

**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TESIS:**

**“Diseño de un Sistema de Calidad de Gestión y Trabajos Operativos de Soldadura  
bajo la norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina  
Ancash – 2019”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
Ingeniero Industrial**

**AUTOR:**

**Bach. Mayta Conza, Jaime Oswaldo**

**ASESOR**

**Mg. Hidalgo Palomino, Fernando Guillermo**

**<https://orcid.org/0000-0002-9155-445X>**

**DNI 06844769**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

**DEDICATORIA**

A Dios, por darme seres extraordinarios que acompañan mi vida proporcionándome mucha felicidad. También dedico este trabajo a los seres más importantes de mi vida, que han hecho posible con su amor, inteligencia y apoyo, surgir y concluir una de mis metas propuestas: formarme íntegramente como profesional y ser humano.

### **AGRADECIMIENTO**

Al ser Supremo, nuestro Dios Padre, que nos dio la naturaleza de nuestra existencia, que me ilumina y derrama bendiciones en mi vida profesional.

A los miembros jurados de la tesis quienes me permitieron contribuir y aportar en la presente tesis, y a mis catedráticos de la UPCI, formadores en mi vida profesional.

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grado de Bachiller y Título Profesional de la Universidad Peruana de Ciencias e Informática, aprobado por Resolución N° 373-2019-UPCI-R; y en estricto cumplimiento del requisito establecido por el Artículo N° 45, de la ley N° 30220; donde se indica que “la obtención de grados y títulos se realizada de acuerdo a las exigencias académicas que cada universidad establezca” presentamos ante ustedes la tesis titulada **“Diseño de un Sistema de Calidad de Gestión y Trabajos Operativos de Soldadura bajo la norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019”**, la misma que será sometida a vuestra consideración, evaluación y juicio profesional; a fin de que su aprobación me lleve a ostentar el título profesional de Ingeniero Industrial.

Bach. Mayta Conza, Jaime Oswaldo

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>iv</b>
<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Realidad problemática .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	11
1.3 Hipótesis de la investigación .....	15
1.4 Objetivos de la investigación.....	16
1.5 Variables, dimensiones e indicadores.....	17
1.6 Justificación del estudio .....	17
1.7 Antecedentes Nacionales e Internacionales.....	20
1.8 Marco teórico.....	24
1.9. Definición de términos básicos .....	75
<b>II MÉTODO.....</b>	<b>100</b>
2.1 Tipo y diseño de la investigación.....	100
2.2 Poblacion y muestra .....	101
2.3 Técnicas para la recoleccion de datos.....	102
2.4 Validez y confiabilidad de instrumentos .....	104
2.5 Procesamiento y análisis de datos .....	107
2.6 Aspectos éticos .....	109
<b>III RESULTADOS .....</b>	<b>110</b>
3.1 Resultados descriptivos.....	110
3.2 Prueba de Normalidad.....	119
3.3 Contrastación de hipótesis .....	120
<b>IV DISCUSIÓN .....</b>	<b>132</b>
<b>V CONCLUSIONES .....</b>	<b>134</b>
<b>VI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>135</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>138</b>
<b>Anexo 1: Matriz de consistencia.....</b>	<b>139</b>

<b>Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>141</b>
<b>Anexo 3: Base de datos.....</b>	<b>143</b>
<b>Anexo 4: Evidencia de similitud Digital .....</b>	<b>144</b>
<b>Anexo 5: Autorización para la publicación en repositorio .....</b>	<b>149</b>
<b>Anexo 6: Tipos y procesos más usados en soldadura de soldadura .....</b>	<b>150</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Sistema de calidad de trabajo. ....	110
Gráfico 2. Inspección visual .....	111
Gráfico 3. Planificación del trabajo .....	112
Gráfico 4. Programación del trabajo.....	113
Gráfico 5. Ejecución de trabajo .....	114
Gráfico 6. Control del trabajo.....	115
<b>Gráfico 7 . Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y) .....</b>	<b>116</b>
Gráfico 8. Aprendizaje independiente .....	117
Gráfico 9. Comunicación bidireccional.....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de Antamina SA.....	3
Tabla 2 Control de Trabajo.....	14
Tabla 3 Procesos de soldadura más usados según AWS.....	26
Tabla 4 Tipos de uniones soldadas.....	35
<b>Tabla 5</b> <i>Posiciones de las uniones soldadas soldaduras de chapas en ángulo</i> .....	37
<b>Tabla 6</b> <i>Posiciones de las uniones soldadas Soldaduras de tuberías a tope</i> .....	38
<b>Tabla 7</b> <i>Posiciones de las uniones soldadas soldaduras de tuberías en ángulo</i> .....	39
Tabla 8 Clasificación de los principales procesos de soldadura por fusión.....	42
Tabla 9 Clasificación de los principales procesos de soldeo en estado solido.....	43
Tabla 10 Clasificación de los principales procesos de soldeo fuerte y blando.....	44
Tabla 11 Clasificación por tipos de soldeo.....	45
Tabla 12 Números de referencia de soldeo.....	46
Tabla 13 Presentación esquemática de los principales procesos de soldeo y corte.....	47
Tabla 14 Soldeo con Electricidad Revertida.....	49
Tabla 15 Soldeo por arco sumergido.....	50
Tabla 16 Soldeo TIG.....	52
Tabla 17 Soldeo MIG/MAG.....	53
Tabla 18 Soldeo por Electro - escoria.....	55
Tabla 19 Soldeo por electro - gas.....	56
Tabla 20 Oxicorte.....	58
Tabla 21 Corte con Electrodo.....	59
Tabla 22 Corte con Plasma.....	61
Tabla 23 Métodos de aplicación de algunos procesos de soldeo.....	68
Tabla 24 Proceso de Soldeo.....	71
Tabla 27 Proceso de soldeo recomendaciones generales de utilización de los procesos de sol.....	72
<b>Tabla 28</b> <i>Sistema de calidad de trabajo</i> .....	110
Tabla 29 Inspección visual.....	111
Tabla 30 Planificación de trabajo.....	112
Tabla 31 Programación del trabajo.....	113
Tabla 32 Ejecución del trabajo.....	114
Tabla 33 Control del trabajo.....	115
Tabla 34 Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y).....	116

Tabla 35	Aprendizaje independiente .....	117
Tabla 36	Comunicación bidireccional.....	118
Tabla 37	Resultados de la prueba de bondad de ajuste Shapiro-Wilk.....	119
<b>Tabla 38</b>	<i>El diseño de un sistema de calidad y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS Correlaciones .....</i>	120
Tabla 39	La Inspección visual y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS .....	122
Tabla 40	La planificación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS .....	124
Tabla 41	La programación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS .....	126
Tabla 42	La ejecución del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS .....	128
Tabla 43	El control del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS .....	130



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Logotipo de la Empresa Antamina S.A.....	2
Figura 2. Inspección en Zona de Mina .....	4
Figura 3. Inspección en Zona de Mina 2017 .....	4
Figura 4. Inspección en Zona de Mina. ....	5
Figura 5. Plancha lateral interior RH con fisuras, desgastada y con partes de planchas desprendidas .....	5
Figura 6. de Inspección en Planta de Mina.....	6
Figura 7. Inspección en Planta de Mina. ....	6
Figura 8. Inspección en Planta de Mina. ....	7
Figura 9. Inspección en Planta de Mina. ....	7
<b>Figura 10.</b> Imágenes tomadas de planta encontrándose la costura como se observa en las fotos .....	9
Figura 11. Inspección en Planta de Mina. ....	9
Figura 12. Imagen tomada de Inspección en Planta de Mina.....	10
Figura 13. Inspección en Planta de Mina. ....	10
Figura 14. Viga soldada en ángulo con uniones del alma remachadas .....	62
Figura 16 Tipo y Diseño.....	101
Figura 17. El diseño de un sistema de calidad y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS. ....	121
Figura 18. La Inspección visual y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS .....	123
Figura 19. La planificación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS .....	125
Figura 20. La programación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS. ....	127
Figura 21. La ejecución del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS .....	129
Figura 22. El control del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS. .....	131

## RESUMEN

La presente investigación tiene por objeto determinar la propuesta de un sistema de calidad de gestión y su influencia en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash - 2019.

En la metodología se hace el uso de la investigación aplicada por que busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta, en el nivel de experimental. La población está constituido por 35 soldadores que serán las unidades de observación en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina. La muestra de estudio consideró a la totalidad de las unidades de observación, siendo objeto de estudio los 35 soldadores del centro Minero Antamina.

Los resultados el valor de Chi-Cuadrado con un  $p=0.000$  ( $p<0.05$ ) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación entre inspección visual y trabajos operativos de soldadura, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash - 2019.

Se Concluye que el 65.71% de los trabajadores respondieron que la inspección visual en los trabajos operativos de soldadura es mala, el 20% respondió regular y el 14.29% respondió que es bueno la inspección visual en el trabajo operativo.

Palabras clave: Sistema de calidad de gestión, Trabajos operativos de soldadura.

## ABSTRACT

**Objective:** Determine the proposal of a quality management system and its influence on the welding work under AWS D1.1 / 2010, in the Antamina Ancash mining maintenance workshop - 2019. **Methodology:** The present research work will make the use of applied research because it seeks to know to do, to act, to build, to modify; he is concerned about the immediate application of a concrete reality, at the experimental level. **Population and Sample:** The population is constituted by 35 welders that will be the observation units in the welding maintenance workshop of Antamina. The study sample was considered to all the observation units, being the object of study the 35 welders of the Antamina mining center. **Results:** the Chi-Square value with  $p = 0.000$  ( $p < 0.05$ ), which accepts the alternative hypothesis and rejects the null hypothesis. Therefore, it can be evidenced statistically that there is a relationship between visual inspection and welding work, in the Antamina Ancash mining maintenance workshop - 2017. **Conclusion:** 65.71% of the workers answered that the visual inspection in the operational works of welding is bad, 20% responded regularly and 14.29% answered that visual inspection is good in operative work.

**Key words:** Management quality system, Welding operative works

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulado “Diseño de un sistema de calidad de gestión y trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS d1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina, Ancash - 2019”. Hace referencia a los aspectos de sistemas de calidad de gestión, como el servicio técnico operativo, para mejorar la calidad de los trabajos operativos de soldadura. Actualmente, la calidad de gestión es un servicio que contribuye a mejorar la calidad de los procesos de soldadura. Respecto a esto, la misión de la labor de supervisión es un proceso de ayuda para mejorar a todos los soldadores que actúan como agentes operativos y elevar la calidad de los trabajos operativos de soldadura.

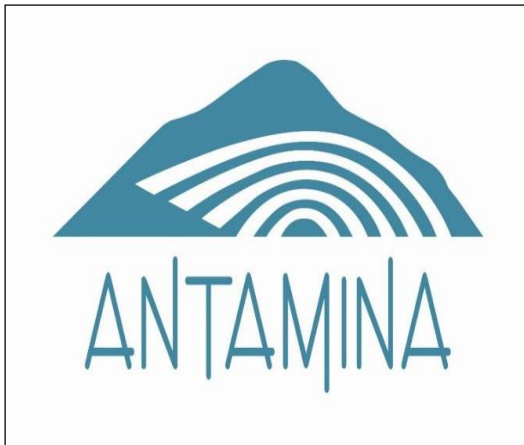
La investigación, está organizada de la siguiente manera: en el capítulo I se desarrolla el planteamiento del problema, se describe la descripción de la realidad problemática, delimitación del problema de investigación, formulación del problema y el planteamiento de los objetivos e hipótesis, asimismo, tiene en cuenta la justificación y limitación de la investigación, base teórica y el tratado de las bases teóricas sobre la variable independiente y dependiente, definiciones de términos básicos. En el capítulo II el método, que contiene el diseño, tipo, nivel y enfoque metodológico, población muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procesamiento de datos, en el capítulo III, se presentan los resultados, prueba de normalidad y contrastación de hipótesis, en el capítulo IV, se desarrolla la discusión de los resultados, completándose con los capítulos V y VI con las conclusiones y recomendaciones respectivamente y finalmente las referencias bibliográficas y sus respectivos anexos.

### 1.1 Realidad problemática

Dando una aproximación histórica, desde los tiempos de la Cultura Chavín, los hombres de ese entonces conocían las propiedades de los minerales y lo usaban con fines religiosos. En 1860, Antonio Raimondi publico las propiedades del yacimiento Antamina.

En la década de los años sesenta, Antamina paso en manos del estado, se mantuvo hasta 1996, después con la privatización de las empresas peruanas, fue adquirido por mineras canadienses Rio Algom e Inmet.

En la actualidad es Compañía Minera Antamina S.A (Ver Figura 01), la cual inicio sus operaciones el 28 de mayo del 2001, comenzando a producir concentrado de cobre, zinc y otros productos el 1 de octubre del 2002 (Antamina, 2019).



