados visualmente para evaluar la repetibilidad del proceso. Cualquier falla detectada en el proceso rechaza al cupón de soldadura.

TUBEMASTER DATA RECORD	
OPERATOR:	RSIMON
CURRENT DATE	05/22/2021
DATE CREATED	05/01/2021
WELD PROGRAM NUMBER	001
WELD NAME	PRUEBA
WELDING ID NO	00132
MACHINE S/N	TM514EB7012
DIAMETER	060.0mm
WALL THICKNESS	01.65mm
MATERIAL	304L
HEAD	304L
OPERATING MODE	RCD
WELD MODE	CONT.
PREPURGE	50
UPSLOPE	0
START AMPS	044.3
TRAVEL DELAY	02.3
PULSE UPSLOPE	NO
TACK WELDING	NO
PASS 1	
PULSING	ON
TRAVEL STEP	OFF
LEVEL 1	
AMPS	65.0
LP AMPS	035%
HPT	0.200 LPT
RPM	00.58
LEVEL TIME	25.97
LEVEL 2	
AMPS	65.0
LP AMPS	035%
HPT	0.200 LPT
RPM	00.58
LEVEL TIME	25.97
LEVEL 3	
AMPS	65.0
LP AMPS	035%
HPT	0.200 LPT
RPM	00.58
LEVEL TIME	25.97
LEVEL 4	
AMPS	65.0
LP AMPS	035%
HPT	0.200 LPT
RPM	00.58
LEVEL TIME	25.97
DOWN SLOPE DELAY	02.0
DOWN SLOPE	YES
DOWN SLOPE NO	NO
DOWN SLOPE HOME	NO
AUTOREWIND	YES
FINAL AMPS	08.0
POSTPURGE	15

Figura 40. Registro de parámetros de soldadura, resultados conformes 3, 4, 5 y 6.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.2 Inspección de cupones de soldadura.

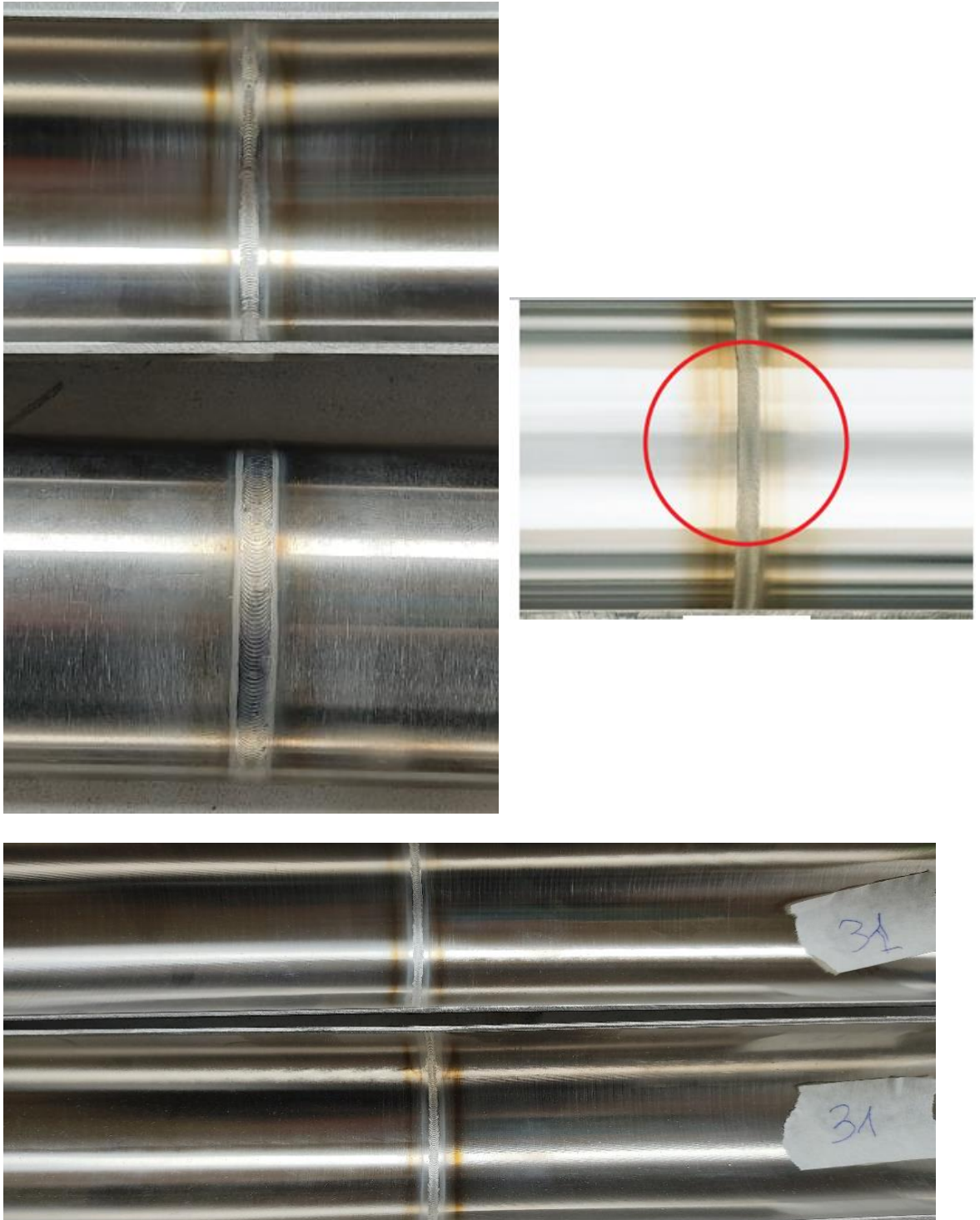
La prueba destructiva para todos los cupones de soldadura consistió en partir longitudinalmente los tubos en dos y mediante inspección visual comparar con los criterios de aceptación de la decoloración de la ZAC en los Anexos 05.



**Figura 41.** Prueba destructiva apertura de tubo para observación del interior.

**Fuente:** Elaboración propia.

La inspección visual es soportada por la tabla Anexo 16 y con los criterios de aceptación de la tabla MJ-8.4.1. Dentro de los criterios de aceptación se encuentran las fotografías de comparación en el anexo.



**Figura 42.** Cupón inspeccionado conforme comparado según criterios ASME BPE, Anexo03  
**Fuente:** Elaboración propia

### **5.4.3 Pasivado de uniones soldadas.**

Para el tratamiento posterior a la unión soldada, conocida como pasivado se seleccionó de las opciones presentadas en la especificación ASTM A967, el método seleccionado es el método D, el cual usa el ácido cítrico entre 4 y 10% de concentración de peso a temperatura ambiente.

#### **5.4.3.1 Limpieza de los cupones.**

Los cupones de soldadura se limpian para retirar cualquier contaminante, para nuestro caso los cupones de soldadura fueron retirados del taller y se limpiaron con paño limpio.

Luego los cupones de soldadura se limpiaron con detergente alcalino, para retirar cualquier contaminante existente en la superficie.





**Figura 43.** Limpieza manual con detergente alcalino.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 5.4.3.2 Pasivado de los cupones.

Se preparó la solución de 30 Litros de agua potable con 1723 gramos de ácido cítrico a temperatura ambiente y sumergidas por un periodo de 4 horas.

$$\text{Concentración de ácido cítrico} = 1.723 \text{ kg} / 30 \text{ kg} = \mathbf{5.74 \%}$$

$$\text{Tiempo de contacto} = 4 \text{ horas.}$$



**Figura 44.** Pasivación con ácido cítrico al 5.74% %v/v.

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### **5.4.4 Prueba de evaluación de limpieza y pasivado de especímenes.**

Para comprobar que las uniones soldadas no cuenten con hierro libre se seleccionó de la Tabla E-5-1, la prueba de sulfato de cobre ASTM A380 / ASTM A967 Práctica D (PT).

Según describe la especificación se prepara una solución de 250 cm<sup>3</sup> de agua desionizada, con 1cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico (densidad 1.84) y 4 g de sulfato de cobre en equilibrio.

Esta solución se aplica al cupón y se mantiene el baño por un periodo de 6 minutos, al término del tiempo los cupones de soldadura son observados para verificar si forman adhesiones de cobre, lo cual revelan que existe hierro libre.



**Figura 45.** *Test de sulfato de cobre en cupones.*

**Fuente:** *Elaboración propia*

Para evaluar la efectividad de la solución se introdujo clavos de acero y se observó la siguiente reacción, en la cual se forma placas de cobre de color rosado comprobando a la efectividad de la solución para detectar ferrita.



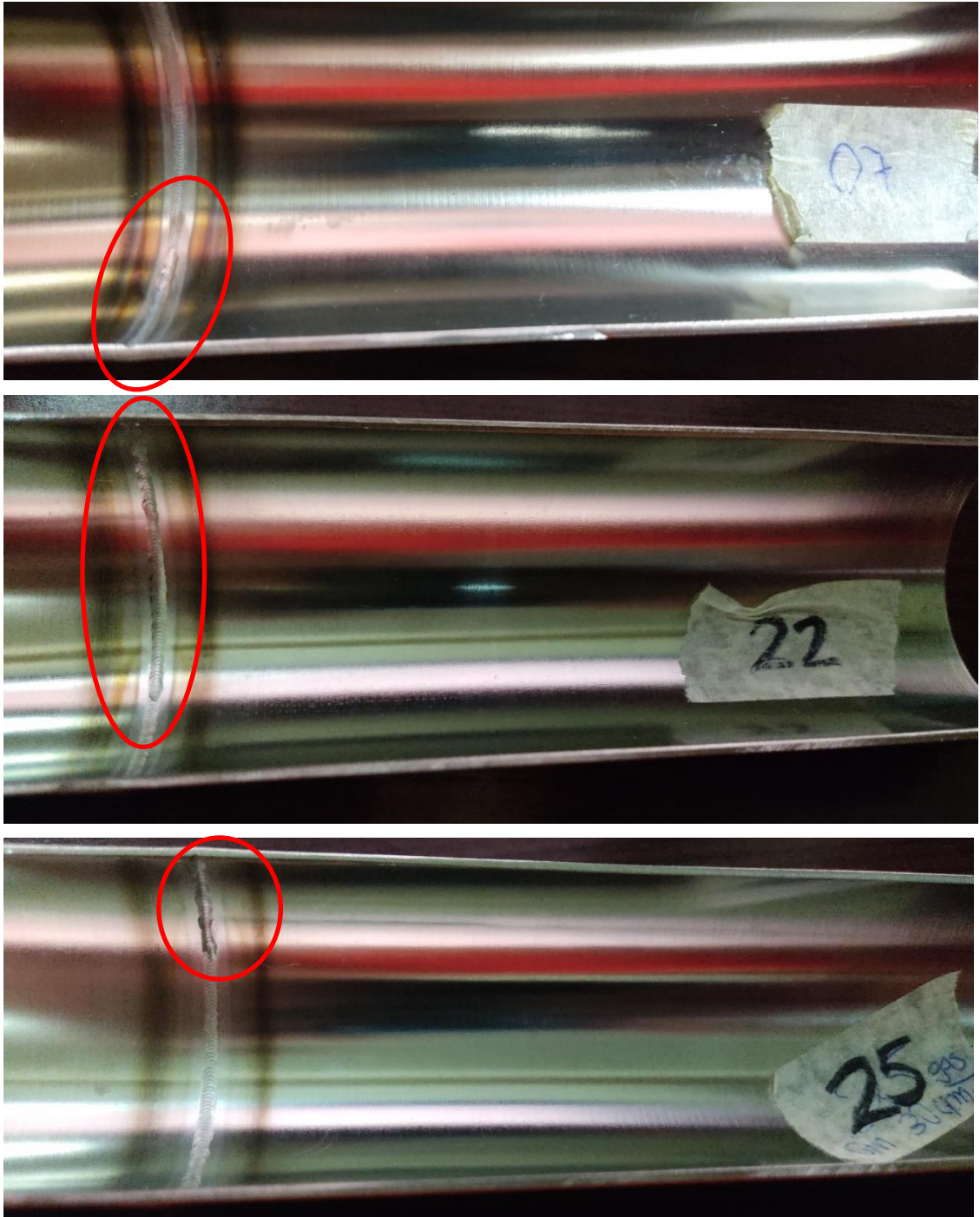
**Figura 46.** *Comprobación de depósito de cobre con elementos de acero.*

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### 5.4.4.1 Inspección final de uniones soldadas.

A continuación, se muestra los defectos encontrados en la inspección de los cupones de un total 32 juntas soldadas.

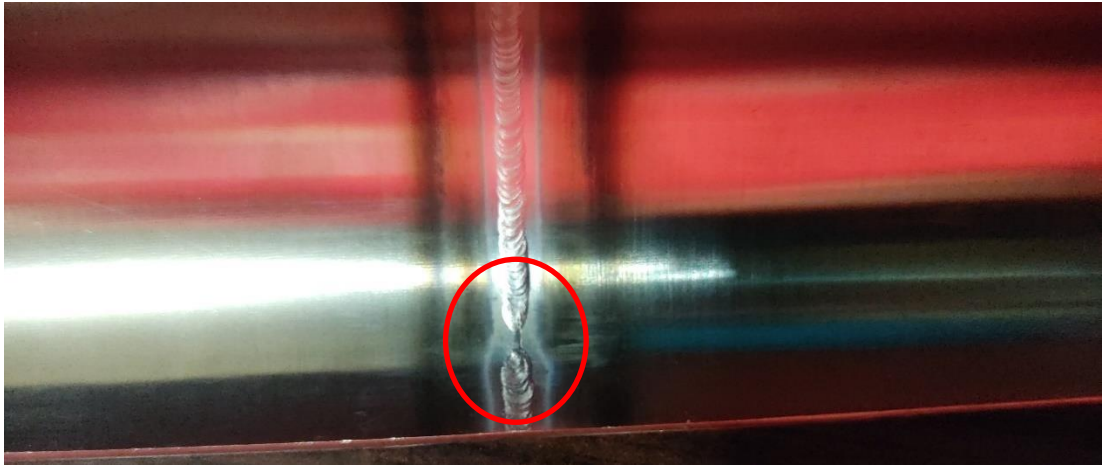
## 5.4.4.1.1 Cupones con socavado.



**Figura 47.** Defecto de socavación.

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### 5.4.4.1.2 Falta de fusión.