**Figura 1** Logotipo de la Empresa Antamina S.A.

Fuente: Compañía Minera Antamina – <http://www.antamina.com/>

Algunos datos adicionales respecto a Antamina, se resumen en la Tabla 01.

**Tabla 1** Datos de Antamina SA.

<b>RAZÓN SOCIAL</b>	<b>Compañía Minera Antamina S.A.</b>
ACTIVIDAD PRINCIPAL	Complejo Minero Polimetálico que produce concentrados de cobre, zinc, molibdeno, plata y plomo.
LOCALIZACIÓN	La Mina está ubicado en el distrito de San Marcos, provincia de Huari en la Región Ancash, a 200 km, de la ciudad de Huaraz y una altitud promedio de 4,300 msnm. También cuenta con el puerto Punta Lobitos, ubicado en la provincia costera de Huarney.
Nº DE TRABAJADORES	Antamina tiene cerca de 6 mil colaboradores, de los cuales aproximadamente 3 mil son colaboradores directos de Antamina y el resto de personal son socios estratégicos.
CAPITAL SOCIAL	Son Cuatro socios <ul style="list-style-type: none"> <li>● BHP Billiton (33.75%)</li> <li>● Glencore (33.75%)</li> <li>● Teck (22.5%)</li> <li>● Mitsubishi Corporation (10%)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

En el área de acarreo, específicamente en la sección de soldadura, se identificó la necesidad de llevar un orden en la gestión. No solamente, en lo que compete a la reparación de fisuras sino de tener un orden registrado de trabajos a realizar para poder priorizar y no tener paradas de máquinas. Se mencionan algunos posibles problemas

A continuación, corroboramos la necesidad de tener una buena gestión del mantenimiento, mediante algunos hallazgos obtenidos en mina, sobre la situación de los siguientes equipos:

a) **Tolvas del Camión Modelo CATERPILLAR 793C, D, F y KOMATSU 930E.**

En momento que descarga material a la chancadora, el área de operaciones comunica que se encontró una plancha desprendida de tolva, generando parada de chancadora. El gasto por hora que generó esto es de aproximadamente 20,000 dólares. No obstante, se ha venido identificando algunos materiales, como indica la Figura 02; el cual fue encontrado en la primera parada por detector de metales.



**Figura 2.** *Inspección en Zona de Mina*

Fuente: Mayta. J. (2017).

Ya en lo correspondiente a las tolvas, se puede distinguir en la Figura 03 un desprendimiento, desgaste (ver Figura 04) y fisuras en cada lado (ver Figura 05)



**Figura 3.** *Inspección en Zona de Mina 2017*

Fuente: Mayta. J. (2017).



**Figura 4.** *Inspección en Zona de Mina.*

Fuente: Mayta. J. (2017).

Los costos más importantes en que se incurren con respecto a la tolva del camión, serían: Parada de chancadora primaria por caídas de planchas, por causa del desprendimiento de planchas desoldadas o con desgaste en piso de tolva, laterales de cajón de tolva parte interior, etc.

Tener en cuenta nuevamente, que el gasto que genera la parada de la chancadora por hora es aproximadamente 20,000 dólares.



**Figura 5.** *Plancha lateral interior RH con fisuras, desgastada y con partes de planchas desprendidas*

Fuente: Mayta. J. (2017).



**b) Chasis del Camión**

Se evidenciaron distintos casos de fisuras (ver Figura 06), desprendimientos de bases de instrumentación y/o equipos (ver Figura 07), así como malos procedimientos de soldadura (ver Figura 08 y 09).

Malas reparaciones, que implican la parada del camión por rotura de chasis u otros, obstaculizando el paso en plena vía a otros equipos.



**Figura 6.** *de Inspección en Planta de Mina.*

Fuente: Mayta. J. (2017).



**Figura 7.** *Inspección en Planta de Mina.*

Fuente: Mayta. J. (2017).



**Figura 8.** *Inspección en Planta de Mina.*

Fuente: Mayta. J. (2017).

Las consecuencias de la rotura de chasis son: daños catastróficos en plena vía de operaciones, generando obstáculos a los camiones de acarreo. Todo ello revela una falta de criterio y malos procedimientos de reparación de fisuras en los camiones. Tener en cuenta que la parada de un Camión por hora es aproximadamente 3,000 Dólares, mientras que la parada de un camión no planificado, por hora es aproximadamente 4,000 dólares.



**Figura 9.** *Inspección en Planta de Mina.*

Fuente: Mayta. J. (2017).

**Continuar con el proceso hasta instalar un bakin.**





**Figura 10.** Imágenes tomadas de planta encontrándose la costura como se observa en las fotos

Fuente: Mayta. J. (2017).

### c) Articulaciones

La falta de lubricación, ocasiona el que no llegue grasa a los pines, generando desgaste prematuro en las articulaciones llámese bocinas, Bering, pines, presentando demasiado juego radial (ver Figura 10) obligando al operador informar por demasiado golpe en el equipo.



**Figura 11.** Inspección en Planta de Mina.

Fuente: Mayta. J. (2017).

Se tiene varios camiones con demasiado juego radial en las articulaciones. Algunos con evidencias de faltas de lubricación (ver Figura 11) y otros con signos de

desprendimiento (ver Figura 12); el tiempo que se necesita para la reparación es aproximadamente 38 horas totales de trabajo 02 mecánicos.



**Figura 12.** *Imagen tomada de Inspección en Planta de Mina.*

Fuente: Mayta. J. (2017).



**Figura 13.** *Inspección en Planta de Mina.*

Fuente Mayta. J. (2017).

Finalmente, podemos determinar algunas causas generadoras de los hallazgos anteriores:

- En algunas guardias no hay personal responsable del manejo de información de inspecciones y tampoco no hay personal capacitado para manejo y toma de decisiones y poder planificar trabajos de soldadura crítico.
- Personal responsable no coordina con el área de predictivos con respecto a las inspecciones de soldadura, para analizar y ver qué nivel de criticidad son las fisuras encontradas en el equipo, si el equipo está operativo o no bajo las condiciones encontradas.
- El Área de predictivos maneja información de las fisuras, pero no hay un personal que analice dicha información para poder tomar acción.
- El relevo de los responsables es ineficiente.
- No tienen una computadora donde pueden manejar las fuentes de información (fotos tomadas de las inspecciones realizadas, llenado de matriz de tolva, chasis y articulaciones) es conveniente determinar si existe un plan de mejoras que esté en marcha, o ver si el personal responsable está realizando un buen proceso y relevo entre guardias.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.1.1 Problema general**

¿En qué medida la propuesta de un sistema de calidad de gestión influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1?1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019?

### **1.1.2 Problemas Específicos**

1).- ¿En qué medida la inspección visual influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1?1/2010, en el taller de mantenimiento?

Según la NORMA AWS D1.1, Se requiere la calificación de soldadores de la WPS (Especificación del procedimiento de soldadura), para uso de soldaduras de producción deben estar calificadas de acuerdo a la sección 4 de la norma parte B. (AWS, 2015)

Tipos de ensayo de calificación necesario una WPS, debe cumplir la tabla 4.2,4.3,4.4

1.-Inspeccion visual (4.9.1)

2.-NDT (4.9.2)

Se debe preparar una WPS, que especifique todas las variables de procedimientos PQR (Registro de calificación de procedimiento) debe servir como una confirmación exitosa de la WPS.

Variables esenciales (procesos de soldadura):

SMAW, SAW, GMAW, GTAW Y FCAW.

2).- ¿En qué medida la planificación del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1?1/2010, en el taller?

Normalmente se viene realizando trabajos con soldadura sin planificar, generando trabajos en paralelo con los mecánicos.

Trabajos improvisados con soldadura, está generando mala disponibilidad con los equipos.

Se está realizando trabajos no programados un 80%

Se está realizando trabajos programados 20% (AWS, 2015)

3).- ¿En qué medida la programación del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1?1/2010, en el taller?

La programación de trabajos con soldadura influirá en realizar trabajos solamente programados con sus respectivos recursos, el Equipo baja solamente por trabajos de soldadura.

Se programa tareas de mecánica, para desmontar algún componente que obstaculiza a l trabajo de soldadura.

Ejemplo:

**CAMPAÑA REP CHASIS PARA ESTA SEMANA 19 AL 25 - DE JULIO – 2018**

ACTIVIDAD 01 REPARACION CHASIS									
EQ	DES	OT	SOL	H REQ	H HOM	MEC	H E	H HOM	
HT084	9.5"RIEL LADO DERECHO CENTRAL EXTERIOR	MM515168	2	24	48	2	8	16	DESARMADO TANQUE COMBUSTIBLE
HT084	2.5"RIEL LADO IZQUIERDO DELANTE EXTERNA	MM515169	2	4	8	1	2	2	DESARMADO LINEAS GRASA
HT084	5"SOPORTE TRANSVERSAL DE PLATAFORMA	MM515170	2	4	8	.....	.....	.....	.....
HT084	3",3"SUPER ESTRUCTURA DERECHO POSTERIOR	MM515171	2	6	12	.....	.....	.....	.....
HT084	12"SUPER ESTRUCTURA IZQUIERDO POSTERIOR	MM515172	2	12	24	2	6	12	DESARMADO LINEAS-CABLES ELECTRICOS
HT084	20"AXLE BOX INFERIOR	MM515173	2	12	24	.....	.....	.....	.....
HT084	SOLDAR DUCTO DE TRANSISION ENFRIAMIENTO ALTERNADOR	MM498651	2	4	8	.....	.....	.....	.....
HT084	CAMBIO COTAFUEGO LADO LH RH	MM507378	3	18	54	.....	.....	.....	.....
HT084	CAMP INSTALACION GUARDAFAN DEL RH-LH	MD59346	2	6	12	2	2	4	.....
HT084	CAMP INSTALACION PROTECTORES TUBO ESCAPE	MD59261	.....	.....	.....	2	4	8	.....
ACTIVIDAD 01 REPARACION TOLVA									
HT082	1.5",10",12"CANOPY PLANCHA SUPERIOR	MM515184	3	15	45	.....	.....	.....	.....
HT082	13",10",11",12",5.5"PLANCHA FRONTAL DERECHO	MM515185	3	18	54	.....	.....	.....	.....
HT082	26"CORTA FUEGO IZQUIERDO	MM515186	2	14	28	.....	.....	.....	.....
HT082	3.5",6",8"VIGA 1 PISO RH	MM515187	2	14	28	.....	.....	.....	.....
HT082	2",8",7.5"VIGA 2 PISO RH	MM515188	2	13	26	.....	.....	.....	.....
HT082	10",5",22",6",6",4",2.5",2",4",4" VIGA 3 PISO RH	MM515189	3	22	66	.....	.....	.....	.....
HT082	8.5" VIGA2 PISO LH	MM515190	2	7	14	.....	.....	.....	.....
HT082	3",3",6",2.5",9",5",1" VIGA3 PISO LH	MM515191	3	12	36	.....	.....	.....	.....
HT082	19",10",2",3",1.5",1.5",3",4",5",2"VIGA PRINCIPAL RH	MM515192	3	18	54	.....	.....	.....	.....
HT082	1",2",2",2",1"VIGA PRINCIPAL LH	MM515193	2	12	24	.....	.....	.....	.....
HT082	3"RH 5"LH CAJAS DE PIVOTE	MM515194	2	7	14	.....	.....	.....	.....



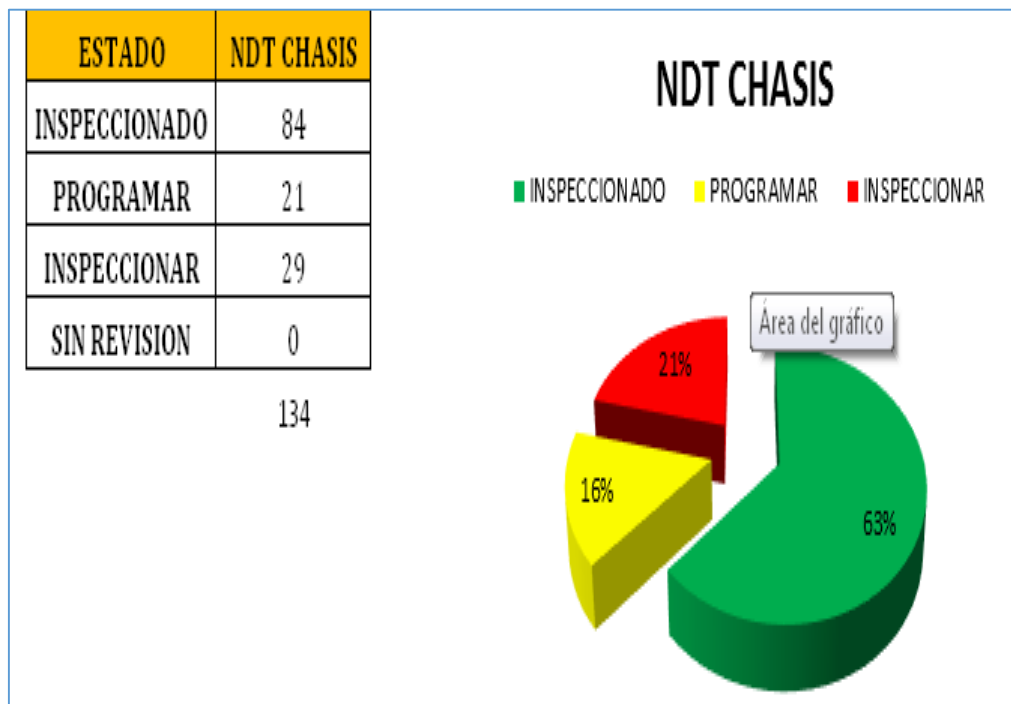
4).- ¿En qué medida la ejecución del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1?1/2010, en el taller?