**Figura 48.** Defecto de falta de fusión.

**Fuente:** *Elaboración propia*

#### 5.4.4.1.3 Desalineamiento.



**Figura 49.** Defecto de desalineamiento.

**Fuente:** *Elaboración propia*

## CAPITULO VI

### ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

#### 6.1 Porcentaje de rechazo de los cupones de soldadura.

Para el cálculo, no son considerados los dos (02) primeros cupones 01 y 02 previos a la calificación del WPS y PQR, los cuales se obtuvieron por regulación inicial de parámetros. Por tanto, los cupones contabilizados son desde el cupón 03 hasta el 32 y los cupones rechazados son mostrados en los formatos de inspección del Anexo 16 y 17.

$$\% \text{ cupones rechazados} = \frac{\text{Cupones rechazados}}{\text{Cupones obtenidos}}$$

$$\% \text{ cupones rechazados} = \frac{5}{30}$$

$$\% \text{ cupones rechazados} = 16.6\%$$



En comparación con la referencia de Bárbara K. Henon; 2010, donde un contratista rastreó 100,000 soldaduras orbitales y obtuvieron una tasa de rechazo de 1.8% a 0.2%; la presente investigación obtiene un alto rechazo del 16.6%; considerando que la muestra representa 0.032 % de cupones producidos y que el material no es SS 316L, mencionado como referencia para sistemas de alta pureza.

#### **6.1.1 Análisis del material empleado.**

Según la Figura 15 en el gráfico tiempo/ temperatura de susceptibilidad a la corrosión intergranular de un 18/8 con diferentes contenidos en carbono, para un tiempo de 1.73 minutos aplicado y una concentración de 0.018% de carbono en el material base, la unión soldada no es afectada por la corrosión intergranular.

La decoloración observada en la ZAC indica que las microestructuras de acero inoxidable son sensibilizadas por la soldadura.

### 6.1.2 Análisis de resultados de los cupones de soldaduras soldadura.

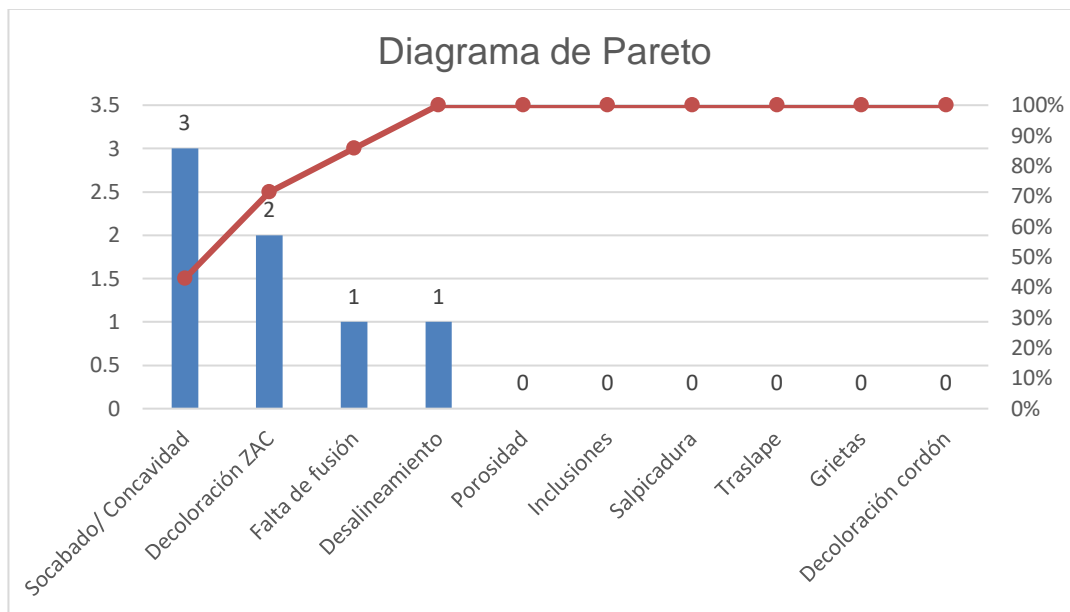
Basados en la información recolectada en el Anexo 16 se clasificó los defectos de soldadura presentados en el proceso y se realizó el análisis de Pareto.

Defectos proceso	Cantidad	Acumulativo	Porcentaje %
Socavado/ Concavidad	3	3	43%
Decoloración ZAC	2 <sup>(a)</sup>	5	71%
Falta de fusión	1	6	86%
Desalineamiento	1	7	100%
Porosidad	0	7	100%
Inclusiones	0	7	100%
Salpicadura	0	7	100%
Traslape	0	7	100%
Grietas	0	7	100%
Decoloración cordón	0	7	100%

**NOTA:** (a) Cupones correspondientes a la etapa inicial de calibración de parámetros del proceso.

**Tabla 15.** *Conteo y porcentaje de defectos de uniones soldadas por tipo.*

**Fuente:** *Elaboración propia.*



**Figura 50.** Diagrama de Pareto – Soldadura Orbital tubería ASTM A270 – 304L.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.3 Análisis causa raíz de los defectos de uniones soldadas.

#### 6.1.3.1 Análisis causa raíz - socavado.

Para determinar la causa raíz del defecto de socavado que representa el 43% de los defectos encontrados, se convocó a reunión a todo el personal involucrado con el fin de plasmar en el Diagrama de Ishikawa las razones de ocurrencia.

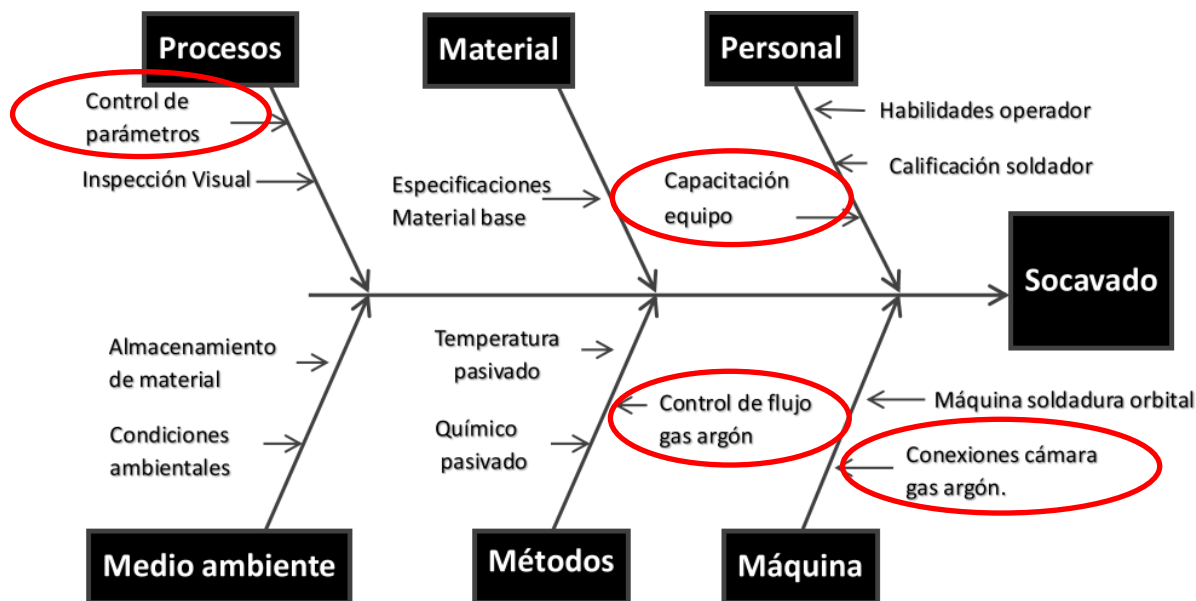


Figura 51. Diagrama Ishikawa para el defecto de soldadura.

Fuente: Elaboración propia.

Causa Primaria	Causa Secundaria	Causa Terciaria	Causa cuarta	Causa Quinta
Socavado	Falta de control de parámetros de gas argón	Operador genera purga de aire con barrido de 30 CFH y no se regula a valor establecidos en WPS.	El operador desconoce el ajuste de tiempos de flujo de argón mediante maquina orbital y se realiza manualmente con las válvulas regulación de presión del tanque.	Falta de capacitación de máquina orbital.
<b>¿Qué hacer?</b>	<b>¿Como?</b>	<b>¿Quien?</b>	<b>¿Por qué?</b>	
Control de flujo de argón constante mediante regulación del tiempo de purga del equipo	Capacitación del operador en regulación de purga.	Supervisor de trabajo	Evitar socavado y parámetros de purga variables.	

Tabla 16. Los 5 Porque del defecto de socavado.

Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.3.2 Análisis causa raíz – falta de fusión.

La falta de fusión representa el 14% de los defectos encontrados y se considera un defecto grave debido a que la existencia del defecto de falta de fusión no garantiza la unión soldada en integridad y seguridad.

Causa Primaria	Causa Secundaria	Causa Terciaria	Causa cuarta	Causa Quinta
Falta de fusión en primer cuadrante de cordón de soldadura.	Amperaje inadecuado	Velocidad inadecuada		
¿Qué hacer?	¿Como?	¿Quien?	¿Por qué?	
Nueva WPS	Cambio de parámetros amperaje y tiempo de cuadrantes.	Supervisor de trabajo	Evitar falta de fusión.	

**Tabla 17.** Los 5 Porque del defecto de falta de fusión.

**Fuente:** *Elaboración propia.*

### 6.1.4 Análisis de resultados de la evaluación de limpieza y pasivado de cupones.

Los cupones de soldaduras luego del proceso de pasivado presentan la decoloración mayor en la ZAC en comparación al criterio

de aceptación ASME BPE. El cordón de soldadura mantiene su color original tanto en la zona interna como en la parte externa de la tubería.

La decoloración evidenciada nos confirma que la ZAC es sensible al proceso de soldadura TIG y que es la zona donde se modifica su estructura.



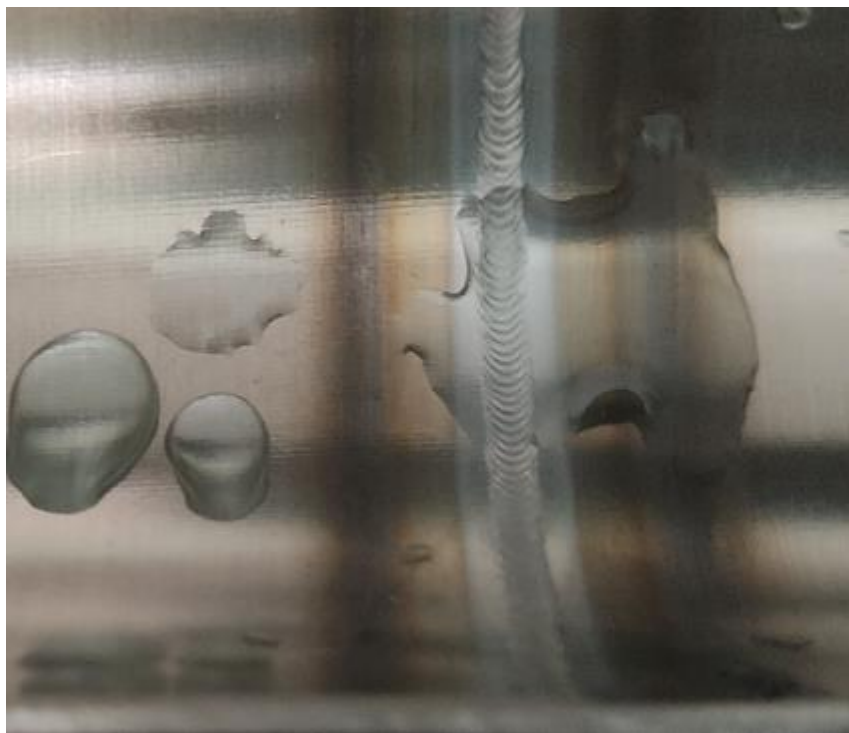
**Figura 52.** Decoloración de ZAC después del pasivado (*Heat tint*).

**Fuente:** *Elaboración propia.*

Los resultados de la encuesta se observa el predominio del material 304SS, el cual presenta mayor susceptibilidad de formación de carburos de cromo frente al 304L que es un acero inoxidable de baja concentración de carbono, esto representa riesgo de contaminación si no se aplica las inspecciones y criterios de comparación como los presentados en ASME BPE.

### 6.1.5 Comprobación mediante prueba de sulfato de cobre.

En la figura 53 la prueba de sulfato de cobre, no genera ningún depósito de cobre, con lo que afirmamos que no existe fierro libre en la superficie de la tubería y que no es propenso a la corrosión.



**Figura 53.** *Test de Sulfato de Cobre sobre ZAC y cordón.*

**Fuente:** *Elaboración propia según experimentación.*

### **6.1.6 Consideraciones y observaciones en el desarrollo de la investigación.**

1. En la inspección de materiales se observó que el Heat Number de la tubería es diferente al proporcionado por el proveedor en el certificado de calidad; para la presente experimentación se consideró que el proveedor aseguró que el certificado corresponde al material suministrado.
2. El control del flujo de gas de protección representa un variable esencial dentro del proceso automático, el cual influye en el acabado de unión de soldadura. Los valores de flujo de gas Argón son obtenidas con las válvulas de regulación del tanque de Argón.
3. No es medible la concentración de la purga de oxígeno dentro de la cámara y en el cabezal de máquina orbital, este valor depende de la válvula reguladora, del medidor de flujo de gas (valor regulado por operador en forma manual), y del tiempo fijo seteado en la máquina orbital.
4. El proceso de pasivado no disminuye la decoloración presente de la ZAC.



5. Para evidenciar la repetibilidad del proceso se indica al operador soldar con las variables del WPS aprobado desde el cupón 3, aun cuando se encuentre un defecto. Según el flujo de proceso al encontrarse un defecto de soldadura que derive en la modificación de una variable esencial requiere otro WPS.
  
6. Por estándar se audita el 20% de las tuberías instaladas mediante prueba destructiva o mediante boroscopia, este último es equivalente a la inspección visual.
  
7. La decoloración de la ZAC en el acero inoxidable 304L es causado por la soldadura, existiendo sensibilización de la microestructura del acero inoxidable. Por lo tanto, es necesario una evaluación metalográfica para evaluar los componentes de la zona sensibilizada.

## 6.2 Contrastación de la hipótesis de la investigación.

Frente a la hipótesis planteada que la incorporación del estándar de Equipos de Bioprocesamiento de ASME BPE-2016, reducirá la contaminación en la gestión de procesos de uniones soldadas en las tuberías empleadas en las empresas de fabricación de bebidas no alcohólicas. Consideramos que la hipótesis se apoya y se sustenta con los siguientes resultados obtenidos:

- a) Las variables dependientes con 83.4% de uniones soldadas aceptables.
- b) Las uniones soldadas que no cumplen los criterios de aceptación (16.6%), reducen los riesgos presentes por defectos de soldadura.
- c) Todos los cupones no generan depósito de cobre con lo cual se afirma que no existe trazas de ferrita y elimina el riesgo de corrosión en la unión soldada.