Los trabajos programados de soldadura, con los recursos y con el procedimiento de reparación según la NORMA D1.1, se debe garantizar una buena reparación que por lo menos dure 10 meses.

5).- ¿En qué medida el control del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1?1/2010, en el taller?

tener registrado la criticidad de fisuras y el peso crítico, para poder definir cuál es prioridad de reparación y que recursos se requiere.

**Tabla 2** Control de Trabajo



Fuente: Elaboración Propia

### **1.3 Hipótesis de la investigación**

#### **1.3.1 Hipótesis General**

El diseño de un sistema de calidad de gestión influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019.

#### **1.3.2 Hipótesis Específicas**

- 1).- La inspección visual influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento.
- 2).- La planificación del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller?
- 3).- La programación del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.
- 4).- La ejecución del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.
- 5).- El control del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo General**

¿Determinar el diseño de un sistema de calidad de gestión para influir en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019

Se trata de determinar el diseño de un sistema de calidad de gestión que tenga el grado en el cual se centre en un conjunto de características propias fundamentales a un objeto y su influencia en los trabajos operativos de soldadura que el personal que realiza los trabajos operativos tenga la habilidad, conocimiento, actitud con el objetivo de tener una buena confiabilidad en los trabajos operativos con el objetivo de desarrollar los trabajos operativos bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- 1) Determinar en qué medida la inspección visual influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento
- 2) Determinar en qué medida la planificación del trabajo influye en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.
- 3) Determinar en qué medida la programación del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.
- 4) Determinar en qué medida la ejecución del trabajo influye en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.
- 5) Determinar en qué medida el control del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

## **1.5 Variables, dimensiones e indicadores**

### **1.5.1 Variables Independientes**

Propuesta de un sistema de calidad de trabajo operativo (X)

### **1.5.2 Variables Dependientes**

Tiempo entre fallas (10 meses) de soldadura bajo la norma AWS D1.1/2010 (Y).

### **1.5.3 Indicadores de las Variables**

Indicadores de la Variables Independiente

**X1.-** Inspección visual

**X2.-** Planificación del trabajo

**X3.-** Programación del trabajo

**X4.-** Ejecución del trabajo

**X5.-** Control del trabajo

### **1.5.4 Indicadores de las Variables Dependientes**

**Y1.-** Reparación de fisuras con soldadura.

**Y2.-** Ensayos no destructivos de trabajos realizados

## **1.6 Justificación del estudio**

### **Justificación Teórica**

La presente tesis será beneficioso para la Minera Antamina, porque, nos permitirá conocer el sistema de calidad de gestión y su relación con el trabajo operativo en el centro Minero Antamina - Ancash y así proponer acciones que conlleven mejorar los trabajos operativos de soldadura.

El trabajo de investigación cuyo objeto de estudio será conocer el sistema de calidad y su relación en los trabajos operativos de soldadura contribuirán en dar a conocer de forma teórica y predictiva, la necesidad de información científica sobre el tema.

**Justificación Metodológica**

Genera un instrumento válido y confiable para el estudio del comportamiento de sistema de calidad de gestión y trabajos operativos de soldadura dentro del centro minero Antamina, constituyendo una herramienta que puede ser implementada en futuras investigaciones, aplicando técnicas metodológicas y contrastando con la estadística.

**Justificación Práctica**

Constituye el punto inicial de un sistema de calidad de gestión en el centro Minero Antamina, que es objeto de estudio, con los resultados del objetivo se mejorará continuamente el desempeño docente.

**Justificación Económica**

La presente investigación permitirá al centro Minero Antamina comunicarse con los personales del sector encargado de la soldadura para minimizar costos y así poder trabajar en un sistema de calidad.

**Justificación Social**

Existiría mejora comunicativa entre los trabajadores y las sugerencias, peticiones o cualquier duda se explicará de manera rápida y eficiente.

**Justificación Legal**

El proyecto de investigación está sustentado en la siguiente norma legal:  
AWS D1.1 Structural Welding Code – Steel  
(Código de Soldadura Estructural – Acero). Este código aplica para las estructuras de acero al carbono y de baja aleación, en espesores mayores a 3mm (1/8”) y con resistencia a la cedencia hasta 690MPa (100 ksi). (AWS, 2015)

## **Importancia**

La presente investigación pretende aportar al campo del conocimiento técnico en los siguientes aspectos:

Teóricamente: Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre las buenas prácticas en soldadura de máquinas pesadas; cuyos resultados podrían sistematizarse en una propuesta de sistema de costos y mejora continua en el proceso de mantenimiento.

Lo anterior se apoya de las normas, códigos y especificaciones en la aplicación de la industria metalmecánica, los cuales establecen lineamientos para las actividades relacionadas con la industria de la soldadura; y cuyo fin es asegurar que los trabajos de soldadura sean confiables, seguros y que las personas involucradas a la operación no estén expuestas a peligros y daños a salud.

Metodológicamente: La presente investigación busca contribuir también con otros estudios referentes a la aplicación de buenas prácticas en mantenimiento de soldadura, considerando su amplio campo de acción en la industria; en especial la minería donde se exigen trabajos confiables, rápidos y seguros.

Bajo este contexto, podríamos referir que una construcción soldada o conjunto soldado es un grupo de piezas unidas por soldadura, lógicamente siguiendo un proceso predeterminado. Tratándose de construcciones de tolvas, chasis de equipos pesados, puentes, estructuras metálicas, plataformas de plantas industriales, etc. si estas obras llegaran a colapsa las pérdidas humanas y económicas serían muy elevadas.

Operativamente: Para la elaboración de la presente investigación, se cuenta con las facilidades necesarias tanto para la toma de muestras, la recopilación de registros de inspecciones de seguridad y de trabajos realizados; así como los programas de trabajo semanal. Todo ello respalda operativamente la realización de esta tesis; que también será de utilidad para futuros trabajos de investigación dentro de la compañía.

## 1.7 Antecedentes Nacionales e Internacionales

(Natividad Tineo, 2017) en su tesis titulada” **Sistema de Gestión de Calidad bajo la norma ISO 9001:2015 en la empresa ELECIN S.A. – Lima, 2017**”, por la Universidad Cesar Vallejo, tuvo como objetivo determinar el nivel del Sistema de Gestión de Calidad de migración a la norma ISO 9001:2015 de los procesos en la empresa ELECIN S.A., para conocer la importancia del nivel de percepción del sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001:2015 que tienen los trabajadores de la empresa. La investigación que se realizó es bajo el criterio del enfoque cuantitativo, tipo de estudio es básico, el diseño fue descriptivo simple y se realizó considerando el método científico deductivo, Para la recopilación de datos se realizó las encuestas con el apoyo de 30 cuestionarios distribuidos en 6 dimensiones vinculados al Sistema de Gestión de Calidad. Los resultados demostraron que existe un porcentaje muy alto del nivel de percepción regular y mala, mientras un porcentaje muy bajo del nivel de percepción bueno del Sistema de Gestión de la Calidad bajo la norma ISO 9001:2015 de los procesos de la empresa ELECIN S.A., 2017, al igual que en las dimensiones mejora continua, control de riesgo, productividad y eficacia, necesidades y expectativas, cumplimiento de los objetivos, y reducción de costos y el logro de la competitividad.

Contreras (2018), la tesis titulada “**Gestión de la calidad con enfoque al cliente y su relación con la competitividad en micro empresas farmacéuticas del cercado de lima caso: Galería capón center 2013**”, despalpada por la Universidad Privada Norbert Wiener, con el objetivo fue determinar la relación entre las variables, gestión de la calizad con enfoque al cliente y la competitividad en las Microempresas Farmacéuticas del tercer piso de la Galería Capón Center. Se trata de una investigación básica de nivel descriptivo con un diseño no experimental de método científico, la muestra estaba compuesto por la población: cada una de las 70 fundaciones farmacéuticas, llamadas farmacias o comercios en el tercer piso de la exposición del Centro Capón ubicada en Jr. Paruro con Miro quesada No. 946, cerca de Lima, Muestra: Para esta situación, el ejemplo está de acuerdo con la población, ya que al ser una pequeña población se eligió hacer un examen exhaustivo del considerable número de componentes de la población, las unidades de investigación eran cada una de las

organizaciones de menor escala, dentro de cada unidad se conocía a sus propietarios separados. , el instrumento de surtido La información utilizada fue la, teniendo en cuenta todo: la gestión de calidad con énfasis en el cliente está legítima o bien identificada con la competitividad en microempresas farmacéuticas en la región de Lima, caso: tercer piso de la Galería Capón Center, 2013 donde Verificó que las perspectivas de medición o los componentes inconfundibles y cada uno de sus marcadores se identifica con ganancia (Equipo de aspecto actual, oficinas físicas, apariencia ordenada y componentes de material visualmente atractivos).

Sanabria y Becerra (2014), **“Diseño de un WPS y un PQR de soldadura, bajo la norma AWS D1.1 aplicado a los procedimientos de la compañía precisión LTDA”** respaldada por la Universidad Industrial de Santander, el objetivo fue diseñar y calificar un WPS (especificaciones del procedimiento de soldadura) y un PQR (registro de calificación de procedimiento) para la compañía Precisión LTDA, basado en la norma AWS D1.1/D1.1M:2010 (Código de soldadura estructural de acero), el tipo de investigación aplicada de nivel con un diseño experimental de método experimental ,la muestra estuvo conformado por la compañía precisión LTDA ,el instrumento recolección de datos fue el cuestionario ,en conclusión El documento con las especificaciones del procedimiento de soldadura WPS diseñado durante el desarrollo de este proyecto, fue probado y calificado exitosamente de acuerdo a las necesidades comerciales de la compañía Precisión LTDA y basado en los lineamientos dispuestos por el código para soldadura de acero estructural AWS D1.1

Diaz Rodriguez (2019), **“Aplicación del código AWS D1.1/D1.1M:2015 en la inspección de juntas soldadas de las estructuras metálicas del proyecto ampliación de mercado Municipal del distrito de Chancay -2018”** fue respaldado por la Universidad José Faustino Sánchez Carrión, el objetivo fue aplicar el Código AWS D1.1/D1.1M:2015 en la inspección de las juntas soldadas para determinar el buen control de calidad durante la fabricación de las estructuras metálicas del Proyecto Ampliación del Mercado Municipal del Distrito de Chancay ,el tipo de investigación es Cuantitativa – Descriptiva de nivel descriptiva con un diseño no experimental de método correlacional, estuvo conformado por la muestra de nuestra investigación son las juntas soldadas de las estructuras Metálicas del Proyecto de la Ampliación del Mercado Municipal del Distrito de Chancay, el instrumento de recolección de datos que se utilizo fue el cuestionario, en conclusión control



durante los procesos de fabricación de distintas estructuras soldadas es esencial para la prevención de la calidad y seguridad. Cuando cualquier etapa de fabricación queda fuera de control, fatalmente la calidad será afectada por la introducción de los defectos.

Con relación a estudios relacionados con la mejora del proceso de soldadura bajo las normas AWS D1.1 / D1.1M:2010, se tiene dos tipos de trabajos: Los orientados a análisis de soldabilidad, así como los de metodologías de mejora de Gestión en trabajos Operativos.

### ➤ **Análisis de Soldabilidad**

De este primer tipo se encontraron dos trabajos de tesis. El primero, sobre análisis de barras corrugadas de acero según las recomendaciones de la norma ANSI / AWS D.1.4 (Hurtado, 2011).

Hurtado (2011), refiriéndose a los procesos de soldadura y de acuerdo al código ANSI / AWS, recomienda soldar las barras corrugadas ASTM A 615 utilizando cualquiera de los siguientes procesos:

- Soldadura por Arco con Electrodo Revestido (Shielded Metal Arc Welding – SMAW),
- Soldadura por Arco de Metal y Gas (Gas Metal Arc Welding – GMAW), y
- Soldadura por Arco con Núcleo Fundente (Flux Cored Arc Welding – FCAW)

Agrega además lo siguiente:

Otros procesos de soldadura pueden ser utilizados siempre y cuando sean aprobados por el Ingeniero Responsable, dado que algunos requerimientos de prueba de calificación especial no cubiertos por el código son cumplidos para asegurar que las soldaduras obtenidas sean satisfactorias para la aplicación requerida (Hurtado, 2011, pp. 20).

Al igual que el estudio realizado por el auto, para nuestro caso, se validó también el proceso de soldadura SMAW por ser el de mayor utilización en nuestro medio.

Un segundo estudio incluye una comparativa de los métodos de soldeo con distintos tipos de electrodos; consolidando los procedimientos y los procesos de soldadura en un solo documento (Sánchez & Rincón, 2017).

Sánchez & Rincón (2017), también hacen referencia al proceso de Soldadura SMAW o dicho, en otros términos, Proceso de soldadura por doblado eléctrico de cátodos cubiertos, que depende de la asociación de dos piezas (material base) por combinación debido al calor del segmento circular eléctrico producido por el terminal.

Sobre los puntos de interés e inconvenientes de este procedimiento de soldadura, especifica:

Puntos de interés: engranaje simple y fácil, la variedad de posiciones, tipos de metales y espesores metálicos son altos, entrada aceptable, gran introducción, material en espesores de 3 a 38 mm.

Cargas: es un procedimiento roto debido a la corta longitud del material de relleno. Se requiere una experiencia extraordinaria de soldador para un glóbulo de soldadura adecuado.

### **Metodologías de Mejora de Gestión y Trabajos Operativos**

Partiendo de la aplicación en el campo laboral de la soldadura según algunos estándares como el AWS D1.1, surgió la necesidad de saber manejar algunas normativas en la fabricación y montaje de estructuras de acero.

Según ello, un trabajo de tesis, propuso el desarrollo de procedimientos de soldadura, calificación de soldadores y control de calidad de estructuras soldadas de acuerdo con AWS D1.1(Caisaguano, 2013). Adicional a ello, (Abril & Vergara, 2015) trabajaron la implementación de una metodología para la estimación de costos de soldadura y consumibles con el proceso FCAW, GMAW, dentro de una compañía de aceros.

Este estudio recayó en la identificación del tipo de PROCESOS , que es la presentación de la información básica que permite dar una introducción a la herramienta que se va a manejar, también se especifica el nombre de la persona que va a elaborar este PROCESO, el nombre del cliente, si tiene una WPS de referencia (esta se especifica de entrada en el costeo para que el ingeniero de presupuestación que tenga que realizar el PROCESO, siga sus parámetros y variables, conforme a la información recopilada en la WPS y sea más fácil

desarrollar esta metodología de PROCESOS), también se debe especificar el material de aporte que se va a trabajar y por último se especifica el factor de Operación. (Abril & Vergara, 2015, pp. 51).

Con más énfasis en el aseguramiento de la calidad, (Mafla & Valencia, 2013) propusieron en una tesis, un manual del proceso de fabricación de elementos estructurales bajo el código AWS D1.1 / D1.1M 2010, y modificado de acuerdo con las sugerencias internas de una organización en particular.

En este informe, se caracterizaron los procedimientos de soldadura que se utilizarán, y se sugirió adicionalmente la metodología más adecuada al hacer estructuras de juntas de soldadura, así como los planos de juntas con su simbología, control y examen separados de cada procedimiento.

## **1.8 Marco teórico**

En esta sección, se incluirán los principales fundamentos teóricos que respaldan este trabajo de investigación.

### **1.8.1 Sistema de Gestión**

Sea para reducir sus Tiempos o bien optimizar la Gestión, una organización debe favorecer la mejora continua de sus procesos, sea en su flujo de producción y el control de sus operaciones; permitiendo de esta manera tomar mejores decisiones de negocios y ponerlas en práctica con mayor rapidez.

Tanto (Romero & Guillezeau, 2004) sostienen que la resultante de la gestión de los sistemas Calidad constituyen un gran aliado para alcanzar el éxito en la aplicación y revisión de cualquier proceso que tenga como fin último el mejoramiento continuo; en términos de productividad y competitividad.

Añaden, además, que “para poder lograr los objetivos derivados de la implantación de un programa de calidad debe darse, indudablemente, un cambio de cultura en una organización, en el que se permita y faculte a la gente expresar sus opiniones en materia de procesos a fin de lograr hacer las cosas bien en función a las expectativas del cliente” (Romero & Guillezeau, 2004, pp. 9)

Refiriéndose a los costos de calidad ligados al proceso de Soldadura de Mantenimiento, y el mejoramiento continuo de la Inspección de Trabajos de Soldadura; ambos autores refieren que los costos de calidad “proviene, en esencia, de los gastos derivados de algunas partes de la planificación de la calidad, de las medidas preventivas y encauzadas al aseguramiento de la calidad, de los ensayos para la realización del modelo de calidad y por los gastos para el reconocimiento y eliminación de fallas en los productos y servicios”.

Bajo esta misma línea, (Lleana, 2014) define como costo de calidad al costo que se incurre por no satisfacer los requerimientos del cliente, incurrir en errores, de hacer las cosas mal y se puede dividir en dos componentes fundamentales: costos de control y costos de fallos.

### **1.8.2 Proceso y tipos de soldadura bajo la norma AWS D1.1 / D1.1M:2010**

Con relación a las normas AWS D1.1 / D1.1M:2010, estas parten de las especificaciones y estándares validados por la American Welding Society (AWS).

La característica de este código es que cubre los requerimientos para cualquier tipo de estructura soldada realizada con acero al carbono y de baja aleación para construcción (AWS, 2015).

**Tabla 3** *Procesos de soldadura más usados según AWS*

<b>Proceso</b>	<b>AWS</b>	<b>EN</b>
Soldeo metálico por arco con electrodo revestido (soldeo manual)	<b>SMAW</b>	<b>111</b>
Soldeo por arco con alambre tubular (sin protección gaseosa)	<b>FCAW</b>	<b>114</b>
Soldeo por arco sumergido	<b>SAW</b>	<b>121</b>
Soldeo por arco con gas inerte; soldeo MIG	<b>GMAW</b>	<b>131</b>
Soldeo por arco con gas activo; soldeo MAG	<b>GMAW</b>	<b>135</b>
Soldeo por arco con alambre tubular (con protección de gas activo)	<b>FCAW</b>	<b>136</b>
Soldeo por arco con alambre tubular (con protección de gas inerte)	<b>FCAW</b>	<b>137</b>
Soldeo por arco con electrodo de wolframio; soldeo TIG	<b>GTAW</b>	<b>141</b>
Soldeo MIG por arco llama	<b>PAW</b>	<b>151</b>
Soldeo por puntos; soldeo por resistencia por puntos	<b>RSW</b>	<b>21</b>
Soldeo por costura; soldeo de costuras por resistencia	<b>RSEW</b>	<b>22</b>
Soldeo oxiacetilénico	<b>OAW</b>	<b>311</b>
Soldeo fuerte por llama; soldeo fuerte con soplete	<b>TB</b>	<b>912</b>
Soldeo blando por llama; soldeo blando con soplete	<b>TS</b>	<b>642</b>

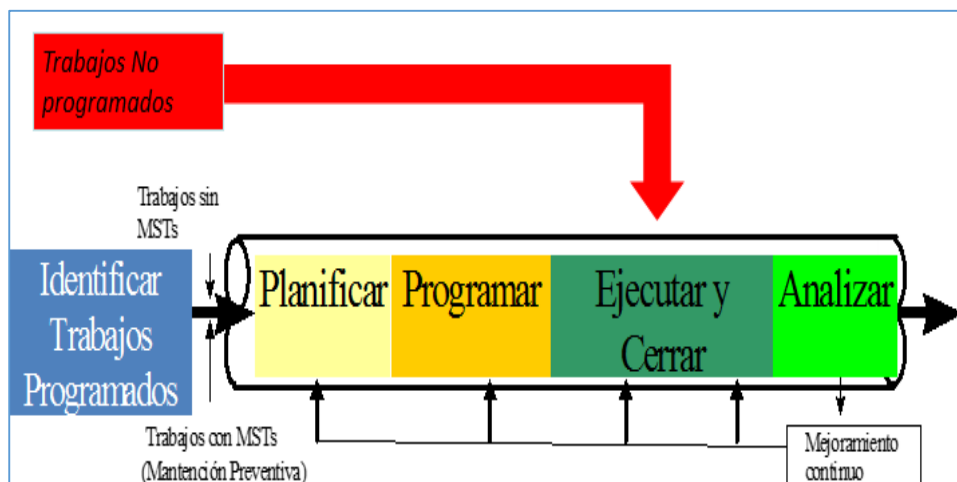
Fuente: Lleana (2014)

**Tipos de soldadura:****Heterogéneas.** - Blanda y Fuerte (límite de temperatura entre blanda y fuerte 450°C)**Homogéneas.** - Eléctrica (electrodo revestido, arco sumergido y gas), laser y oxiacetilénica

## TUBERIA DE ADMINISTRACION DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

La idea de reparaciones con soldadura es:

Se identifique los trabajos de reparación con soldadura y pase por el tubo de mantenimiento 80% trabajos planificados y por fuera del tubo 20% trabajos no programado. De esta manera hemos alcanzado la Eficacia de gestión y calidad en el tiempo programado con trabajos operativos, llevando un control y análisis de trabajos realizados.



**Figuras 1.** *Trabajos no programados*

**Fuente:** Mayta J. (2017).

### 1.8.3 Calidad en la Soldadura

La definición de calidad de la soldadura parte del proceso previo de certificación (caso de los ensayos no destructivos y de la posterior operación (trabajo de aplicación).

Según la teoría, se entiende por Ensayos no Destructivos (END) a una prueba que se aplica a un material, sin cambiar en todo momento sus propiedades mecánicas, físicas, dimensionales o compuestas (FEANDALUCIA, 2011).

Las pruebas no destructivas dependen de los estándares de la ciencia de los materiales. Sus estrategias principales incorporan las pruebas que lo acompañan: prueba visual, radiografía mecánica, partículas magnetizables, fluidos infiltrantes, flujos parásitos, ultrasonido y metalografía de reproducción.

Para efectos de situarnos en el presente estudio, los (END) aplicados a la soldadura de mantenimiento, comprenden los siguientes procesos: Ensayo visual, ensayos con líquidos penetrantes, ensayos con ultrasonidos, inspección con partículas magnéticas, inspección por corrientes inducidas, inspección por radiografías, inspección con rayos gamma y ensayos de pérdidas (FEANDALUCIA, 2011).

De acuerdo al documento standard del Handbook of Non Destruction Evaluation, los END relacionados al proceso de inspección de soldaduras, propician la detección de grietas, poros, las faltas de penetración, grietas por fragilización en la zona HAZ, etc.

Es decir, mayormente involucran a las fracturas en soldadura, falta de fusión e inclusión de escoria la sección de soldadura; ayudando así a asegurar la seguridad y fiabilidad a través de la detección de estas fallas y defectos en los componentes a soldar (INTERTEK, 2017).

#### **1.8.4 Proceso de Inspección**

Según la empresa TUEV (2017), la inspección de soldadura pretende incluir calidad, control, dominio del tiempo y confianza en los formularios de establecimiento en hardware y marco.

A pesar del hecho de que el ingeniero de soldadura, según su perfil especializado, está asociado con todos los períodos del patrón de existencia de un recurso físico (estructura, ensamblaje, recolección y mantenimiento), la revisión de soldadura es particularmente significativa en la etapa de ensamblaje en la que garantiza que las uniones soldadas se liberen de las entregas y, a lo largo de estas líneas, respalda.

Por otra parte, se entiende como inspector de soldadura (Levi, 2011) a la persona calificada para ejercer actividades de control de un proceso de fabricación y/o construcción soldada.

El inspector de soldadura, deberá reunir “una variedad de conocimientos, así como ciertas características que le permitan realizar su actividad en medio de un ambiente de confianza, respeto y buen trato ya que tendrá que comunicarse con la mayoría de las personas involucradas en un proyecto” (Levi, 2011, pp. 3)

**REPORTE:** Mejora Geometría de Bisel entre Axle Box Estructura y Brida de Pin Central

**A:** Todos los Supervisores de camiones.

**De:** Mantenimiento.

**Asunto:** Soldar todo el espesor del material base de plancha estructural y brida pin central

**Fecha:** 15-03-19

**Inspector:** Jaime Mayta Conza

De toda la flota hasta el momento tenemos la zona afectada los Equipos:

Fisuras cordones de soldadura entre AXLE Box y Brida de Pin central

EQ	DES	ESTADO
HT154	ACCIDENTE	REPARADO
HT143	El Axle Box presenta una fisura critica de 22 pulgadas	REPARADO
HT165	fisura de 1” en el sub-componente PIN-A	FALTA REP
HT127	Finalmente, el resultado de la inspección se evidencia 2 fisuras de 1 ½”	FALTA REP
HT100	FISURA 8.5" PARTE SUPCORDÓN DE SOLDADURA	PROCESO

Señores:

En los camiones Komatsu 930E, con respecto al cordón de soldadura del Axle Box Estructura y Brida de Pin Central se ha convertido en un punto crítico.