### 6.3 Conclusiones.

1. La prueba de sulfato de cobre ASTM A380 / ASTM A967 Práctica D (PT), evidenció que ningún cupón (aceptables y rechazados), formó adhesiones de cobre sobre la tubería, lo cual sustenta que no existen precipitaciones de ferrita en la junta soldada, principal causa que aparezcan la corrosión.
2. De acuerdo a la contrastación de la hipótesis, el objetivo de reducir el riesgo de contaminación en uniones soldadas de tuberías empleadas en las empresas de fabricación de bebidas no alcohólicas, se sustenta en los resultados mencionados en el párrafo anterior y que el 16.6% de los cupones se rechazan por defectos de soldadura que representan riesgo de contaminación para la instalación basado en ASME BPE.
3. En las pruebas mecánicas de tracción exigidas por ASME Sección IX, el valor de esfuerzo de tracción (75 ksi), es mayor al valor del material base (70 ksi). Además, el ensayo de dobléz no muestra ningún defecto, por cuanto es aprobado el WPS y PQR.

4. Según el criterio de aceptación ASME BPE Figura MJ-8.4-3 de decoloración de cordón y ZAC, las 32 uniones soldadas obtienen la calificación aceptable con el WPS y PQR aplicado.
5. Se concluye que al no contemplarse en la ley criterios de aceptación de uniones soldadas de aceros inoxidable en contacto con productos de consumo humano, las desviaciones mostradas en el presente trabajo son riesgos presentes en las instalaciones de las empresas de bebidas no-alcohólicas.
6. El flujo de actividades soporta la mejora de la gestión de la calidad bajo el enfoque de la ISO 22000 para el control de riesgos de contaminación en la obtención de uniones soldadas para tuberías de aceros inoxidable, pues existe la trazabilidad para evidenciar cada unión con su respectiva documentación.
7. Los resultados de la encuesta se observa el predominio del material 304SS, el cual presenta mayor susceptibilidad de formación de carburos de cromo frente a los aceros inoxidable de baja concentración de carbono, esto representa riesgo de contaminación si no se aplica las inspecciones y criterios de comparación como los presentados en ASME BPE.

#### 6.4 Recomendaciones.

1. En una segunda etapa de investigación se recomienda:
  - a) Realizar el estudio de uniones soldadas de tuberías ASTM A270 con el control de concentración de oxígeno de purga y obteniendo valores de concentración menor a 10 ppm, según referencia AWS D18.2 y ASME BPE, debido a que el presente estudio controló la variable mediante el tiempo de purga automático de la cámara.
  - b) Evaluar juntas soldadas entre diferentes aceros: austeníticos, super-austeníticos y dúplex comprendidos dentro del estándar ASME BPE, los cuales presentan beneficios de resistencia química en los procesos de limpieza y desinfección de las instalaciones.
  - c) Experimentar con la mezcla de gases de Argón, Helio e Hidrógeno por las propiedades reductoras que protegen el metal fundido contra la influencia del oxígeno de la atmósfera circundante.

2. Que el Instituto de Investigación de la Facultad Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería aperture una investigación para determinar el estándar a cumplir en las instalaciones industriales donde procesan alimentos para asegurar la calidad e inocuidad alimentaria señalada en el Codex alimentario. Los cuales exigen protocolos y especificaciones con la pandemia COVID 19.
  
3. Que las universidades, empresas del sector de bebidas no alcohólicas vía el Instituto Nacional de Calidad del Perú promuevan la creación de una Norma Técnica Peruana (NTP), basada en el estándar ASME BPE para asegurar la calidad e inocuidad de las uniones soldadas en las plantas industriales que empleen tuberías de acero inoxidable, considerada tubería sanitaria, en contacto con productos alimenticios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Aldana, Álvarez, Bernal, Díaz, González, Galindo, Villegas (2011), "Administración por Calidad"
- [2] Aperam Stainless Europe, (2013) "Corrosión de Aceros inoxidables"
- [3] Aracil, Manuel (2018) "Soldadura y corte de Aceros Inoxidables"
- [4] ASME (2016) Bioprocessing Equipment ASME BPE -2016
- [5] ASME B31.3 (2010) Tuberías de Proceso
- [6] ASME Seccion IX (2019) Código de Recipientes a Presión y Calderas
- [7] ASTM A270/A270M – (2015) Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic and Ferritic/Austenitic Stainless-Steel Sanitary Tubing
- [8] ASTM A967-01 (2002), Standard Specification for Chemical Passivation Treatments for Stainless Steel Parts
- [9] Australian Stainless-Steel Development Association (2017), Code of practice for the fabrication and installation of stainless-steel process plant and equipment in the food and beverage industries
- [10] AWS D18.1: (2009) Especificación de soldadura de aceros inoxidables Austeníticos y tuberías de aplicaciones Sanitarias (Higiene)

- [11] AWS D18.2: (2019), Guía de Niveles de decoloración en el interior de tuberías de acero inoxidable austenítico
- [12] Barbara K. Henon (2010) - Considerations for Orbital Welding of Corrosion Resistant Materials to ASME
- [13] Bejarano Ulloa J., Nuñez Monrroy R. (2018), “Evaluación de la influencia de los gases de protección de soldadura en las propiedades del acero inoxidable UNS S32707”
- [14] Berrón Jiménez A. (2016) “Evaluación de la Capacidad de formación de Biofilms por parte de cepas salvajes de *Listeria monocytogenes* resistentes a Amonio cuaternario”
- [15] Borda Castillo, M. (2015) “Control de calidad de soldadura TIG en la fabricación de equipos de aceros inoxidables para la Industria Cervecera del Perú”
- [16] Callister W, Rethwish D (2010) “Introducción a la Ciencia de los materiales e Ingeniería”
- [17] Camacho Medina, B. (2014) “Evaluación de la resistencia a la corrosión de uniones soldadas de acero inoxidable mediante proceso GTAW y material de aporte tubular”
- [18] Campbell, R., Sturgill, L. y Roth, W. (2014). Códigos y Estándares que tratan Acero inoxidable. *Welding Journal*, Vol. 93 (5)
- [19] Carburos Metalicos (2018), manual del soldador.



- [20] Chuquimarca Pomagualli, K., Garces Mancero, H. (2020) "Estudio de la austenita retenida en el acero inoxidable bajo condiciones experimentales de soldadura y tratamientos térmicos"
- [21] Coy, Ana (2006) Evaluación de la modificación de elementos (Mo, Mn, Ti) en el comportamiento frente a la corrosión de aceros Inoxidables Austeníticos
- [22] D.L. Piron. The Electrochemistry of Corrosion. NACE International, Houston, (1994) pp. 183
- [23] Diario El Peruano (2008) Ley1062 Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Inocuidad de los Alimentos
- [24] Espín Lagos, S.; Coello Fiallos, D.; Guamanquispe Toasa J.; Pérez Salinas C.; Paredes Zumbana J (2018) "Influencia del contenido de oxígeno atmosférico en el proceso de purgado con argón en la soldadura TIG de tubería de acero inoxidable AISI 304"
- [25] FAO (1969), Principios Generales de Higiene de Alimentos
- [26] Gamarra Yopez, D. (2020). "Determinación de los parámetros óptimos de la Soldadura TIG, para tuberías de diámetro estándar de 1" y 4" con especificación Técnica ASTM A270-Tipo 304 y Evaluación por Ensayos No Destructivos
- [27] Heldman y Seiberling (1976) "Saneamiento ambiental"
- [28] Herrero Luengo, D. (2016) "Influencia del tratamiento de endurecimiento a alta temperatura en el comportamiento frente a la corrosión por picaduras de una unión soldada de acero inoxidable austenítico"

- [29] Indura (2010) - Manual de los Aceros Inoxidables.
- [30] Lorenzo F., Orihuel E., Navarro R. y López C. para Betelgeux (2010)  
Control de la presencia de Biofilms en la Industria Alimentaria
- [31] Magnatec (2017), Manual de operación y mantenimiento Tubemaster  
modelo 514E
- [32] Magnatec (2017), Manual de operación y mantenimiento para cabezal de  
soldado 840
- [33] Ministerio de la Producción (2015) Estudio de Investigación sectorial de  
bebidas no alcohólicas”.
- [34] Monroe, D (2007), “Investigando grietas en las armaduras de Biopelículas  
de bacterias. Tomo 5, N.º 11, e307
- [35] Oficina Internacional del Trabajo OIT (1998), - Enciclopedia de Salud y  
Seguridad en el trabajo
- [36] Rolando Nuñez Monrroy (PUCP) (Boletín 02 del 27 abril del 2016) -  
Normativas para el control de calidad en soldadura de tuberías para  
aplicaciones en la Industria Alimentaria.
- [37] Rolando Nuñez Monrroy (PUCP) (SINPOINOX 2012), Uso de  
especificaciones para el control de calidad en la fabricación y soldadura de  
equipos y tuberías en la Industria Alimentaria
- [38] Sánchez Gavidia, A. (2016), Determinación del factor de corrección en el  
tiempo de exposición para el ensayo de radiografía industrial en tubería de  
acero inoxidable con agua
- [39] Singh R., Heldman D. (2009), “Introducción a la Ingeniería de alimentos.”

- [40] Sociedad Nacional de Industrias (2018), Industria de Alimentos y bebidas
- [41] Sucle Portugal (2016), "Estudio de los defectos de soldadura TIG en la construcción de tanques de Inoxidables 304 y su influencia en el proceso de obtención del Vino"
- [42] Toshihiro Yamate y Saburo Murakawa (2011), Estudio de causas de Corrosión y prevención de instalaciones con equipos y tuberías de acero inoxidable
- [43] Tscheuschner H. (2001) "Fundamentos de tecnología de los alimentos"
- [44] William M. (Bill) Huit (2017), Bioprocessing Piping and Equipment Design

## ANEXO 1

### Encuesta de Soldadura de Tuberías de acero inoxidable en la Industria Alimentaria

#### FICHA TECNICA DE LA ENCUESTA

Realizado entre el 01 junio 2020 hasta 31 de marzo 2021,

Lugar: Vía Online (Microsoft Forms)

Total de participantes en la encuesta: 18 personas.

Comprendidos en los siguientes grupos:

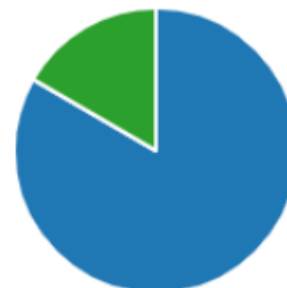
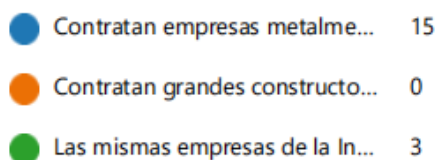
- a. *Mando Medio (Supervisores, Jefaturas): 06 personas*
- b. *Personal Operativo (Técnicos, soldadores): 10 personas*
- c. *Gerencia y Alta Dirección: 02 personas*

1. Describa el tipo de Industria en el cuál labora:

● Alimenticia	5
● Metalmecánica para Industria ...	13



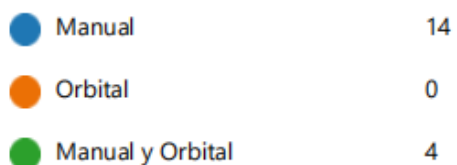
2. En su opinión, ¿Qué tipo de empresas atienden las nuevas instalaciones de tuberías que transportan productos alimenticios como agua, jarabe, jugos, leche, aceite vegetal, entre otros?



3. ¿Qué tipo de tecnología de soldadura es la más aplicada en la Industria Alimentaria en la instalación de tuberías Inoxidables que transportan productos alimenticios?



4. Dentro de los tipos de soldadura TIG aplicados en la soldadura. ¿Cuál es el aplicado por su empresa?



5. Si la respuesta en la pregunta 03 fue Manual. Al realizarse la soldadura TIG manual ¿Se realiza ensayos de Radiografía o Ultrasonido?

● Si	7
● No	11
● Mi respuesta fue otra que Ma...	0



6. ¿Cuál cree que es la razón que no se utilice soldadura Orbital en la Industria Alimentaria?

● Falta de proveedores con equi...	10
● Instalaciones con espacio red...	5
● Falta de soldadores calificados	3



7. ¿Qué norma emplea en el control del proceso de soldadura de tuberías inoxidables para Industria Alimentaria (con rugosidad y acabado sanitario)?

● ASME BPE	1
● ASME B31.3	6
● AWS D18.2	2
● Control visual, responsabilidad...	9



8. De acuerdo a la norma empleada o método de control, ¿Cuál cree que es la principal técnica para aprobar una unión soldada de tubería inoxidable sanitaria previa al tratamiento post-soldadura?

- Inspección visual y comparaci... 10
- Presencia de gas inerte en la c... 8



9. Si la unión soldada fue rechazada por porosidades, se debe:

- Cambiar de WPS (Welding Pro... 9
- Realizar nuevamente la unión ... 9



10. ¿Qué tratamiento post-soldadura es empleada en uniones soldadas de tuberías inoxidables sanitarias?

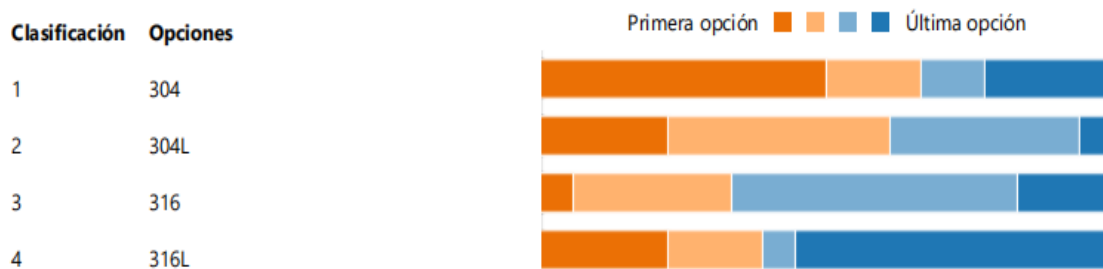
- Pasivado 11
- Electropulido 2
- Decapado 5



11. ¿Por quién es realizado el tratamiento post-soldadura?



12. De acuerdo a mayor empleo, ordene los materiales utilizados en tuberías de acero inoxidable sanitario. En primer lugar, el más empleado y al último el menos empleado.





## ANEXO 2

## Registro de material según ASME BPE-2016

Nombre de la Institución: FAMIP SAC Proyecto Número: 2021-01Registro: 01 Recibido por: Crispin Payco Fecha de Recepción: 8/04/2021Usuario: Corporación Lindley S.A. Aprobado por: MMorales Fecha: 10/04/2021

Concepto	Descripción Técnica
Proveedor	Kaysen Steel industry
Contacto de proveedor	Fiorella Representaciones S.A.C.
Información de Proyecto	2021-01
Marca y código de identificación de tubería	200717N05-3
Producto	Tubería sanitaria inoxidable
Especificación técnica	ASTM A270
Orden de Compra	No aplica.
Número de Lote	200717N05-3
Información del examinador	Miguel Morales
Aleación Material (Composición química)	Ni 8.05% - Cr 18.27%
Descripción de material	Tubería sanitaria 304L
Cumplimiento DT-11	SI
Espesor de Pared	1.65 mm
Diámetro (Tolerancia)	50.8 mm (+0.13/-0.25) mm
Superficie (Ra Rugosidad)	12 micrón pulgada
Examinación Visual	Conforme
Cantidad Recibida	02
Cantidad Rechazada	--
Comentarios	Producto conforme. Almacenamiento y protección conforme. Heat Nro. No corresponde con el certificado.