Necesitamos un proceso de reparación puntual por fábrica.



Las reparaciones se están realizando botando todo el material de aporte, no interesando la longitud del lado.

Se ha evaluado el esquema donde va el material de aporte, según esquema se observa que una parte del espesor de la brida aprox  $\frac{1}{4}$ " no se ha soldado quedo como costura, asumo que fabrica lo uso como bakin

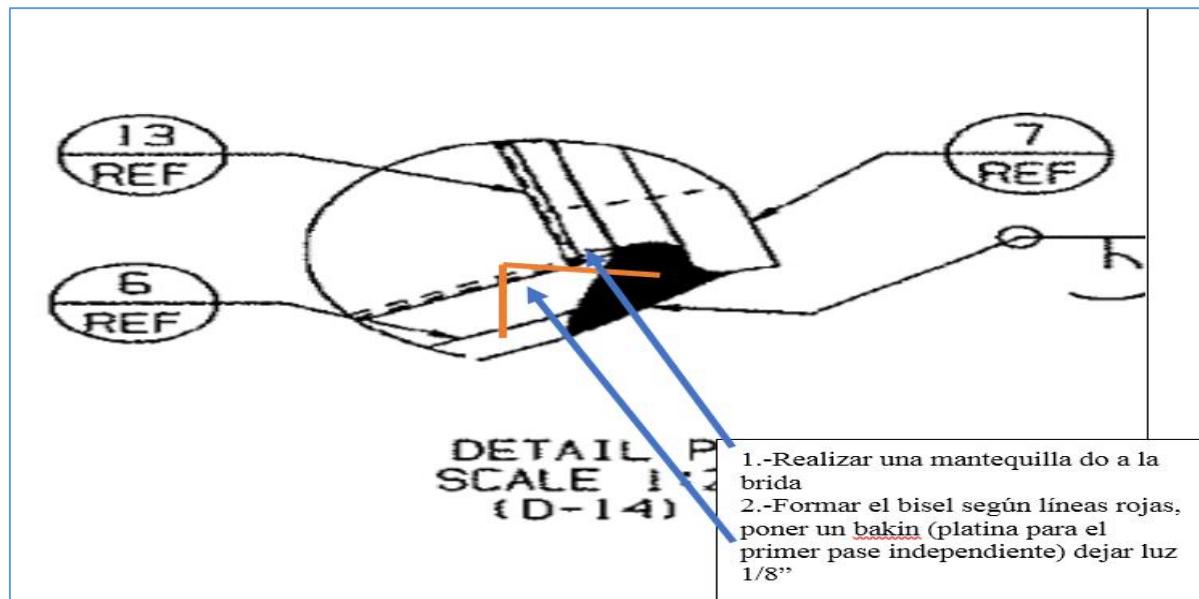
Como sugerencia:

Sugiero cambio de geometría de bisel, se especifica en esquema, con el fin de soldar todo el espesor de la Brida del pin central.

Según esquema, la brida embona al Axle Box

En juego axial entre el Axle Box y la brida es muy posible que no genere demasiada tención

En juego radial entre el Axle Box y la brida es muy posible que esté generando demasiada tensión en la costura, generando fisura en el primer pase de soldadura o en estructura.



**Figuras 2.** Juego radial entre el Axle Box

Fuente: Elaboración Propia.



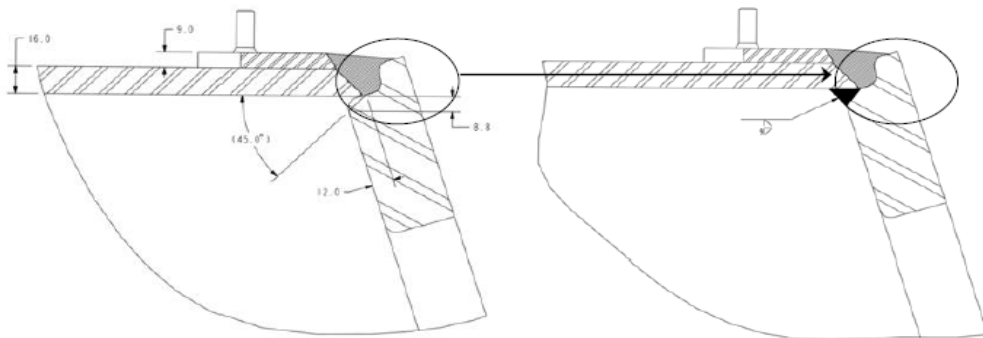
## RESPUESTA DE FABRICA KOMATSU CON RESPECTO AL REPORTE DE FALLA

### Falla de Axle box (Antamina)

#### 7. Propuestas de reforzamiento sugeridos por la fábrica

##### Opción 1: "Sin fisura & con preparación superficial"

- Realizar un bisel previo a la soldadura.
- Pre-calentar a 200-250°F.
- Aplicar PSN AA00046C.
- Enfriamiento lento con manta térmica
- Realizar pruebas NDT tinte penetrante post reforzo.
- Verificar con terraja macho 1.25" – 7UNC-2B los alojamientos de la placa.



### Falla de Axle box (Antamina)

#### 8. Conclusiones

1. La falla está asociada a los múltiples esfuerzos durante la operación del equipo, los cuales generaron micro-fallas acumulativas de fatiga estructural debido a la severidad de la aplicación Antamina (condiciones de vías, velocidad y sobre-carga).
2. Se descartan causas de material o diseño de producto.
3. Se comprueba que el RAS de la aplicación Antamina > al promedio global.
4. Fuerzas G generadas por la aplicación alcanzan a triplicar el máximo permisible (3G), frecuentemente el 40% del año (Dic-Abril, época de lluvia).
5. Las condiciones de vías afectan el esfuerzo torsional al equipo.

#### 9. Recomendaciones

1. Realizar inspecciones de UT (ultra sonido) en axle box y nose cone cada PM de 1,000 h.
2. Inspeccionar juego axial / radial de la rótula del pin central cada 500 h.
3. Reemplazar el Nose Cone cada 25,000 h.
4. Reparar las fisuras acorde procedimientos de Komatsu proporcionados.



**KOMATSU** **MITSUI**

#### **OBSERVACIONES:**

Comunicar al personal que instala los bearing chequear medidas de base de alojamiento de bearing según fabrica.

### 1.8.5 Calidad en la Soldadura

La definición de calidad de la soldadura parte del proceso previo de certificación (caso de los ensayos no destructivos y de la posterior operación (trabajo de aplicación).

Según la teoría, se entiende por Ensayos no Destructivos (END) a una prueba que se aplica a un material, sin modificar para siempre sus propiedades mecánicas, físicas, dimensionales o de sustancia (FEANDALUCIA, 2011).

Los Ensayos No Destructivos, depender de los estándares de la ciencia de los materiales. Sus técnicas principales incorporan las pruebas que lo acompañan: prueba visual, radiografía moderna, partículas magnetizables, fluidos infiltrantes, flujos parasitarios, ultrasonido y metalografía de imitación.

Para efectos de situarnos en el presente estudio, los (END) aplicados a la soldadura de mantenimiento, comprenden los siguientes procesos: Ensayo visual, ensayos con líquidos penetrantes, ensayos con ultrasonidos, inspección con partículas magnéticas, inspección por corrientes inducidas, inspección por radiografías, inspección con rayos gamma y ensayos de pérdidas (FEANDALUCIA, 2011).

De acuerdo al documento standard del Handbook of Non Destruction Evaluation, los END relacionados al proceso de inspección de soldaduras, propician la detención de grietas, poros, las faltas de penetración, grietas por fragilización en la zona HAZ, etc.

Es decir, mayormente involucran a las fracturas en soldadura, falta de fusión e inclusión de escoria la sección de soldadura; ayudando así a asegurar la seguridad y fiabilidad a través de la detección de estas fallas y defectos en los componentes a soldar (INTERTEK, 2017).

**Citas textuales:****Autor: Avilés Miño Marcos Albert****1. ¿QUE ES LA SOLDADURA?**

Soldar es el proceso de unir o juntar metales.

**2. DESCRIBA EL TRABAJO QUE EFECTUA UN HERRERO FORJADOR.**

El método más antiguo para unir metales se basaba en calentar dos piezas de metal en una fragua hasta que estaban blandas y flexibles. Después, se martillaban o forjaban las piezas entre sí o en un yunque y se dejaban enfriar y endurecer.

**3.- CLASIFICACION DE LOS TIPOS, UNIONES DE SOLDADURA Y ELECTRODOS.**

Las uniones soldadas pueden clasificarse básicamente en función de la posición relativa de las piezas a unir, distinguiéndose así 5 tipos básicos de uniones como se muestra en la fig. 1.

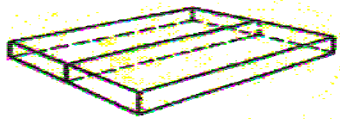
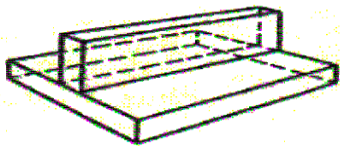
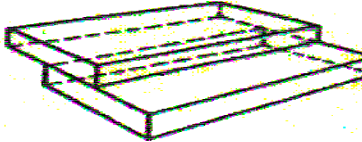
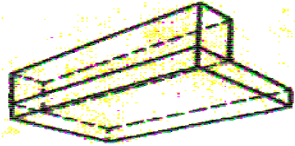
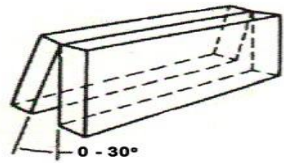
En cuanto a las soldaduras propiamente dichas, pueden clasificarse atendiendo a dos conceptos:

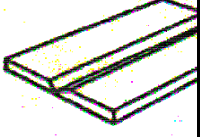
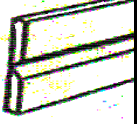
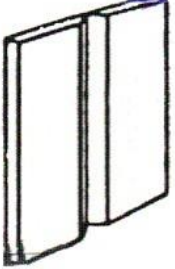
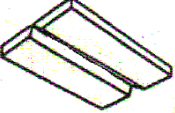
**A) Por la forma de la unión** A.1) Soldaduras a tope. A.2) Soldaduras en ángulo. A.3) Soldaduras especiales.

**B) Por la posición de la soldadura durante la operación de soldeo (posiciones de soldeo)**

Desde el punto de vista del diseñador es la primera clasificación la que más interés tendrá, dado que el estado tensional que se genera en la unión soldada viene fuertemente condicionado por la geometría y forma de la soldadura. En las figuras 2 a 5 se indican las descripciones y denominaciones de las diferentes posiciones de las uniones soldadas, tales como aparecen en las reglamentaciones más utilizadas.

**Tabla 4** Tipos de uniones soldadas

<b>TIPOS DE UNIONES SOLDADAS</b>	
<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>CROQUIS</b>
TIPO 1 UNIÓN EN PROLONGACIÓN (“A TOPE”)	
TIPO 2 UNIÓN EN T (ÁNGULO INTERIOR) (“RINCÓN”)	
TIPO 3 UNIÓN EN SOLAPE (ÁNGULO INTERIOR) (“RINCÓN”)	
TIPO 4 UNIÓN EN L (ÁNGULO EXTERIOR) (“ESQUINA”)	
TIPO 5 UNIÓN EN BORDE (“SOBRE CANTOS”)	

POSICIONES DE LAS UNIONES SOLDADAS			
SOLDADURAS DE CHAPAS A TOPE			
DENOMINACIÓN		DESCRIPCIÓN	CROQUIS
AWS	EN		
1G	PA	CHAPA HORIZONTAL SOLDADURA PLANA	
2G	PC	CHAPA VERTICAL SOLDADURA EN CORNISA	
3G	PG PF	CHAPA VERTICAL SOLDADURA EN VERTICAL: DESCENDENTE ASCENDENTE	
4G	PE	CHAPA HORIZONTAL SOLDADURA BAJO TECHO	

Fuente: Elaboración Propia.

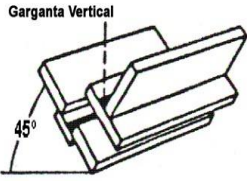
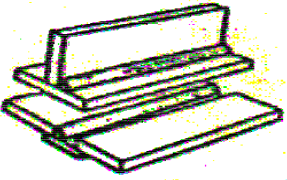
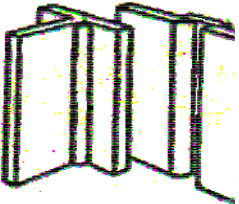
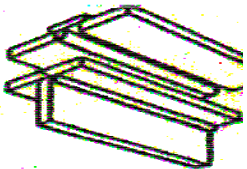
NOTA: La homologación que se pide al soldador para trabajos soldadura en reparaciones en taller mina es HOMOLOGACION EN 4G.