## ANEXO 3

## Especificación de procedimiento de soldadura (WPS), según ASME IX

Nombre de la Institución: \_\_\_FAMIP SAC\_\_\_ Por: Miguel Morales  
 Especificación de Procedimiento de Soldadura: MMZ-01 Fecha: 03/04/2021  
 N° de PQR soporte: \_\_\_N/A\_\_\_  
 Revisión Nro.: \_\_\_A\_\_\_ Fecha: 01/05/2021  
 Proceso de Soldeo: \_\_\_GTAW\_\_\_ Tipo: Automático/ Serie de máquina: TM514EB7012

<b>JUNTAS (QW-402)</b> Diseño de junta: A tope bisel cuadrado Respaldo: No aplica Material de respaldo (Tipo) <u>No aplica</u> <input type="checkbox"/> Metálico <input type="checkbox"/> Metal no fundible <input type="checkbox"/> No Metálico <input type="checkbox"/> Otro		<b>Detalle</b> 	
<b>METALES BASE (QW-403)</b> No. P: <u>___8___</u> No. Grupo: <u>___1___</u> a No. P <u>___8___</u> No. Grupo <u>___1___</u> O Especificación. Tipo y Grado: <u>___Todos___</u> A Especificación, Tipo y grado: <u>___Todos___</u> O Análisis Químico y Prop. Mec: <u>___ASTM - A270 Tipo304L___</u> A Análisis Químico y Prop. Mec: <u>___ASTM - A270 Tipo 304L___</u> Rango de Espesor: Metal Base:                      Ranura: <u>___1/16" a 1/8" (1.5mm a 3.0 mm)___</u> Filete: <u>___No aplica___</u> Orden de Diámetro de Tubo:                      Ranura: <u>___Todos___</u> Filete: <u>___No aplica___</u> Otros: <u>_____</u>			
<b>METALES DE APORTE (QW-403)</b> No. Espec.(SFA)	GTAW		
No.AWS(Clase)	No aplica		
No.F.	No aplica		
No.A.	No aplica		
Tamaño de Materiales de Aporte	No aplica		
Metal de soldadura Rango de espesores: Ranura Filete	No aplica No aplica No aplica		
Electrodo-Fundente (Clase)	No aplica		
Nombre Comercial de fundente	No aplica		
Inserto Consumible	No aplica		
Otros	No aplica		

<b>POSICIONES (QW-405)</b> Posición(es) de canal: <u>    Todos    </u> Progresión de soldadura: Ascendente <u>    SI    </u> Descendente <u>    SI    </u> Posición de Filete: <u>    No aplica    </u>	<b>TRATAMIENTO TERMICO POSTSOLDADURA (QW-407)</b> Rango de Temperatura: <u>    No aplica    </u> Rango de Tiempo: <u>    No aplica    </u>												
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b> Temp.Min.de Pre calentamiento: <u>    70°F (Temperatura ambiente)    </u> Temp.Máx. entre pasadas: <u>    No requerido    </u> Mantener Pre calentamiento a: <u>    No requerido    </u> (Calentamiento continuo o especial, donde sea aplicable, debe ser registrado)	<b>GAS (QW-408)</b> Porcentajes de Composición <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Gas</th> <th style="text-align: center;">(Mezcla)</th> <th style="text-align: center;">Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección: <u>    Argón    </u></td> <td style="text-align: center;"><u>    100%    </u></td> <td><u>    20-25 CFH    </u></td> </tr> <tr> <td>Purga: <u>    Argón    </u></td> <td style="text-align: center;"><u>    100%    </u></td> <td><u>    12-15 CFH    </u></td> </tr> <tr> <td>Respaldo: <u>    No aplica    </u></td> <td style="text-align: center;"><u>    No aplica    </u></td> <td><u>    No aplica    </u></td> </tr> </tbody> </table>	Gas	(Mezcla)	Flujo	Protección: <u>    Argón    </u>	<u>    100%    </u>	<u>    20-25 CFH    </u>	Purga: <u>    Argón    </u>	<u>    100%    </u>	<u>    12-15 CFH    </u>	Respaldo: <u>    No aplica    </u>	<u>    No aplica    </u>	<u>    No aplica    </u>
Gas	(Mezcla)	Flujo											
Protección: <u>    Argón    </u>	<u>    100%    </u>	<u>    20-25 CFH    </u>											
Purga: <u>    Argón    </u>	<u>    100%    </u>	<u>    12-15 CFH    </u>											
Respaldo: <u>    No aplica    </u>	<u>    No aplica    </u>	<u>    No aplica    </u>											

**CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)**

Corriente CA o CD:     CD     Polaridad:     Pulsada (Cuadrada)      
 Amperios (Rango):     65 A     Voltios (Rango):     6-10      
 V

(El rango de amperajes y voltajes debe ser registrado por cada tamaño de electrodo, posición y espesor, etc. Esta información es listada en una forma tabular similar a la mostrada abajo).

Tipo y Tamaño de Electrodo de Tungsteno.     1/16" x 31 mm, 3% Thoriado      
 (Tungsteno Puro, 2% Thoriado. Etc)

Modo de Transferencia de metal para GMAW:     No aplica      
 (Arco Spray, Arco en Corto Circuito, etc.)

Rango de Velocidad de alimentador de alambre:     No aplica    

<b>TECNICA (QW-410)</b>										
Cordón recto y oscilante: <u>    Stringer    </u>										
Orificio o tamaño de la tobera: <u>    No aplica    </u>										
Limpieza inicial y entre pasadas (Cepillado, Esmerilado, etc.): <u>    Corte en frío y limpieza inicial    </u>										
Método de acanalado posterior: <u>    No aplica    </u>										
Oscilación: <u>    No aplica    </u>										
Distancia de tubo de contacto a zona de trabajo: <u>    No aplica    </u>										
Pase Simple o múltiple (por lado): <u>    Simple    </u>										
Múltiples o un solo electrodo: <u>    Simple    </u>										
Velocidad de soldeo (Rango): <u>    Ver tabla siguiente    </u>										
Heat Input (máximo): <u>    No aplica    </u>										
Martillado: _____										
Otros: _____										
Tamaño de tubería	Espesor de Pared	Corriente			High Settings			Low Settings		
		Tipo	Polaridad	Voltaje	Amperaje	Tiempo	Velocidad	Amperaje	Tiempo	Velocidad
1-3 pulgadas	1.65 mm	DC	Pulsada	6-10	65 A	0.2s	3.64pulg/min	22 A	0.2 s	3.64pulg/min

**NOTA:**

ELABORADO POR: Miguel Morales Zapana	APROBADO POR:
--------------------------------------	---------------



## CONSULTANTS WELDING INSPECTION

INSPECTOR AWS - CWI - EDUCADOR AWS - CWE - NDT (PT-VT-UT) NIVEL I Y II - ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS - CERTIFICACION  
CAPACITACION E INSPECCION DE SOLDADURAS NDT (PT-VT-UT) Y ASESORAMIENTO  
sitio web: <http://sites.google.com/jcconsultants.net/urteaga> / Email: [hugosam@jcconsultants.net](mailto:hugosam@jcconsultants.net)



Página : 1 de 2 WPS : FSAC-01		ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA Welding Procedure Specification (WPS) Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code-2020		
Nombre de la compañía	: FAMIP SAC	Fecha	: 30/05/2021	
Especificación de Procedimiento	: WPS:FSAC-01	Autorizado por:	Miguel Morales Z.	
Soporte PQR N° (s)	: PQR:FSAC-01	Serie de máquina :	TM514EB7012	
Revision N°	: 1	Tipo	: Automático	
Proceso de Soldadura	: GTAW (Soldadura Orbital de Tubería Sanitaria)			
<b>UNIONES (QW-402)</b>				
Diseño Unión	: A Tope bisel cuadrado			
Respaldo	: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>			
Material Respaldo (tipo)	: No aplica			
Abertura de Raíz (root opening):	: N.A.			
Altura de talon	: N.A.			
Metálico	: N.A.			
No metálico	: N.A.			
Ángulo de bisel	: N.A.			
Simple	<input checked="" type="checkbox"/>	Doble	<input type="checkbox"/>	
		<p>Diseño de Canal del Cupón de ensayo</p>		
<b>METALES BASE (QW-403)</b>				
P - N°	8 a	P - N°	8	
Grupo N°	1 a	Grupo N°	1	
Especificación Mat. Base Tipo y Grado	: ASTM- A270 Tubería sanitaria inoxidable			
a especificación Mat. Base tipo y grado	: Tipo 304 L			
Composición Química y Prop. Mecánicas	: Ni 8.05 % Cr. 18.27 %			
a composición química y Prop. Mecánicas	: Esfuerzo Máximo Ksi 70 Mpa. 485			
Rango de Espesores	:			
Metal Base espesor	: 1.65 mm.	: 1/16" a 1/8" (1.5 mm. a 3.0 mm.)	Filete	: N.A.
Diámetro de tubo	: 2"	: 1" a Ilimitado	Filete	: N.A.
Otros	:			
<b>METALES DE APORTE (QW-404)</b>				
Proceso	: GTAW			
Espec. N° (SFA)	: N.A.			
AWS N° (Clase)	: N.A.			
F - N°	: N.A.			
A - N°	: N.A.			
Diám. de aporte (s)	: N.A.			
Metal de soldadura depositado	:			
Rango de espesores	: N.A.			
Topo	: N.A.			
Filetes	: N.A.			
Electrodo - fundente (clase)	: N.A.			
Nombre Comercial Fundente	: N.A.			
Inserto Consumible	: N.A.			
Otros	: N.A.			
Lugar y fecha	CWI : Hugo Urteaga Lescano	Aprobado por:	Miguel Morales Z.	
30/05/2021	  Hugo Samuel Urteaga Lescano CWI 11122001 QC1 EXP. 12/1/2023			




Si no tiene sello de agua carece de valor, no es original.



## CONSULTANTS WELDING INSPECTION

INSPECTOR AWS - CWI - EDUCADOR AWS - CWE - NDT (PT-VT-UT) NIVEL I Y II - ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS - CERTIFICACION  
CAPACITACION E INSPECCION DE SOLDADURAS NDT (PT-VT-UT) Y ASESORAMIENTO  
sitio web: <http://sites.google.com/jcconsultants.net/urteaga> / Email: [hugosam@jcconsultants.net](mailto:hugosam@jcconsultants.net)



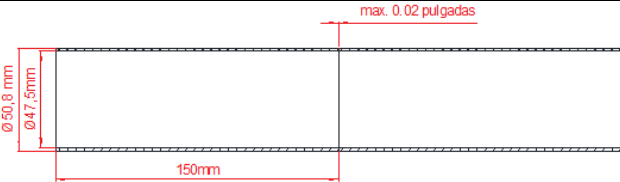
Página :2 de 2		<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>								
WPS:FSAC-01		Welding Procedure Specification (WPS) Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code-2020								
<b>POSICIONES (QW-405)</b>		Posicion (es) Union Tope : Todas			<b>TRAT. TERMICO POS-SOLDADURA (QW-407)</b>			Rango de temperatura : N/A		
Progresion Soldadura : Ascend. Descendente		Posición (es) Unión Filete : N.A.			Rango de tiempo : N/A					
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>		Temp. Pre calentamiento Min. : 70°F (Temp. Ambiente)			<b>GAS (QW-408)</b>			Porcentaje Composición		
Temp. Interpases Máx. : N.A.		Mantenición Pre calentamiento : N.A.			protección			Gas (es) Mezcla Flujo		
					Purga			Argon 100% N.A. 20-25 CFH		
					Respaldo			N.A. N.A. N.A.		
<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</b>		Corriente : AC <input type="checkbox"/> DC <input checked="" type="checkbox"/> Pulsada onda cuadrada <input type="checkbox"/>								
Amperaje : 65 A		Voltaje : 6 a 10								
Electrodo Tungsteno Tipo y Diám. : ANSI/AWS A5.12M-98 3% Toriado (WT30)		1/16" x 31 mm.								
Modo de transf. Metálica en GTAW : N.A.		Rango de Veloc. Aliment. Electrodo : N.A.								
<b>TECNICA (QW-410)</b>		Cordon recto u oscilado : Stringer								
Diám. Tobera de gas : N.A.		Limpieza Inicial e interpases (escobillado, esmiralado, etc) : Corte en frio y limpieza final								
Método Acanalado pase Raíz : N.A.		Oscilación : N.A.								
Distancia Boq. Contacto a Piez : N.A.		Pase Simple o múltiple por lado : Simple								
Electrodos múltiples o únicos : único		Veloc. Avance (rango) : Ver tabla								
Martillado :		Otro :								
<b>Tamaño de tubería</b>	<b>Espesor de Pared</b>	<b>Corriente</b>			<b>High Settings</b>			<b>Low Settings</b>		
		Tipo	Polaridad	Voltaje	Amperaje	Tiempo	Velocidad	Amperaje	Tiempo	Velocidad
1-3 pulgadas	1.65 mm	DC	Pulsada	6-10	65 A	0.2s	3.64pulg/min	22 A	0.2 s	3.64pulg/min
Los datos para el proceso de soldadura son correctos y cumplen con los requerimientos del código ASME seccion IX, Welding and brazing Qualifications.										
Lugar y fecha	CWI : Hugo Urteaga Lescano				Aprobado por: Miguel Morales Z.					
30/05/2021	  Hugo Samuel Urteaga Lescano CWI 11122001 QC1 EXP. 12/1/2023									

Si no tiene sello de agua carece de valor, no es original.

## ANEXO 4

## Registro de calificación de procedimiento (PQR), según ASME IX (2013)

Nombre de la Institución: FAMIP SAC  
 Especificación de Procedimiento de Soldadura: MMZ-01 Fecha: 21/05/2021  
 WPS Nro.: MMZ-01  
 Proceso de Soldeo: Soldadura Orbital de tubería Sanitaria  
 Tipo: Automático / Serie de máquina: TM514EB7012

<p>JUNTAS (QW-402)</p>  <p style="text-align: center;">Diseño de Canal del Cupón de ensayo        (Para la combinación de calificaciones, el espesor del metal depositado debe ser registrado para cada metal de soldadura o proceso usado).</p>																	
<p>METALES BASE (QW-403)</p> <p>Especif. de material: <u>ASTM-A270</u>          Tipo o Grado: <u>304L</u>          N°. P.: <u>8</u> a N°. P.: <u>8</u>          Espesor. del cupón de ensayo: <u>1.65mm</u>          Diámetro del cupón de ensayo: <u>2 Pulgadas</u>          Otro: _____</p> <p>METALES DE APORTE(QW-404)</p> <p>Especif. SFA: <u>GTAW</u>          Clasif. AWS: <u>No aplica</u>          N°. F. Metal de aporte: <u>No aplica</u>          Análisis Metal de Sold. N°A: <u>No aplica</u>          Tamaño de Metal de Aporte: <u>No aplica</u>          Otro: <u>No aplica</u>          Espesor de Metal de Sold.: <u>No aplica</u></p> <p>POSICION(QW-405)</p> <p>Posición del cupón: <u>Todos</u>          Progresión de Sold. (Ascend. Descend.): <u>Ascend. y Descend</u>          Otro: _____</p> <p>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</p> <p>Temp. de Pre calentamiento: <u>70°C (temperatura ambiente)</u>          Temp. Máx. entre pases: <u>No requerido</u>          Otro: <u>No aplica</u></p>	<p>TRATAMIENTO TERMICO POST SOLDADURA (QW-407)</p> <p>Rango de Temperatura: <u>No aplica</u>          Rango de Tiempo: <u>No aplica</u></p> <p>GAS (QW-408)</p> <p style="text-align: center;">Porcentajes de Composición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Gas</th> <th>(Mezcla)</th> <th>Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección:</td> <td><u>Argón</u></td> <td><u>100%</u></td> <td><u>20-25CFH</u></td> </tr> <tr> <td>Purga :</td> <td><u>Argón</u></td> <td><u>100%</u></td> <td><u>12-15CFH</u></td> </tr> <tr> <td>Respaldo :</td> <td><u>No aplica</u></td> <td><u>No aplica</u></td> <td><u>No aplica</u></td> </tr> </tbody> </table> <p>CARACTERISTICAS ELECTRICAS(QW-409)</p> <p>Corriente: <u>CD</u>          Polaridad: <u>Pulsada (Cuadrada)</u>          Amperaje: <u>65A</u> Voltaje: <u>6-10V</u>          Tamaño de Electrodo de Tungsteno: <u>1/16 pulgadas x 31 mm</u>          Otro: <u>Tungsteno 3% thoriado</u></p> <p>TECNICA (QW-410)</p> <p>Velocidad de Soldeo: <u>3.64pulg/min</u>          Cordón Recto u oscilante: <u>Stringer</u>          Oscilación: <u>No aplica</u>          Multipasada o Simple (por lado): <u>simple</u>          Simple o múltiples electrodos: <u>simple</u>          Otro: _____</p>		Gas	(Mezcla)	Flujo	Protección:	<u>Argón</u>	<u>100%</u>	<u>20-25CFH</u>	Purga :	<u>Argón</u>	<u>100%</u>	<u>12-15CFH</u>	Respaldo :	<u>No aplica</u>	<u>No aplica</u>	<u>No aplica</u>
	Gas	(Mezcla)	Flujo														
Protección:	<u>Argón</u>	<u>100%</u>	<u>20-25CFH</u>														
Purga :	<u>Argón</u>	<u>100%</u>	<u>12-15CFH</u>														
Respaldo :	<u>No aplica</u>	<u>No aplica</u>	<u>No aplica</u>														

MMZ-02 / PQR

**ENSAYO DE TRACCION (QW-150)**

Muestra N°	Ancho(mm)	Espesor (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima Total kN	Resistencia a la Tracción (MPa)	Tipo de Falla y Localización
1a	19.06	1.62	30.87	23.00	744.89	Material base
1b	19.06	1.62	30.87	22.76	730.29	Cordón

**ENSAYO DE DOBLEZ GUIADO (QW-160)**

Tipo y Figura N°	Resultado
Dobleza cara - 01	OK
Dobleza raíz - 01	OK
Dobleza cara - 02	OK
Dobleza raíz - 02	OK

**ENSAYO DE IMPACTO (QW-170)**

Muestra N°	Localización de la muesca	Espesor de la muestra	Temperatura de Ensayo	Valores de Impacto			Ensayo de Rotura por peso
				Joule	Expansión Lateral		
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

Comentarios:

**Ensayo de Soldadura de Filete (QW -180)**

Resultados - Satisfactorio: \_\_\_\_\_ Penetración en el metal adyacente: Si \_\_\_ No\_\_\_

Resultados – Macro: \_\_\_\_\_

**Otros Ensayos**

Tipo de Ensayo: \_\_\_\_\_ Inspección visual conforme \_\_\_\_\_

Análisis de depósito: \_\_\_\_\_

Otros: \_\_\_\_\_

Nombre de soldador: Rubén Simón Dominguez DNI: 44808657

Estampa Nro.: \_\_\_\_\_

Ensayo conducido por: Ing. Winston Aceija Pajares Ensayo de laboratorio Nro.: Lb4-0177-2021

**Organización: Facultad de Ingeniería Mecánica – Universidad Nacional de Ingeniería**

Fecha: 21/05/2021

Certificado por: \_\_\_\_\_



# CONSULTANTS WELDING INSPECTION

INSPECTOR AWS - CWI - EDUCADOR AWS - CWE - NDT (PT-VT-UT) NIVEL I Y II - ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS - CERTIFICACION  
CAPACITACION E INSPECCION DE SOLDADURAS NDT (PT-VT-UT) Y ASESORAMIENTO  
sitio web: <http://sites.google.com/jcconsultants.net/urteaga> / Email: [hugosam@jcconsultants.net](mailto:hugosam@jcconsultants.net)



Página : 1 de 2	<b>REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO</b> Procedura Qualification Record (PQR) Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code-2020
PQR:FSAC-01	

Nombre de la compañía	: FAMIP SAC	Fecha	: 30/05/2021															
Registro de Calificación de procedimiento	: PQR:FSAC-01																	
Revision N°	: 1																	
Proceso de Soldadura	: GTAW(Soldadura Orbital de Tubería Sanitaria)	Tipo	: Automático															
<b>UNIONES (QW-402)</b>																		
Diseño Unión	: A Tope bisel cuadrado																	
Respaldo	: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>																	
Material Respaldo (Tipo)	: No aplica																	
Abertura de Raíz (root opening)	: max. 0.02 pulgada																	
Metálico	: N.A.																	
No Metálico	: N.A.																	
Ángulo de bisel	: N.A.																	
Simple	<input checked="" type="checkbox"/>	Doble	<input type="checkbox"/>															
<b>METAL BASE (QW-403)</b>																		
Especificación de Material	: ASTM-270	<b>TRAT. TERMICO POS-SOLDADURA (QW-407)</b>																
Tipo o Grado	: 304 L	Tempertaura	: NA															
P - N°	8 a P - N° 8	Tiempo	: NA															
Grupo N°	1 a grupo N° 1	Otro	: NA															
Espesor Test.	: 1.65 mm.	<b>GAS (QW-408)</b>																
Cupon de Prueba	: Tubo	Porcentaje Composición																
Diám. Cupón de Prueba	: 2"	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gas</th> <th>Mezcla</th> <th>Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección</td> <td>Argon 100%</td> <td>NA</td> <td>20-25 CFH</td> </tr> <tr> <td>Purga</td> <td>Argon 100%</td> <td>NA</td> <td>12-15 CFH</td> </tr> <tr> <td>Respaldo</td> <td>N.A.</td> <td>NA</td> <td>N.A.</td> </tr> </tbody> </table>		Gas	Mezcla	Flujo	Protección	Argon 100%	NA	20-25 CFH	Purga	Argon 100%	NA	12-15 CFH	Respaldo	N.A.	NA	N.A.
Gas	Mezcla	Flujo																
Protección	Argon 100%	NA	20-25 CFH															
Purga	Argon 100%	NA	12-15 CFH															
Respaldo	N.A.	NA	N.A.															
Otro	: N.A.	<b>CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)</b>																
<b>METAL DE APORTE (QW-404)</b>																		
Especificacion SFA	: N.A.	Proceso																
Clasificación AWS	: N.A.	Corriente																
Metal de aporte, F - N°	: N.A.	Polaridad																
Análisis Metal Sold, A-N°	: N.A.	Amps. Rango																
Diámetro Electrodo (mm)	: N.A.	Volts. Rtango																
Nombre Comercial	: N.A.	Tipo y Diám. E. Tungsteno																
Número de pases Sold.	: N.A.	<b>TECNICA (QW-410)</b>																
Esp. Depósito Sold.(mm)	: N.A.	Proceso Soldadura																
Fundente	: N.A.	Velocidad de avance																
<b>POSICION (QW-405)</b>																		
Posición de soldadura	: Todas	Cordón Angosto o Ancho																
Progresion soldadura	: Ascend. Y Descend.	Oscilación																
Otro	: N.A.	Pases múltiples o Unicos																
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>																		
temp. Pre calentamiento	: 70° F ( Temp. ambiente)	Martillado																
Temp. Interpases	: N.A.																	

Lugar y fecha	CWI: Hugo Urteaga Lescano	Aprobado por	Miguel Morales Z.
30/05/2021	  Hugo Samuel Urteaga Lescano CWI 11122001 QC1 EXP. 12/1/2023		

Si no tiene sello de agua carece de valor, no es original.

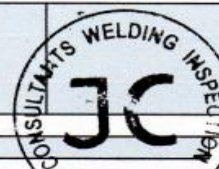




## CONSULTANTS WELDING INSPECTION

INSPECTOR AWS - CWI - EDUCADOR AWS - CWE - NDT (PT-VT-UT) NIVEL I Y II - ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS - CERTIFICACION  
CAPACITACION E INSPECCION DE SOLDADURAS NDT (PT-VT-UT) Y ASESORAMIENTO  
sitio web: <http://sites.google.com/jcconsultants.net/urteaga> / Email: [hugosam@jcconsultants.net](mailto:hugosam@jcconsultants.net)

Página : 2 de 2 PQR : FSAC-01	REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO Procedura Qualification Record (PQR) Section IX, ASME Bolier and Pressure Vessel Code-2020
----------------------------------	--



Ensayo de Tracción (QW-150)						
Probeta N°	Ancho mm	Espesor mm	Área mm <sup>2</sup>	Fuerza Maxima Kn (Kgf)	Resistencia tracción Kg/mm2, (Mpa)	Tipo de falla y Ubicación
1	19.06	1.62	30.87	23 (2,345.35)	75.96(744.89)	Fractura en el metal base
2	19.12	1.63	31.16	22.76 (2,320.87)	74.47 (730.29)	Fractura en la soldadura

Ensayo de Doblado (QW-160)							
Probeta N°	Tipo	Figura N°	Resultados	Probeta N°	Tipo	Figura N°	Resultados
1	Cara	1	Cumple				
2	Cara	2	Cumple				
3	Raíz	3	Cumple				
4	Raíz	4	Cumple				

Ensayo de Tenacidad (QW-170)							
Probeta N°	Ubicación Entalle	Tamaño Probeta	Temperatura Ensayo	Valor Impacto	Exp. Lateral % corte	Mils.	Drop Weight Quiebre

Promedio ft / lb (impacto) : \_\_\_\_\_ Minimo ft/lb (impacto) : \_\_\_\_\_

Ensayo Sold. Filete (QW-180)	
Resultado satisfactorio	: _____
Penetración total	: _____

Otros ensayos	
Tipo de Ensayo	: Visual Resultados : Sin defectos
Análisis depósito Sold.	: _____
Otros ensayos	: _____

Nombre de Soldador (es) : Rubèn Simòn Dominguez DNI: 44808657  
Prueba Conducia por : Ing. Winston Aceija Pajares Nº Test Laboratorio : Lb4-0177-2021  
Fecha : 21-05-2021

Certificamos que las indicaciones registradas en ésta calificación son correctas y que las pruebas de soldadura fueron preparadas, soldadas y testeadas de acuerdo a los requerimientos de código ASME SECCION IX.

Lugar y fecha 30/05/2021	CWI: Hugo Urteaga Lescano  Hugo Samuel Urteaga Lescano CWI / 11122001 QC1 EXP. 12/1/2023	Aprobado por 
-----------------------------	--	---

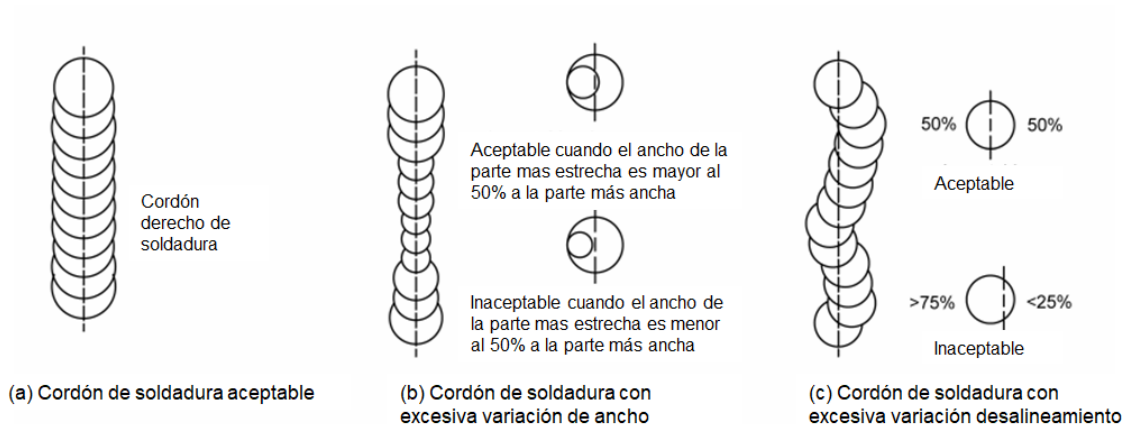
Si no tiene sello de agua carece de valor, no es original.