El perfil de del soldador es:

P=perfil; C: conocimiento; H: habilidad; A: actitud

$P=(C + H) A$

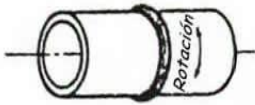

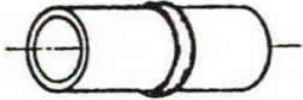
**Tabla 5** Posiciones de las uniones soldadas soldaduras de chapas en ángulo


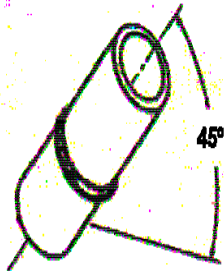
DENOMINACIÓN		DESCRIPCIÓN	CROQUIS
AWS	EN		
1F	PA	CHAPA INCLINADA SOLDADURA PLANA ACUNADA	
2F	PB	CHAPA HORIZONTAL SOLDADURA EN RINCÓN	
3F	PG PF	CHAPA VERTICAL SOLDADURA EN VERTICAL: DESCENDENTE ASCENDENTE	
4F	PD	CHAPA HORIZONTAL SOLDADURA BAJO TECHO	

*Fuente: Elaboración Propia*



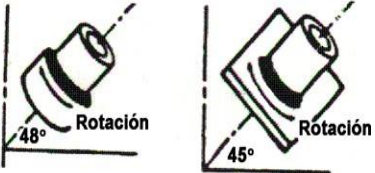
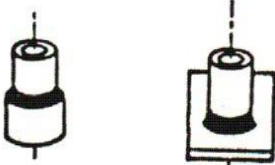
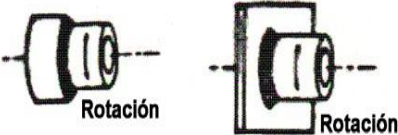
**Tabla 6** Posiciones de las uniones soldadas Soldaduras de tuberías a tope

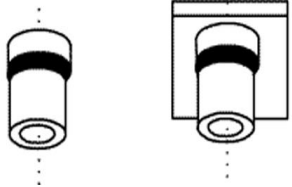

DENOMINACIÓN		DESCRIPCIÓN	CROQUIS
AWS	EN		
1G	PA	TUBERÍA HORIZONTAL MOVIMIENTO ROTACIÓN SOLDADURA PLANA	
2G	PC	TUBERÍA VERTICAL SIN MOVIMIENTO SOLDADURA EN CORNISA	
5G	PG PF	TUBERÍA HORIZONTAL SIN MOVIMIENTO SOLDADURA PLANA, VERTICAL Y EN TECHO	

6G	H-L045 JL-045 KL-045	TUBERÍA INCLINADA SIN MOVIMIENT O SOLDADUR A VERTICAL		
----	----------------------------	---	---	---

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 7** Posiciones de las uniones soldadas soldaduras de tuberías en ángulo

DENOMINACIÓN		DESCRIPCIÓN	CROQUIS
AWS	EN		
1F	PA	TUBERÍA INCLINADA MOVIMIENTO DE ROTACIÓN SOLDADURA PLANA	
2F	PB	TUBERÍA VERTICAL SIN MOVIMIENTO SOLDADURA EN CORNISA	
2FR	PB	TUBERÍA HORIZONTAL MOVIMIENTO ROTACIÓN SOLDADURA EN CORNISA	

4F	PD	TUBERÍA VERTICAL SIN MOVIMIENTO SOLDADURA EN TECHO	
5F	PG PF	TUBERÍA HORIZONTAL SIN MOVIMIENTO SOLDADURA EN TECHO, PLANA, EN CORNISA	

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.-CLASIFICACION DE LOS PROCESOS SOLDADOS

No resulta fácil hacer una clasificación sistemática de todos los procesos de soldeo a causa de que actualmente pasan del centenar y, además, son varios los criterios bajo los cuales pueden ser ordenados:

- Por tipos de fuente de energía: arco eléctrico, corriente eléctrica, efecto Joule, energía mecánica, energía química, energía radiante, etc.
- Por los procesos físicos de unión: fusión, en estado sólido, interacción sólido-líquido.
- Por los medios de protección: fundentes, gases inertes, gases activos, vacío

Se añade a esta multiplicidad de enfoques la dificultad de que ninguna es totalmente definitiva, son muchos los procesos en que se superponen dos o más de estos parámetros. Algunos utilizan dos tipos de energías diferentes, por ejemplo, eléctrica y mecánica, y otros dos tipos de protección, gas y fundente.

### 1.8.6 Clasificación AWS

Esta clasificación se realiza en etapas consecutivas utilizando en cada una de ellas diferentes factores definitorios. En primer lugar, se clasifican los procesos atendiendo al tipo de interacción que se produce entre las dos partes del metal base y el metal de aportación, en su caso, para dar lugar a la unión soldada:

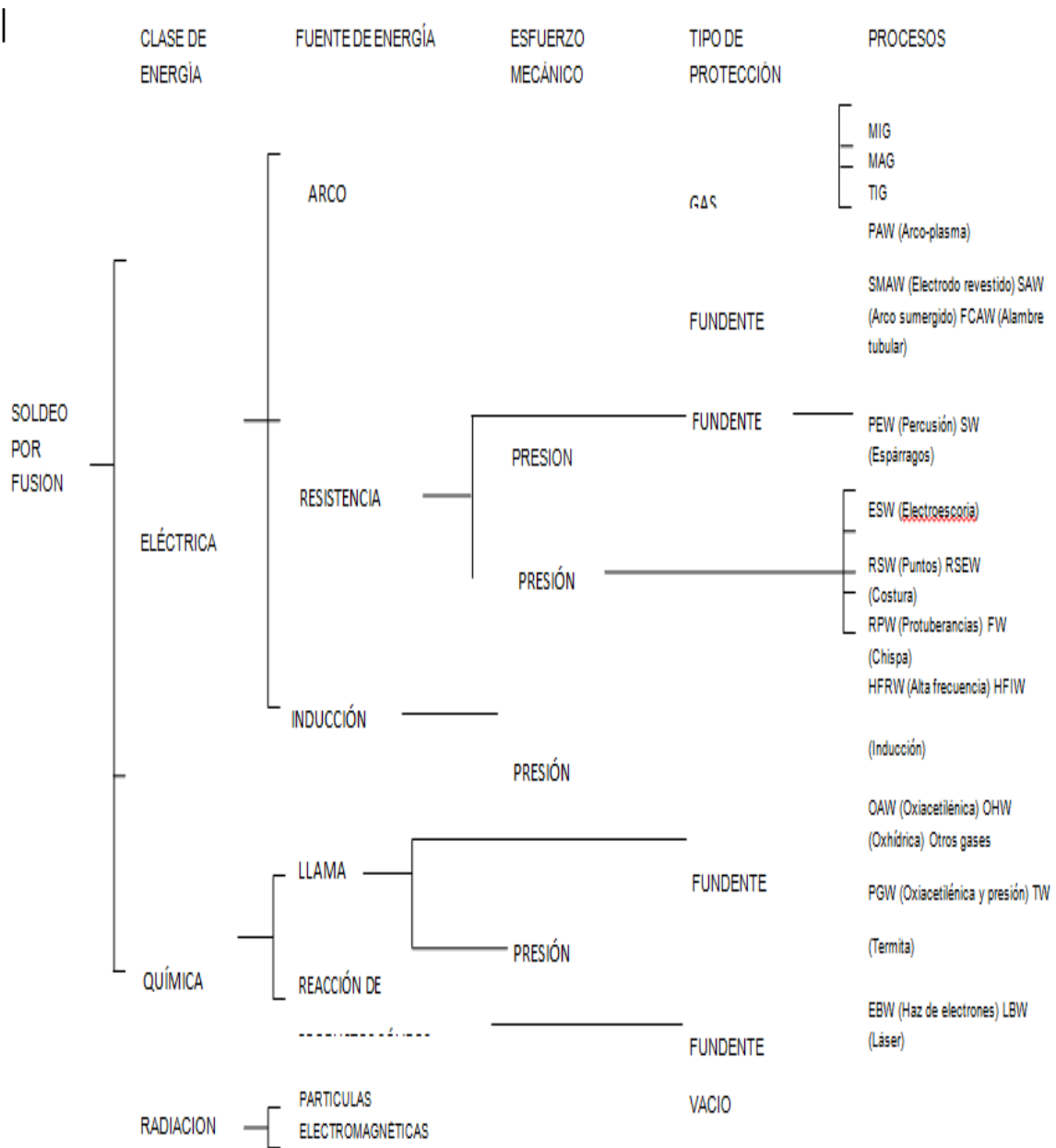
- 1.- SOLDEO POR FUSIÓN: La unión se consigue por la interacción entre el metal base y de aportación, ambos en fase líquida.
- 2.- SOLDEO EN ESTADO SÓLIDO: La unión se consigue por interacción entre las partes a unir en estado sólido.
- 3.- SOLDEO FUERTE Y BLANDO: La unión se consigue por interacción entre el metal base en fase sólida y el metal de aportación fundido. La diferencia entre soldeo fuerte y blando radica en que en el primero se utilizan materiales de aportación con puntos de fusión superiores a 450° C, mientras en el segundo, éstos son inferiores.

Las siguientes etapas clasificatorias se llevan a cabo progresivamente en función del:

- TIPO DE ENERGÍA.
- FUENTE DE ENERGÍA.
- CON O SIN ESFUERZO MECÁNICO.
- TIPO DE PROTECCIÓN.

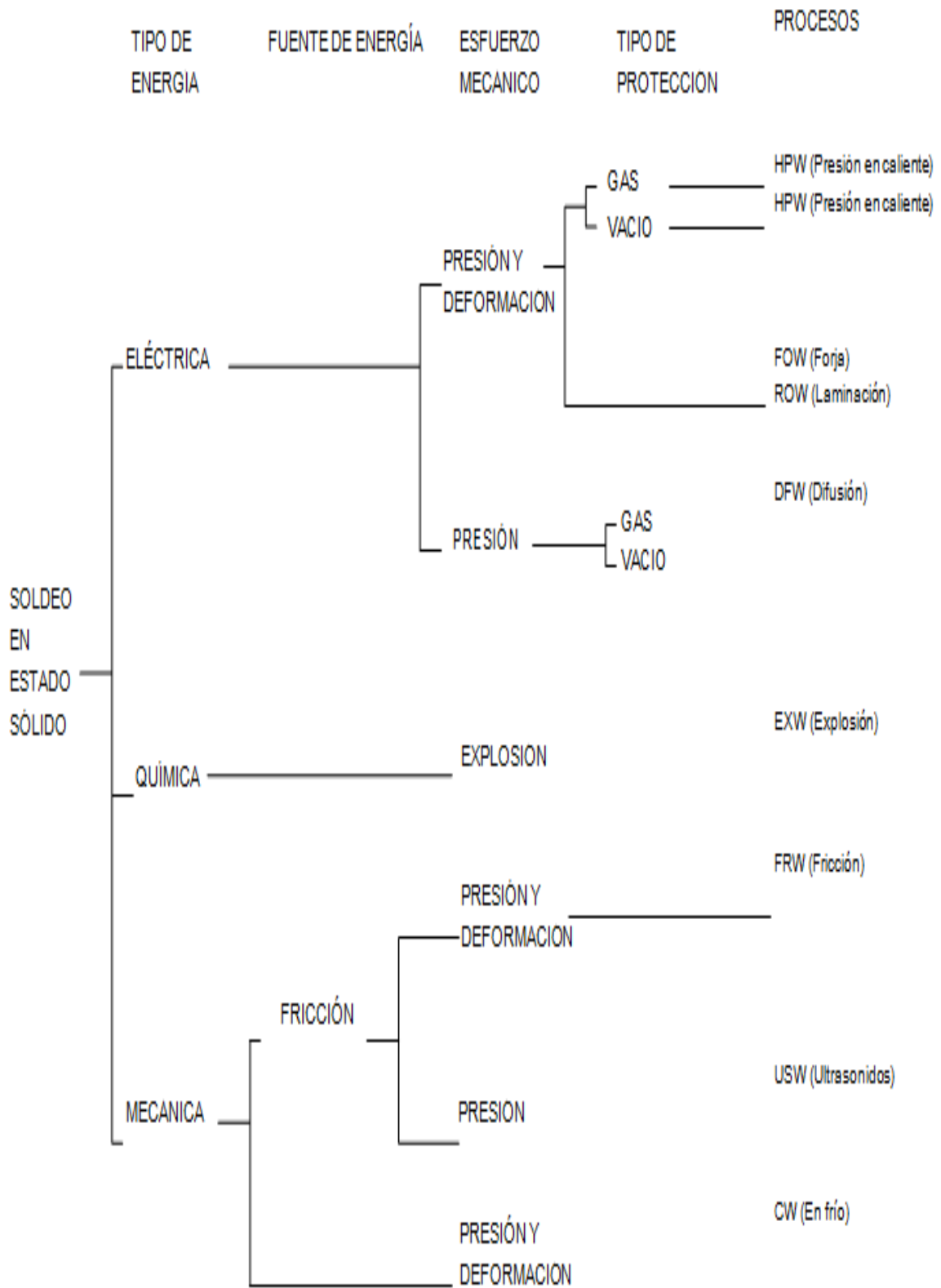
Las tablas 8, 9 y 10 desarrollan, respectivamente, las clasificaciones para cada uno de los apartados anteriores.