Mz. R Lte. 9 Urb. Prolima - Los Olivos - Lima Perú (Pan. Norte Km. 23.5)  
Telf.: 01-657-9956 / 01-573-7110 Claro: 993191740 RPC: 941603959 - E-mail: [hugosam@hotmail.es](mailto:hugosam@hotmail.es)

**ANEXO 5**

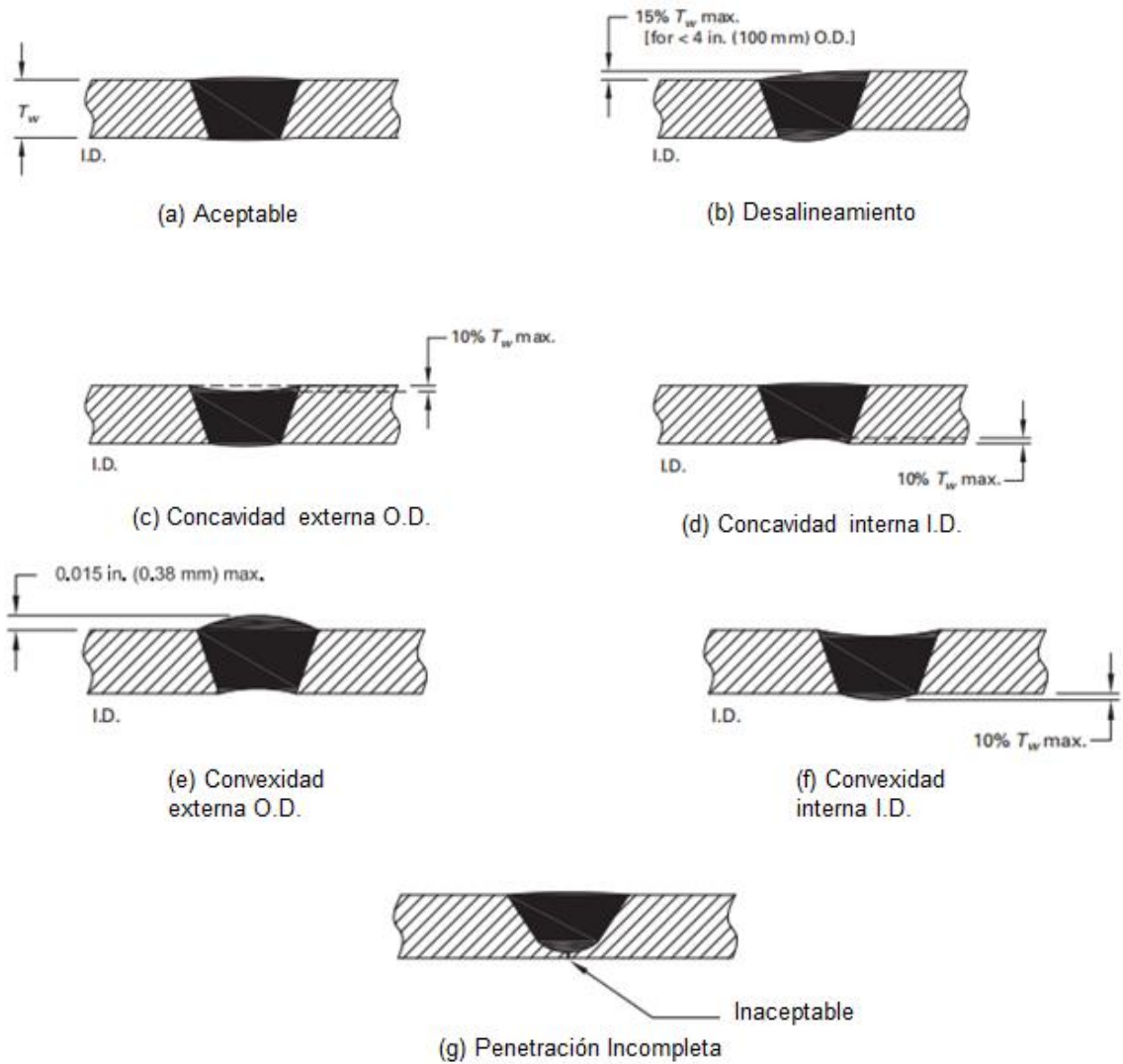
**Criterio de aceptación ASME BPE**

**Criterio de aceptación de superficies que no están en contacto del proceso.**



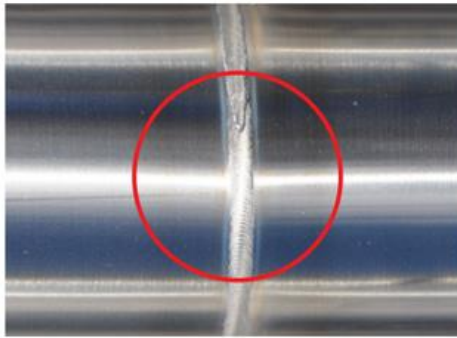
Fuente: ASME BPE Fig. MJ-8.4-4

Fig. MJ-8.4-1 Criterio de aceptación de perfil de cordón de tuberías de juntas a tope.

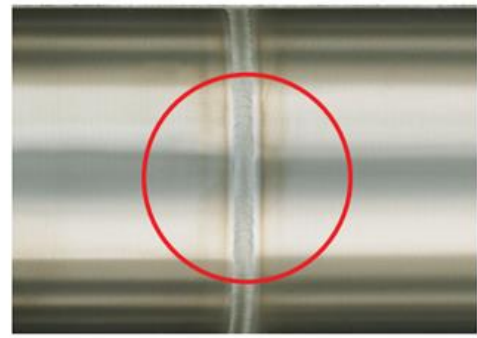


Fuente: ASME BPE Fig. MJ-8.4-1

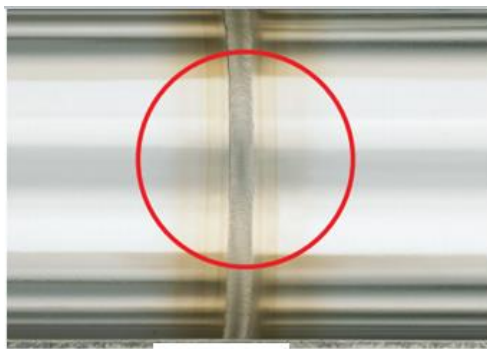
Fig. MJ-8.4-3 Criterio de aceptación de cordón y ZAC para tubería UNS SS31603.



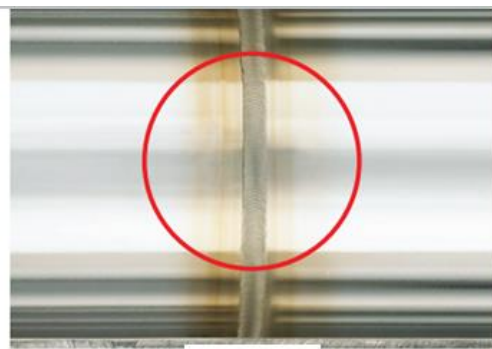
Muestra #1a



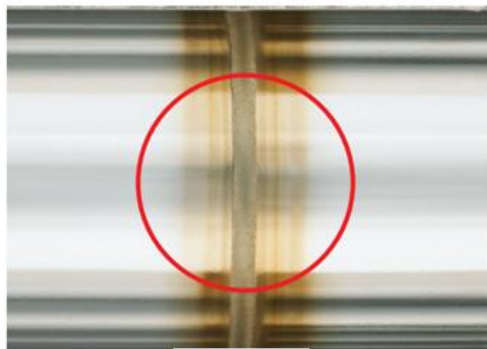
Muestra #1b



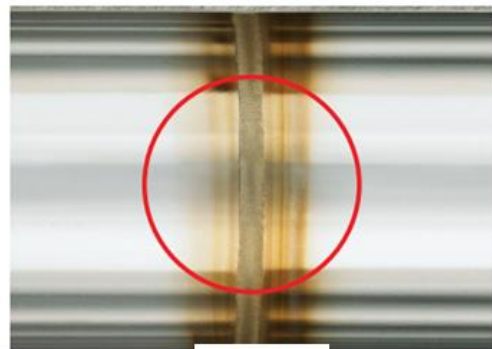
Muestra #2



Muestra #3



Muestra #4



Muestra #5

NOTA: El cordón de soldadura no presenta decoloración y la zona afectada por la soldadura en tuberías con pulido mecánico tiene niveles decoloración desde la muestra #1 hasta la muestra #3. Decoloraciones más severas que la muestra #3 no serán aceptables. Considerar la observación directa en 90 grados. Fuente: ASME BPE Fig. MJ-8.4-3

**ANEXO 6****Cabezal equipo orbital**

**OPERATING & MAINTENANCE  
INSTRUCTION MANUAL  
FOR  
MODEL 840 WELD HEAD  
FOR USE WITH MODEL 514 TUBEMASTER  
POWER SOURCE**



*Signature on File*  
\_\_\_\_\_  
J.G. Emmerson  
President

\_\_\_\_\_  
7/18/2016  
Date

*Signature on File*  
\_\_\_\_\_  
Tom Denner  
Chief Mechanical Engineer

\_\_\_\_\_  
7/25/2016  
Date

*Signature on File*  
\_\_\_\_\_  
Jeffrey Schwirz  
Product Engineer

\_\_\_\_\_  
7/25/2016  
Date

**ANEXO 7****Máquina de soldar orbital refrigerada por agua****MAGNATECH**

OPERATING AND MAINTENANCE

INSTRUCTION MANUAL

FOR

**MODEL 514E TUBEMASTER DIGITAL POWER SOURCE****FOR USE WITH****MODEL 904B WATER COOLER***Signature on File*J.G. Emmerson  
President

7/24/2017

Date

*Signature on File*Tom Denner  
Vice President Engineering

7/24/2017

Date

*Signature on File*Matthew Brown  
Senior Electrical Engineer

7/24/2017

Date

*Signature on File*Yuchi Liu  
Senior Embedded Systems Engineer

7/24/2017

Date

## ANEXO 8

## Certificado de gas de protección



## CERTIFICADO DE CALIDAD DE ARGÓN INDUSTRIAL

Nº: 1030

Producto : ARGÓN INDUSTRIAL Presentación : Gas Comprimido

Nº De Lote : 6KP11016666 Conexión de válvula: CGA-580

F. de Llenado: 28 / 12 / 20 Presentación : 6, 8, 10m<sup>3</sup>

F. de Vencimiento: 122025

El Argón es un producto NO PERECIBLE. Se recomienda como fecha de vencimiento 05 años después de la fecha de fabricación del producto, por la necesidad de realizar pruebas a los cilindros (empaque primario). Prueba Hidrostática

La empresa Tecnogas S.A. garantiza el cumplimiento de las especificaciones para el Argón estándar establecidas por la Norma CGA C-10.1.

ANÁLISIS	ESPECIFICACIONES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADOS
Pureza Argón (Ar)	≥ 99.990 % v/v	Cromatográfico	99.998
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	≤ 10 ppm v/v.	Cromatográfico	2.60
Oxígeno	≤ 10 ppm v/v.	Cromatográfico	1.00
Agua	≤ 3.5 ppm v/v	Dew Point/ Colorimétrico	2.70

## Cilindros y Paquete Nº:

82136	70143	16069	340581	123					

TOTAL DE CILINDROS: 5

**CONCLUSION:** Los cilindros analizados en el presente lote se consideran:  
**APROBADOS.**

Callao, 28 de diciembre del 2020





CA-P-034.FM3  
Editado: 28/12/20  
Revisión: 1 - 28/12/20  
Vigencia: 5 años

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

## ANEXO 9


## Registro de calificación de soldador

	<b>REGISTRO DE PRUEBA DE CALIFICACION DE SOLDADOR OPERADOR O APUNTALADOR (WPQ, AWS D1.6/D1.6M:2017)</b>		FAMIP.WPQ.AWS-D1.6		
			Ver: 01		
			Fecha: 05-01-2017		
			Rev: 00	Aprob: 2017	
Tipo de soldador <b>OPERADOR</b>		WPQ N°: <b>WPQ-AWSD1.6-548-1</b>			
Nombre <b>Rubén Simón Domínguez</b>		Identificación No. <b>44808657</b>		Estampa: <b>W-RSD-567</b>	
Calificado por WPS: <b>WPS-AWSD1.6-548</b>		Rev: <b>00</b>	PQR de soporte N° <b>PQR-AWSD1.6-548</b> Rev: 0 Fecha: 17/10/17		
<b>Variables</b>	<b>Valores usados en la calificación</b>	<b>Rango de calificación</b>			
Proceso / Tipo [4.8.1]	GTAW	GTAW			
Electrodo (simple o múltiple)	SIMPLE	SIMPLE			
Corriente / Polaridad	CCEP(+)	CCEP(+)			
Posición [4.8.4 o 4.9.4 Tabla 4.4]	6G	Tope y Filete: Toda posición			
Progresión de Soldadura [4.8.6]	--	--			
Respaldo (SI o NO) [4.8.7]	No	--			
<b>Material / Especificación</b>	<b>AISI 304</b>	<b>AISI 304</b>			
<b>Metal Base</b> Espesor: (Plancha)					
A Tope	--	--			
Filete	--	--			
Esesor: (Tubería)					
A Tope	6 mm	1,6 - 12 mm			
Filete	--	1,6 mm a Ilimitado			
Diámetro: (Tubería)					
A Tope	4"	--			
Filete	--	--			
<b>Metal de Aporte</b> [4.8.2]					
Especif. No.	A5.9	A5.9, A.18, A5.28			
Clase	ER-316L	ER-316L			
F-No.	6	6			
Gas/Flujo Tipo [4.8.3]	99.9%Ar (flujo 10-15 L/min)	99.9%Ar (flujo 10-15 L/min)			
<b>INSPECCIÓN VISUAL (4.10.1.1) Aceptable SI o NO: <u>SI</u></b>					
<b>Resultado de Pruebas de Doblez Guiado (4.10.2.3)</b>					
<b>Tipo</b>	<b>Resultado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Resultado</b>		
CARA	Aceptado	RAIZ	Aceptado		
CARA	Aceptado	RAIZ	Aceptado		
<b>Resultados de Prueba de Filete (4.10.5)</b>					
Apariencia: -----		Tamaño de Filete: -----			
Prueba de fractura - Penetración en Raiz: -----		Macroataque: -----			
(Describir la ubicación, naturaleza y dimensión de cualquier fisura o laminación del espécimen): -----					
Inspeccionado por: Tec. Robert Jiménez F.		Reporte de Prueba No.: 548-RD			
Organización: FAMIP SAC		Fecha: 13 de Octubre del 2017			
<b>RESULTADO DE PRUEBA RADIOGRAFICA (4.10.3)</b>					
Identificación de película No.	Resultados	Observaciones	Identificación de película No.	Resultados	Observaciones
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Interpretado por: -----			Prueba No.: -----		
Organización: -----			Fecha: -----		
Los abajo firmantes, certificamos que lo establecido en este registro es correcto, y que las pruebas de soldadura fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del código AWS D1.6/D1.6M:2017 <i>Structural Welding Code-Stainless Steel</i> .					
Fabricante o Contratista: FAMIP S.A.C			Autorizado por: CWI Claudio Barazorda Villegas		
					
CWI 11071641 Fecha: Lima, 17 de Octubre del 2017 QC1 EXP. 7/1/2019					



## ANEXO 10

## Certificado de ácido cítrico


 <b>RZBC (JUXIAN) CO., LTD.</b> NO.209,LAIYANG ROAD, JUXIAN ECONOMIC DEVELOPMENT ZONE, RIZHAO, SHANDONG, CHINA TEL: +86-633-2163519      FAX: +86-633-2163500 <a href="http://www.rzbc.com">http://www.rzbc.com</a> E-mail:sales@rzbc.com			
<b>CERTIFICATE OF ANALYSIS</b>			
PRODUCT NAME: CITRIC ACID ANHYDROUS MESH 30-100			
BATCH NO.: 90420191		NET WEIGHT: 25000kg	
QUANTITY: 1000BAGS		GROSS WEIGHT: 25200kg	
PACKING: IN 25kg BAG		ANALYSIS DATE: 06/05/2019	
PRODUCTION DATE: 04/2019		EXPIRY DATE: 04/2022	
REF.NO.: N/A			
ITEM	STANDARD	ACTUAL DATA	TEST METHOD
CHARACTERS	CRYSTALLINE GRANULAR	CRYSTALLINE GRANULAR	FCC
IDENTIFICATION	PASS TEST	PASS TEST	EP
CLARITY AND COLOUR OF SOLUTION	PASS TEST	PASS TEST	BP
CONTENT	99.5-100.5%	100.1%	BP
MOISTURE	≤0.5%	0.1%	FCC
OXALIC ACID	≤100mg/kg	<100mg/kg	FAO/WHO CCFAS Vol.4
SULPHATE	≤150ppm	<150ppm	BP
READILY CARBONISABLE SUBSTANCES	ABS ≤0.52 TRA ≥30%	<0.52 >30%	FCC
RESIDUE ON IGNITION (SULPHATED ASH)	≤0.05%	0.01%	FCC
HEAVY METALS	≤10ppm	<5ppm	BP
ARSENIC	≤1mg/kg	<0.1mg/kg	IP
LEAD	≤0.5mg/kg	<0.1mg/kg	FCC
MERCURY	≤1mg/kg	<0.1mg/kg	E330
ALUMINIUM	≤0.2ppm	<0.2ppm	BP
BACTERIAL ENDOTOXINS	≤0.5IU/mg	<0.5IU/mg	BP
ISOCITRIC ACID (RELATIVE SUBSTANCES)	PASS TEST	PASS TEST	JSFA
POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBON	PASS TEST	PASS TEST	JSFA
TRILAURYLAMINE	≤0.1mg/kg	<0.1mg/kg	FCC
STERILITY	PASS TEST	PASS TEST	USP
BARIUM	PASS TEST	PASS TEST	IP
CALCIUM	≤200ppm	<200ppm	IP
IRON	≤50ppm	<50ppm	
CHLORIDE	≤50ppm	<50ppm	
CONCLUSION: THE QUALITY OF THIS BATCH CONFORMS WITH ALL REQUIREMENTS OF BP/EP/USP/FCC/E330/IP/JSFA/FAO/WHO CCFAS Vol.4 WHEN TESTED ACCORDING TO COMPENDIA.			

崔久霞



## ANEXO 11

## Certificado de sulfato de cobre pentahidratado



**CUPROSA, S.A. de C.V.**

Calle 4 # 2734 Zona Industrial CP 44940 Guadalajara, Jalisco, México  
 Tels. 01800-777-3376, (01-33) 3645-7684, (01-33) 3645-7318, 3645-7005  
 e-mail: laboratorio@cuprosa.com.mx sitio web: www.cuprosa.com.mx

**DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**CERTIFICADO DE CALIDAD**

---

**INFORMACION GENERAL**

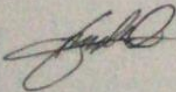
<b>Producto:</b>	Sulfato de Cobre Pentahidratado	
<b>Lote:</b>	E-2723-7	<b>Fecha:</b> 29-jun-20
<b>Fecha de elaboración:</b>	26/06/2020	
<b>Fecha de caducidad:</b>	2 años después de su fecha de elaboración	

---

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

Parámetro	Especificación	Resultado
Cu (%):	25.00%	25.44
Anti apelmazante(%):	0.2-0.7%	0.53
pH (Solución al 10%):	3.7 - 4.40	4.23
Fe(%):	0.02% máx.	0.015
Zn (%):	0.01% máx.	0.0080
Pb (%):	0.005% máx.	<0.13
Cd (%):	0.002% máx.	0.0013
As (%):	0.001% máx.	<0.25
(a través U.S. - 100):	80%min.	97.56%


**Elaboró:**




---

Q. Rosa Gonzalez  
Analista de Calidad

**Autorizó:**




---

Q. Adriana Cervantes  
Jefe de calidad

## ANEXO 12

## Ensayos de tracción y dobléz



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**Facultad de Ingeniería Mecánica**  
**Laboratorio de Mecánica N° 4**
**INFORME TECNICO**  
**Lb4 - 0177 - 2021**
**ENSAYOS DE TRACCIÓN**  
**EN MUESTRAS DE TUBERIA SANITARIA DE ACERO**  
**INOXIDABLE SOLDADA**

\* SOLICITANTE : **FAMIP S.A.C.**  
 \* REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 107002  
 \* FECHA : Lima, 17 de mayo de 2021

1.	<b>ANTECEDENTES</b>	<p>Se recibió tres (03) muestras de tubería sanitaria de acero inoxidable, con la finalidad de realizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Ensayo de tracción</li> <li>* Ensayo de dobléz de cara</li> <li>* Ensayo de dobléz de raíz</li> </ul>
2.	<b>DE LA MUESTRA</b>	<p>Se identificó según el cliente, como:</p> <p>Dos (02) muestras de tubo de acero soldado, de características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Soldador : Simon Dominguez Ruben</li> <li>* D.N.I. : 44808657</li> <li>* Diámetro : 2 pulgadas</li> <li>* Posición : Orbital - Todas</li> <li>* Proceso : Tig - GTAW</li> <li>* PQR : MMZ-02</li> <li>* WPS : MMZ-01</li> <li>* Material : ASTM 270 - 304 L</li> <li>* Espesor : 1.65 mm</li> <li>* Electrodo : Tungsteno 3% Thoriado</li> <li>* Fecha : 01/05/2021</li> <li>* Norma : Codigo ASME IX / ASME BPE</li> <li>* Proyecto : Calificación Soldadura Orbital</li> <li>* Solicitante : Miguel Angel Morales Zapana</li> </ul>
3.	<b>EQUIPOS UTILIZADOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Máquina Universal de Ensayos mecánicos, marca LG, capacidad 60 Ton.</li> <li>* Vernier digital, marca MITUTOYO, aproximación 0,01 mm.</li> </ul>
4.	<b>CONDICIONES DE ENSAYO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* T. : 20 °C</li> <li>* H.R. : 70 %</li> </ul>
5.	<b>PROCEDIMIENTO DE ENSAYO</b>	<p>Norma Codigo ASME IX / ASME BPE</p>



**Lb4 - 0177 - 2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica**  
**Laboratorio de Mecánica N° 4**

**RESULTADOS**


**6.1 Ensayo de tracción**

Muestra	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Fuerza Máxima kN (kgf)	Esfuerzo Máximo kg/mm <sup>2</sup> (MPa)	Observación
1a	1.62	19.06	23.00	75.96	Fractura en el material base
			( 2,345.35 )	( 744.89 )	
1b	1.63	19.12	22.76	74.47	Fractura en la soldadura
			( 2,320.87 )	( 730.29 )	

**6.2 Ensayo de dobléz**

Muestra	Tipo	Observación
01	Dobléz de cara	OK
01	Dobléz de raíz	OK
02	Dobléz de cara	OK
02	Dobléz de raíz	OK

\* Código de autenticación : CCCXXX (LXIDII, LXIDIII, LXIDIV) CLXXVII CLXXVII CADE IBAN

  
**MSC. ING. WINSTON ACEIJAS PAJARES**  
**CIP: 34882**  
 Jefe del Laboratorio de Mecánica - Lab. N° 4

**ANEXO 13**

**Registro de parámetros de cupón soldado**

01		02		03		04	
TUBEMASTER DATA RECORD		TUBEMASTER DATA RECORD		TUBEMASTER DATA RECORD		TUBEMASTER DATA RECORD	
OPERATOR: SUPPORT		OPERATOR: RSIMON		OPERATOR: RSIMON		OPERATOR: RSIMON	
CURRENT DATE 05/01/2021 DATE CREATED 12/09/2017		CURRENT DATE 05/01/2021 DATE CREATED 05/01/2021		CURRENT DATE 05/01/2021 DATE CREATED 05/01/2021		CURRENT DATE 05/01/2021 DATE CREATED 05/01/2021	
WELD PROGRAM NUMBER 001 WELD NAME PRUEBA WELDING ID NO 00124 MACHINE S/N TMS14EB7012 DIAMETER 070.0mm WALL THICKNESS 02.50mm MATERIAL SS ALLOY 304L HEAD 840 OPERATING MODE TIME WELD MODE CONT.		WELD PROGRAM NUMBER 001 WELD NAME PRUEBA WELDING ID NO 00125 MACHINE S/N TMS14EB7012 DIAMETER 050.0mm WALL THICKNESS 01.65mm MATERIAL SS ALLOY 304L HEAD 840 OPERATING MODE TIME WELD MODE CONT.		WELD PROGRAM NUMBER 001 WELD NAME PRUEBA WELDING ID NO 00126 MACHINE S/N TMS14EB7012 DIAMETER 050.0mm WALL THICKNESS 01.65mm MATERIAL SS ALLOY 304L HEAD 840 OPERATING MODE TIME WELD MODE CONT.		WELD PROGRAM NUMBER 001 WELD NAME PRUEBA WELDING ID NO 00127 MACHINE S/N TMS14EB7012 DIAMETER 050.0mm WALL THICKNESS 01.65mm MATERIAL SS ALLOY 304L HEAD 840 OPERATING MODE TIME WELD MODE CONT.	
PREPURGE 50 UPSLOPE 0 START AMPS 044.3 TRAVEL DELAY 02.3 PULSE UPSLOPE NO TACK WELDING NO		PREPURGE 50 UPSLOPE 0 START AMPS 044.3 TRAVEL DELAY 02.3 PULSE UPSLOPE NO TACK WELDING NO		PREPURGE 50 UPSLOPE 0 START AMPS 044.3 TRAVEL DELAY 02.3 PULSE UPSLOPE NO TACK WELDING NO		PREPURGE 50 UPSLOPE 0 START AMPS 044.3 TRAVEL DELAY 02.3 PULSE UPSLOPE NO TACK WELDING NO	
PASS 1		PASS 1		PASS 1		PASS 1	
PULSING ON TRAVEL STEP OFF		PULSING ON TRAVEL STEP OFF		PULSING ON TRAVEL STEP OFF		PULSING ON TRAVEL STEP OFF	
LEVEL 1		LEVEL 1		LEVEL 1		LEVEL 1	
AMPS 98.4 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 60.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 65.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 65.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97	
LEVEL 2		LEVEL 2		LEVEL 2		LEVEL 2	
AMPS 97.4 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 61.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 65.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 65.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97	
LEVEL 3		LEVEL 3		LEVEL 3		LEVEL 3	
AMPS 96.4 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 61.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 65.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 65.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97	
LEVEL 4		LEVEL 4		LEVEL 4		LEVEL 4	
AMPS 95.4 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 61.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 65.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97		AMPS 65.0 LP AMPS 035% HPT 0.200 LPT 0.200 RPM 00.58 LEVEL TIME 25.97	
DOWNSLOPE DELAY 02.0 DOWNSLOPE 8 PULSE DOWNSLOPE YES DOWNSLOPE@HOME NO AUTOREWIND YES FINAL AMPS 10.0 POSTPURGE 15		DOWNSLOPE DELAY 02.0 DOWNSLOPE 8 PULSE DOWNSLOPE YES DOWNSLOPE@HOME NO AUTOREWIND YES FINAL AMPS 08.0 POSTPURGE 15		DOWNSLOPE DELAY 02.0 DOWNSLOPE 8 PULSE DOWNSLOPE YES DOWNSLOPE@HOME NO AUTOREWIND YES FINAL AMPS 08.0 POSTPURGE 15		DOWNSLOPE DELAY 02.0 DOWNSLOPE 8 PULSE DOWNSLOPE YES DOWNSLOPE@HOME NO AUTOREWIND YES FINAL AMPS 08.0 POSTPURGE 15	
PROCEDURE INFORMATION		PROCEDURE INFORMATION		PROCEDURE INFORMATION		PROCEDURE INFORMATION	
POSITION 5G ELECT. DIAM 0.062" ELECT. LENGTH 031.0 SHIELD GAS AR FLOW RATE 000 BACKING GAS AR FLOW RATE 000		POSITION 5G ELECT. DIAM 0.062" ELECT. LENGTH 031.0 SHIELD GAS AR FLOW RATE 000 BACKING GAS AR FLOW RATE 000		POSITION 5G ELECT. DIAM 0.062" ELECT. LENGTH 031.0 SHIELD GAS AR FLOW RATE 000 BACKING GAS AR FLOW RATE 000		POSITION 5G ELECT. DIAM 0.062" ELECT. LENGTH 031.0 SHIELD GAS AR FLOW RATE 000 BACKING GAS AR FLOW RATE 000	
NOTES:		NOTES:		NOTES:		NOTES:	

05

06

07

08

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/01/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00128  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/01/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00129  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00130  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00131  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

09

10

11

12

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00132  
 MACHINE S/N TM514EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00133  
 MACHINE S/N TM514EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00134  
 MACHINE S/N TM514EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00135  
 MACHINE S/N TM514EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:



13

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON  
CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00136  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

14

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON  
CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00137  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

15

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON  
CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00138  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

16

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON  
CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00139  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

17

TUBEMASTER DATA RECORD  
 OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00140  
 MACHINE S/N TM514EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO  
 PASS 1  
 PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF  
 LEVEL 1  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 2  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 3  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 4  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15  
 PROCEDURE INFORMATION  
 POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

18

TUBEMASTER DATA RECORD  
 OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00141  
 MACHINE S/N TM514EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO  
 PASS 1  
 PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF  
 LEVEL 1  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 2  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 3  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 4  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15  
 PROCEDURE INFORMATION  
 POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

19

TUBEMASTER DATA RECORD  
 OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00142  
 MACHINE S/N TM514EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO  
 PASS 1  
 PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF  
 LEVEL 1  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 2  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 3  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 4  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15  
 PROCEDURE INFORMATION  
 POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

20

TUBEMASTER DATA RECORD  
 OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00143  
 MACHINE S/N TM514EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO  
 PASS 1  
 PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF  
 LEVEL 1  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 2  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 3  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 4  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15  
 PROCEDURE INFORMATION  
 POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

21

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00144  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000

NOTES:

22

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00146  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000

NOTES:

23

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00145  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000

NOTES:

24

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00147  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4  
AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000

NOTES:

25

TUBEMASTER DATA RECORD  
 OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00148  
 MACHINE S/N TMS14EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO  
 PASS 1  
 PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF  
 LEVEL 1  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 2  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 3  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 4  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15  
 PROCEDURE INFORMATION  
 POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