**Tabla 8 Clasificación de los principales procesos de soldadura por fusión**



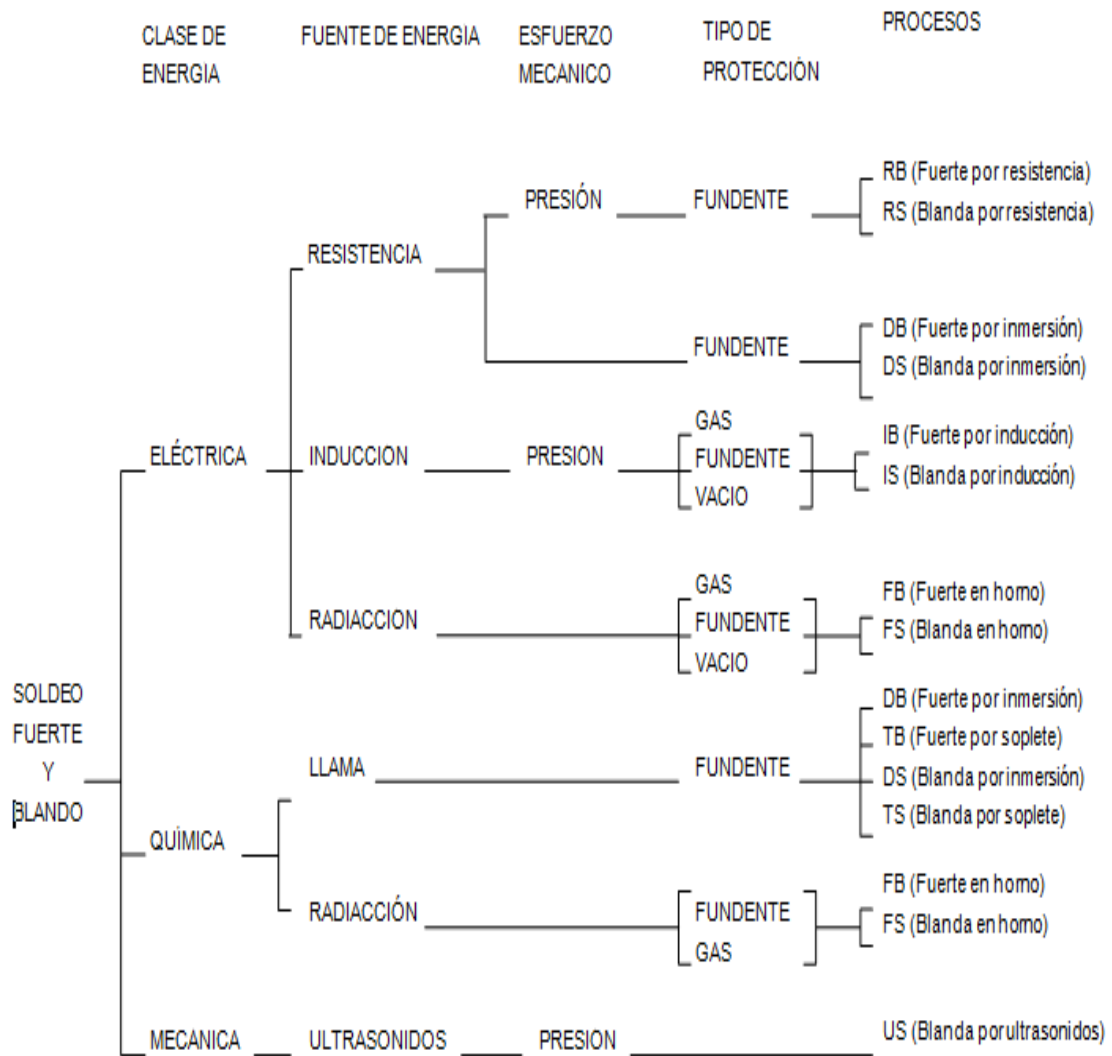
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9** Clasificación de los principales procesos de soldeo en estado solido



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 10** Clasificación de los principales procesos de soldeo fuerte y blando



Fuente: Elaboración Propia

### 1.8.7 Clasificación en ISO 4063

En la Norma Internacional EN ISO 4063 cada proceso se identifica con un número de referencia. Cubre los principales grupos de procesos (un dígito), grupos (dos dígitos) y subgrupos (tres dígitos). El número de referencia de cualquier proceso consta de tres dígitos como máximo. Este sistema intenta ser una ayuda para la informatización, planos, documentos de trabajo, especificaciones de procedimiento de soldeo, etc.

A continuación, se indican los números de referencia y las designaciones de los procesos más utilizados.

**Tabla 11** *Clasificación por tipos de soldeo*

Nº Referencia	Designación	Nº Referencia	Designación
1	Soldeo por arco	4	Soldeo por presión
11	Soldeo por arco sin protección gaseosa y electrodo de aporte	41	Soldeo por ultrasonidos
111	Soldeo por arco con electrodo revestido	42	Soldeo por fricción
112	Soldeo por gravedad con electrodo revestido	44	Soldeo por alta energía mecánica
114	Soldeo por arco con alambre tubular auto protegido	441	Soldeo por explosión
12	Soldeo por arco sumergido	45	Soldeo por difusión
121	Soldeo por arco sumergido con un alambre electrodo	48	Soldeo por presión en frío
122	Soldeo por arco sumergido con banda electrodo	5	Soldeo por haz de alta energía
124	Soldeo por arco sumergido con adición de polvo metálico	51	Soldeo por haz de electrones
125	Soldeo por arco sumergido con alambre tubular	511	Soldeo por haz de electrones en vacío
13	Soldeo por arco protegido con gas y electrodo de aporte	512	Soldeo por haz de electrones sin vacío
131	Soldeo por arco con gas inerte; soldeo MIG	52	Soldeo láser
		521	Soldeo láser de estado sólido
		522	Soldeo láser de gas
		7	Otros procesos de soldeo
		71	Soldeo aluminotérmico
		72	Soldeo por electroescoria
		73	Soldeo por electrogás
		74	Soldeo por inducción
		77	Soldeo por percusión
		78	Soldeo de espárragos



135	Soldeo por arco con gas activo; soldeo MAG	782	Soldeo de espárragos por resistencia
136	Soldeo por arco con alambre tubular y protección de gas activo.	783	Soldeo de espárragos por arco inducido con férula cerámica o gas de protección
137	Soldeo por arco con alambre tubular y protección de gas inerte	784	Soldeo de espárragos por arco inducido de ciclo corto
14	Soldeo con protección gaseosa y electrodo no consumible	785	Soldeo de espárragos por arco inducido con descarga de condensadores
141	Soldeo por arco con gas inerte y electrodo de wolframio; soldeo TIG	786	Soldeo de espárragos con descarga de condensadores con ignición de la boquilla
15	Soldeo por arco plasma	787	Soldeo de espárragos por arco inducido con collarín fusible
151	Soldeo MIG por arco plasma	788	Soldeo de espárragos por fricción
152	Soldeo por arco plasma con polvo	8	Corte y resanado
2	Soldeo por resistencia	81	Corte con llama
21	Soldeo por puntos	82	Corte por arco
22	Soldeo por costura	821	Corte por arco aire
221	Soldeo por costura a solape	83	Corte con plasma
23	Soldeo por proyecciones	84	Corte con láser
24	Soldeo por chisporroteo	86	Resanado con llama
25	Soldeo a tope por resistencia	87	Resanado con arco
3	Soldeo por llama	871	Resanado con arco aire
31	Soldeo oxigás	88	Resanado con plasma
311	Soldeo oxiacetilénico		
312	Soldeo oxipropano		
313	Soldeo oxhídrico		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12** Números de referencia de soldeo

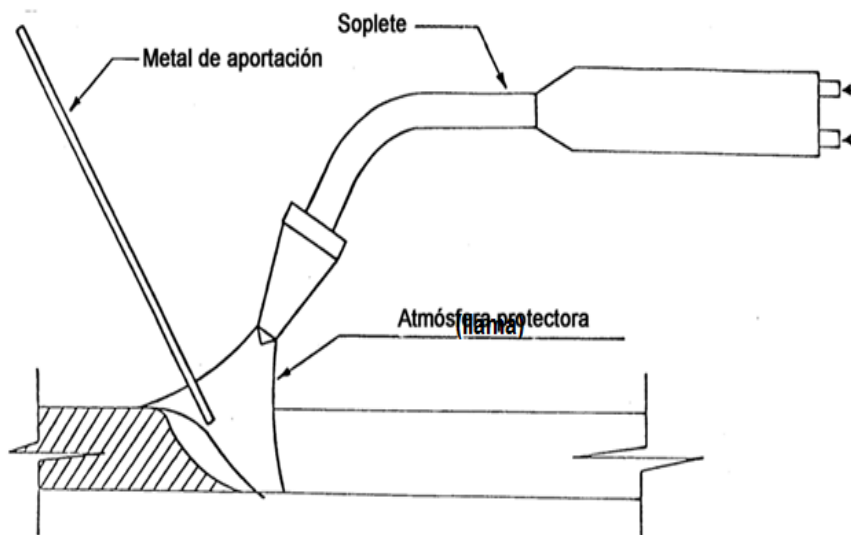
Nº Referencia	Designación	Nº Referencia	Designación
9	Soldeo fuerte, soldeo blando y cobresoldeo	943	Soldeo blando en horno
91	Soldeo fuerte	944	Soldeo blando por inmersión
911	Soldeo fuerte con infrarrojos	945	Soldeo blando en baño de sales
912	Soldeo fuerte por llama	946	Soldeo blando por inducción
913	Soldeo fuerte en horno	947	Soldeo blando por ultrasonidos
914	Soldeo fuerte por inmersión	948	Soldeo blando por resistencia
		949	Soldeo blando por

915	Soldeo fuerte en baño de sales	951	difusión Soldeo blando por ola
916	Soldeo fuerte por inducción	952	Soldeo blando con soldador (herramienta soldadora)
918	Soldeo fuerte por resistencia	954	Soldeo blando en vacío
919	Soldeo fuerte por difusión	97	Cobresoldeo
924	Soldeo fuerte en vacío	971	Cobresoldeo con gas
94	Soldeo blando	972	Cobresoldeo con arco
941	Soldeo blando por infrarrojos		
942	Soldeo blando por llama		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13** Presentación esquemática de los principales procesos de soldeo y corte

**SOLDEO OXIACETILÉNICO**



<b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Manual	<b>EQUIPO:</b> Cilindros de Oxígeno y de Gas Combustible, Válvulas y Expansores, Soplete.
<b>COSTO DEL EQUIPO:</b> 0,2 (Soldeo c/elect. Revestido = 1)	

<p><b>CARACTERÍSTICAS:</b>  TASA DE DEPOSICIÓN: 0,2 a 1 kg/h  ESPESORES DE SOLDADURA: 0,5 a 3 mm  POSICIONES: Todas  TIPOS DE UNIONES: Todas  DILUCIÓN: De 2 a 20%</p>	<p><b>CONSUMIBLES:</b>  Oxígeno  Gas combustible  Varilla Fundentes</p>
<p><b>APLICACIONES TÍPICAS:</b>  Soldeo de tubos de pequeño diámetro y espesor. Soldeo de revestimientos resistentes a la abrasión.</p>	
<p><b>VENTAJAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo coste</li> <li>- Portátil;</li> <li>- No necesita energía eléctrica;</li> <li>- Control de la Operación.</li> </ul>	<p><b>LIMITACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere habilidad del soldador</li> <li>- Tasa de deposición baja</li> <li>- Sobrecalentamiento</li> </ul>
<p><b>SEGURIDAD:</b>  Riesgo de explosión de los cilindros de gases</p>	

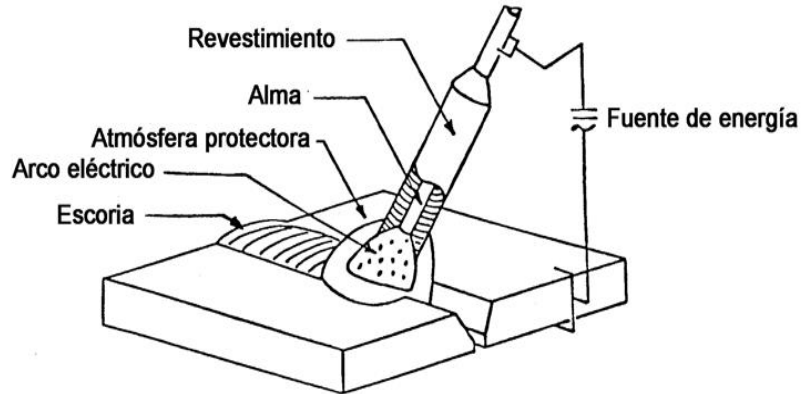
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Soldeo con Electricidad Revertida

---

**SOLDEO CON ELECTRODO REVESTIDOS**


---



<b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Manual	<b>EQUIPO:</b> Generador, transformador, rectificador
<b>COSTO DEL EQUIPO:</b> 1	
<b>CARACTERÍSTICAS:</b> TASA DE DEPOSICIÓN: 1 a 5 kg/h ESPESORES DE SOLDADURA: > 2 mm POSICIONES: Todas (depende del revestimiento) TIPOS DE UNIONES: Todas DILUCIÓN: De 10 a 30 % RANGO DE CORRIENTE: 75 a 300 A	<b>CONSUMIBLES:</b> - Electrodos de 1 a 6 mm de $\square$ - Revestimientos de 1 a 5 mm de espesor. - Gran variedad de aportaciones.
<b>APLICACIONES TÍPICAS:</b> Soldeo de la mayoría de los metales y aleaciones utilizadas en calderería, tuberías, estructuras y recubrimientos.	
<b>VENTAJAS:</b> - Bajo costo - Versatilidad; - Operatividad en posiciones de difícil acceso.	<b>LIMITACIONES:</b> - Lento, debido a la baja tasa de deposición y necesidad de retirada de la escoria. - Requiere habilidad manual del soldador.