26

TUBEMASTER DATA RECORD  
 OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00149  
 MACHINE S/N TMS14EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO  
 PASS 1  
 PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF  
 LEVEL 1  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 2  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 3  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 4  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15  
 PROCEDURE INFORMATION  
 POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

27

TUBEMASTER DATA RECORD  
 OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00150  
 MACHINE S/N TMS14EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO  
 PASS 1  
 PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF  
 LEVEL 1  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 2  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 3  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 4  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15  
 PROCEDURE INFORMATION  
 POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

28

TUBEMASTER DATA RECORD  
 OPERATOR: RSIMON  
 CURRENT DATE 05/22/2021  
 DATE CREATED 05/01/2021  
 WELD PROGRAM NUMBER 001  
 WELD NAME PRUEBA  
 WELDING ID NO 00151  
 MACHINE S/N TMS14EB7012  
 DIAMETER 050.0mm  
 WALL THICKNESS 01.65mm  
 MATERIAL SS  
 ALLOY 304L  
 HEAD 840  
 OPERATING MODE TIME  
 WELD MODE CONT.  
 PREPURGE 50  
 UPSLOPE 0  
 START AMPS 044.3  
 TRAVEL DELAY 02.3  
 PULSE UPSLOPE NO  
 TACK WELDING NO  
 PASS 1  
 PULSING ON  
 TRAVEL STEP OFF  
 LEVEL 1  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 2  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 3  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 LEVEL 4  
 AMPS 65.0  
 LP AMPS 035%  
 HPT 0.200 LPT 0.200  
 RPM 00.58  
 LEVEL TIME 25.97  
 DOWNSLOPE DELAY 02.0  
 DOWNSLOPE 8  
 PULSE DOWNSLOPE YES  
 DOWNSLOPE@HOME NO  
 AUTOREWIND YES  
 FINAL AMPS 08.0  
 POSTPURGE 15  
 PROCEDURE INFORMATION  
 POSITION 5G  
 ELECT. DIAM 0.062"  
 ELECT. LENGTH 031.0  
 SHIELD GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 BACKING GAS AR  
 FLOW RATE 000  
 NOTES:

29

30

31

32

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00152  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00153  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00154  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

TUBEMASTER DATA RECORD

OPERATOR: RSIMON

CURRENT DATE 05/22/2021  
DATE CREATED 05/01/2021

WELD PROGRAM NUMBER 001  
WELD NAME PRUEBA  
WELDING ID NO 00155  
MACHINE S/N TM514EB7012  
DIAMETER 050.0mm  
WALL THICKNESS 01.65mm  
MATERIAL SS  
ALLOY 304L  
HEAD 840  
OPERATING MODE TIME  
WELD MODE CONT.

PREPURGE 50  
UPSLOPE 0  
START AMPS 044.3  
TRAVEL DELAY 02.3  
PULSE UPSLOPE NO  
TACK WELDING NO

PASS 1

PULSING ON  
TRAVEL STEP OFF

LEVEL 1

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 2

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 3

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

LEVEL 4

AMPS 65.0  
LP AMPS 035%  
HPT 0.200 LPT 0.200  
RPM 00.58  
LEVEL TIME 25.97

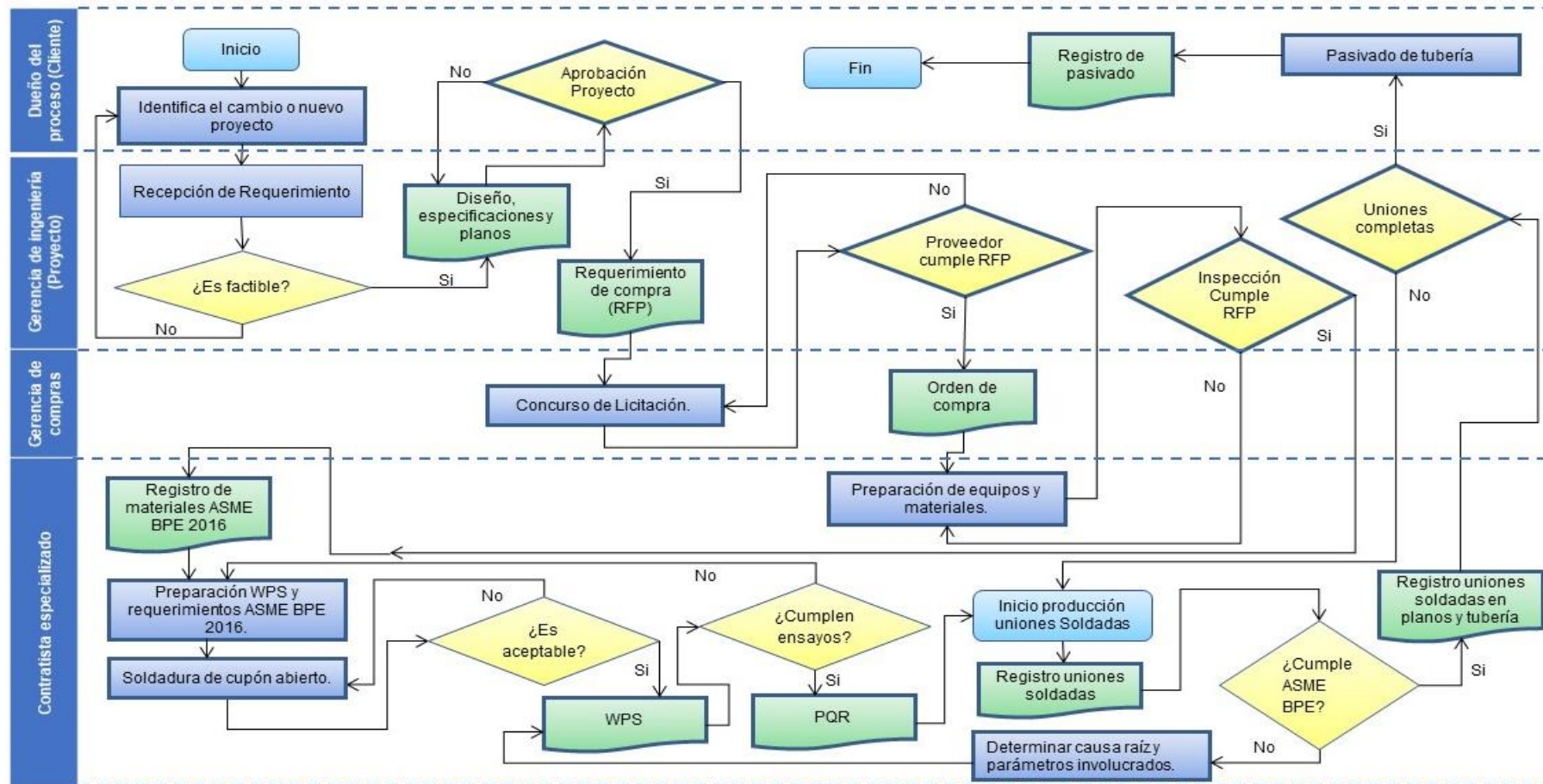
DOWNSLOPE DELAY 02.0  
DOWNSLOPE 8  
PULSE DOWNSLOPE YES  
DOWNSLOPE@HOME NO  
AUTOREWIND YES  
FINAL AMPS 08.0  
POSTPURGE 15

PROCEDURE INFORMATION

POSITION 5G  
ELECT. DIAM 0.062"  
ELECT. LENGTH 031.0  
SHIELD GAS AR  
FLOW RATE 000  
BACKING GAS AR  
FLOW RATE 000  
NOTES:

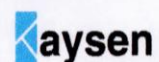
## ANEXO 14


## Flujo de Proceso para obtención de uniones soldadas de tuberías sanitarias



## ANEXO 15

## Certificado de calidad de tubería


**KAYSEN STEEL INDUSTRY CO.,LIMITED**  
**MTC(Mill Test Certificates) EN10204-3.1**
客户(Customer): HG IMPORT EXPORT SAC合同号(Order No.): HGI19-065 (KS19060301)日期(Date): Aug. 2rd.2019

产品 Product	材质 MATERIAL	执行标准 STANDARD		化学成份 (CHEMICAL COMPOSITION) %									物理性能 (MECHANICAL PROPERTY)			
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	抗拉强度 T.S	屈服强度 Y.S	延伸率 E.L	硬度 Hardness
WELDED SANITARY TUBE	SS304L	ASTM A270		≤0.035	≤0.75	≤2.00	≤0.045	≤0.030	8.00~12.00	18.00~20.00			Mpa		%	HRB
Item No	炉号 HEAT NO.	产品规格 Size(mm) OD×Thickness×L	数量 QTY (pcs)													
1	190603N02-3	Φ25.4*1.65*6000	150	0.018	0.33	0.891	0.034	0.016	8.05	18.27	/	/	535	230	42	/
2	190603N02-3	Φ38.1*1.65*6000	200	0.018	0.33	0.891	0.034	0.016	8.05	18.27	/	/	535	230	42	/
3	190603N02-3	Φ50.8*1.65*6000	250	0.018	0.33	0.891	0.034	0.016	8.05	18.27	/	/	535	230	42	/
4	190603N02-3	Φ76.2*1.65*6000	25	0.018	0.33	0.891	0.034	0.016	8.05	18.27	/	/	535	230	42	/
5	190405S03-1	Φ101.6*2.11*6000	12	0.017	0.31	0.811	0.032	0.014	8.06	18.12	/	/	532	228	43	/
水压试验 Hydrostatic Test		光谱分析 PMI		尺寸检查 Dimension Inspection		表面质量 Surface Quality		交货状态 Delivery Status		质检员(QUALITY INSPECTOR) _____ 质检专用章(STAMP OF QC)  质检日期 (INSPECTION DATE): _____						
OK		OK		OK		OK		Internal and external POLISH FOR 320G GRIT/HL								

兹证明本产品经检验符合标准ASTM A270及上述订单的所有要求。

We hereby certify that tubes described above have been manufactured and tested in accordance with the order and standard ASTM A270 request and the result is acceptable.

Add: Yongzhong Street, Longwan District, Wenzhou City, Zhejiang Province, China

Tel: +86 577-86866707 Fax: +86 577-86866707 Mob: +86-15906484621 E-mail: info@kaysensteel.com/chinasanitaryvalve@hotmail.com





## ANEXO 17

## Formato registro de inspección de uniones soldadas

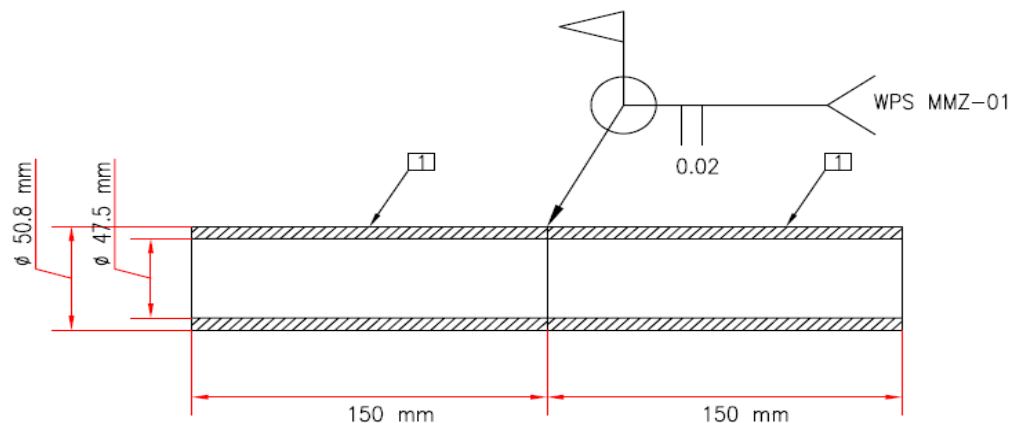
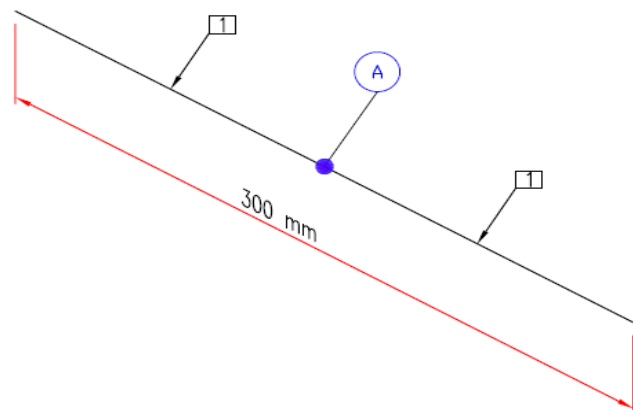
Proyecto Numero: 2021-01						Numero Plano /Isométrico: No aplica.						
Registro de soldadura				Examinación post soldadura				Inspección post pasivación				
Nro. Soldadura	Fecha	Operador DNI	Diámetro	Tipo	Aceptado/Rechazado	Iniciales	Fecha	Tipo	Aceptado/Rechazado	Iniciales	Fecha	Comentarios
01	01/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Rechazado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Prueba Inicial
02	01/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Rechazado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Prueba inicial
03	01/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
04	01/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
05	01/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
06	01/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
07	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Rechazado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	No Conforme
08	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
09	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
10	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
11	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
12	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
13	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
14	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	No Conforme
15	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
16	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
17	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
18	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
19	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
20	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme

Nro. Soldadura	Fecha	Operador DNI	Diámetro	Tipo	Aceptado/Rechazado	Iniciales	Fecha	Tipo	Aceptado/Rechazado	Iniciales	Fecha	Comentarios
21	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
22	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Rechazado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	No conforme
23	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Rechazado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	No conforme
24	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
25	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Rechazado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	No conforme
26	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
27	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
28	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
29	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
30	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
31	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme
32	22/5/21	44808657	2 pulgadas	Visual	Aprobado	MMorales	28/05/21	ASTM 987-D	Aprobado	MMorales	30/05/21	Conforme

**ANEXO 18**



1	Tubería Inoxidable 2" OD	0.15 m	ASTM A270 - AISI 304L	
N°	MATERIAL	CANT.	ESPECIFICACION	ANOTACIONES




LISTA DE UNIONES SOLDADAS				
Unión	Diametro	Junta	Aplicación	Tipo
A	2"	Tope	Campo	Orbital TIG

NOTA:

Limpieza y Pasivado ASTM A967 método D

DIBUJO	M.Morales	01/06/21	ESCALA
DISEÑO	M.Morales	01/06/21	S/E
APROBO	D.Amaya	01/11/21	REV. A
NORMA	ASME BPE	2016	01/06/21

**CUPON UNION  
SOLDADA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  

 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 MECÁNICA  
 DPTO. ACAD. DE ING. MECANICA

PLANO: ANEXO 18	N°
SUSTITUYE A	1/1
SUSTITUIDO POR	