**SEGURIDAD:**

El arco eléctrico emite radiaciones visibles y ultravioletas. Riesgo de sacudidas eléctricas, quemaduras y proyecciones. Gases (atmósfera protectora).

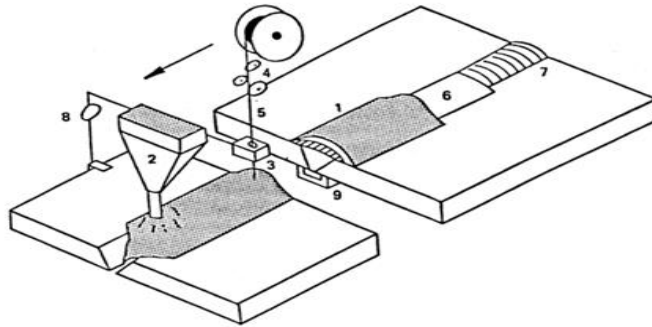
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 15** Soldeo por arco sumergido

---

**SOLDEO POR ARCO SUMERGIDO**

---



- 1.- Fundente
- 2.- Alimentación de fundente
- 3.- Llegada de corriente
- 4.- Motor de alimentación
- 5.- Alambre
- 6.- Escoria
- 7.- Cordón de soldadura
- 8.- Fuente de energía
- 9.- Soporte del fundente

<b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Automática	<b>EQUIPO:</b> Generador, transformador, rectificador. Silo de fundente – Aspirador. Cabezal de soldeo: formado por panel, alimentación de alambre y alimentación eléctrica.
<b>COSTO DEL EQUIPO:</b> 10 (Soldeo con electrodo revestido = 1)	

<p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <p>TASA DE DEPOSICIÓN:</p> <p style="padding-left: 40px;">Alambre = 6 a 15 kg/h</p> <p style="padding-left: 40px;">Fleje = 8 a 20 kg/h</p> <p>ESPESORES DE SOLDADURA: &gt; 5 mm</p> <p>POSICIONES: Plana y horizontal</p> <p>TIPOS DE UNIONES: a tope y en ángulo</p> <p>DILUCIÓN:</p> <p style="padding-left: 40px;">Alambre = 50 a 80%</p> <p style="padding-left: 40px;">Fleje = 5 a 20%</p> <p>RANGO DE CORRIENTE: 350 A 2000 a</p>	<p><b>CONSUMIBLES:</b></p> <p><b>Alambre fleje fundente</b></p>
--	---

**APLICACIONES TÍPICAS:**

Soldeo de los aceros al carbono y de baja aleación en la fabricación de recipientes a presión, tubos con soldadura y tanques de almacenamiento.

Revestimientos resistentes a la abrasión, erosión y corrosión.

<p><b>VENTAJAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasa de deposición elevada.</li> <li>- Buena terminación.</li> <li>- Soldaduras con buen grado de compacidad.</li> </ul>	<p><b>LIMITACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere ajuste preciso de las piezas.</li> <li>- Limitado a las posiciones plana y horizontal.</li> <li>- La tenacidad de la soldadura puede ser baja.</li> </ul>
---	---

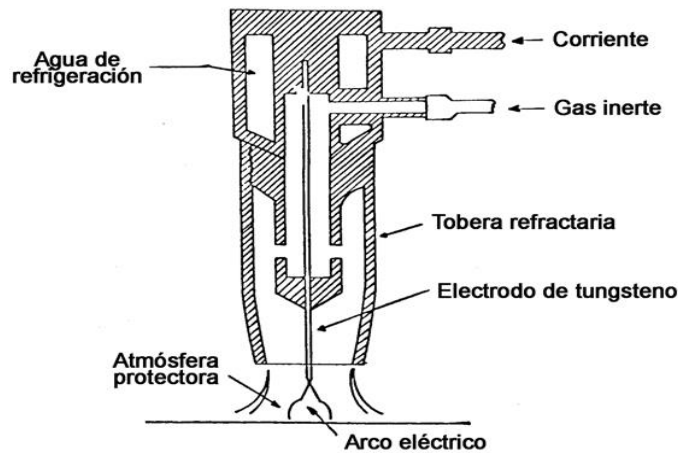
**SEGURIDAD:**

Pocos problemas. El arco está protegido por el fundente.

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 16 Soldeo TIG

## SOLDEO TIG



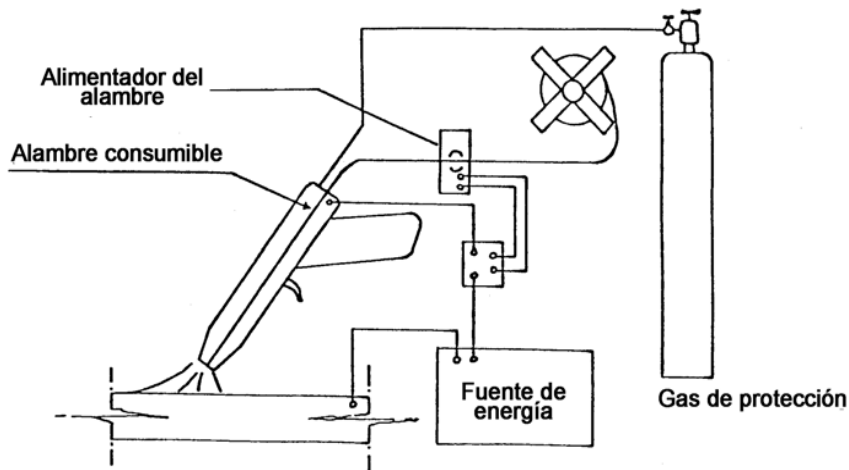
<b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Manual o Automático	<b>EQUIPO:</b> Rectificador, generador, transformador, pistola.
<b>COSTO DEL EQUIPO:</b> 1,5 (manual) a 10 (automático) (Soldeo c/elect. Revestido = 1)	Cilindros de gases – equipos de desplazamiento automático.
<b>CARACTERÍSTICAS:</b> TASA DE DEPOSICIÓN: 0,2 a 1,3 kg/h ESPESORES DE SOLDADURA: 0,1 a 50 mm POSICIONES: Todas TIPOS DE UNIONES: Todas DILUCIÓN: Con aportación = 2 a 20% Sin aportación = 100% RANGO DE CORRIENTE: 10 a 400 A	<b>CONSUMIBLES:</b> Varillas Gases Electrodos de volframio (tungsteno)
<b>APLICACIONES TÍPICAS:</b> Soldeo de la 1ª pasada de tuberías de aceros aleados, aceros inoxidable y aleaciones de níquel. Soldeo de equipos de Al, Ti y aleaciones de Ni. Soldeo de tubos a placa de los intercambiadores de calor. Soldeo interno de reactores de urea en acero inoxidable y Ti.	

<p><b>VENTAJAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produce soldaduras de mejor calidad.</li> </ul>	<p><b>LIMITACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja tasa de deposición.</li> <li>- Requiere soldadores muy bien entrenados.</li> </ul>
<p><b>SEGURIDAD:</b></p> <p>Emisión intensa de radiación ultra-violeta.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 17** Soldeo MIG/MAG

### SOLDEO MIG/MAG



<p><b>TIPO DE OPERACIÓN:</b></p> <p>Semiautomática o automática</p>	<p><b>EQUIPO:</b> Rectificador, generador, transformador, pistola, cilindro de gas, unidad de alimentación de alambre, unidad de desplazamiento (automático).</p>
<p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <p>TASA DE DEPOSICIÓN: 1 a 15 kg/h</p> <p>ESPESORES DE SOLDADURA:</p> <p>Cortocircuito <input type="checkbox"/> 0,5 mm Rociado Axial <input type="checkbox"/> 6 mm</p> <p>POSICIONES: Todas</p>	<p><b>CONSUMIBLES:</b></p> <p>Alambre: 0,5 a 1,6 mm</p> <p>Tubular 2 mm</p> <p>Gases: Argón</p> <p>Helio CO<sub>2</sub></p>



TIPOS DE UNIONES: Todas DILUCIÓN: 10 a 30% RANGO DE CORRIENTE: 60 a 500 A	Mezclas: A □ CO <sub>2</sub>
---	------------------------------

**APLICACIONES TÍPICAS:**

Soldeo tuberías y partes internas de recipientes a presión. Soldeo de estructuras metálicas.

<b>VENTAJAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta tasa de deposición.</li> <li>- Pocas operaciones de terminación; no necesita retirada de escoria.</li> <li>- Bajo contenido de hidrógeno combinado con alta energía.</li> </ul>	<b>LIMITACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitado a la posición plana, excepto en la transferencia por cortocircuito o por arco pulsado.</li> <li>- Riesgo de que ocurra falta de fusión.</li> </ul>
--	---

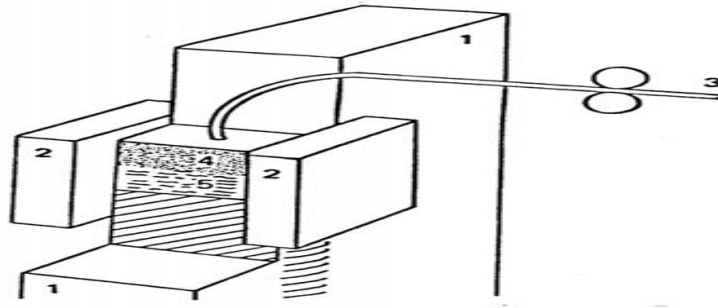
**SEGURIDAD:**

Gran emisión de radiación ultra-violeta y proyecciones metálicas.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 18** *Soldeo por Electro - escoria*

**SOLDEO POR ELECTRO-ESCORIA**



- 1.- Metal base  
 2.- Zapatas de corte refrigeradas 3.- Metal de aporte  
 4.- Escoria fundida  
 5.- Metal fundido  
 6.- Soldadura

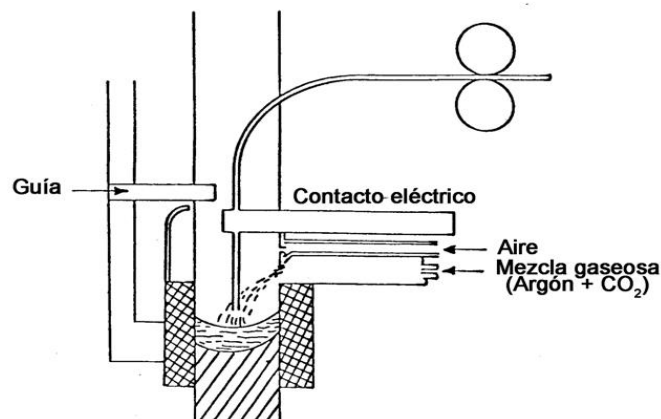
<b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Automática	<b>EQUIPO:</b> Generador, transformador, rectificador. Unidad de alimentación de alambre. Unidad de desplazamiento.
<b>COSTO DEL EQUIPO:</b> 20 (Soldadura c/elect. Revestido = 1)	
<b>CARACTERÍSTICAS:</b> <b>ESPESORES DE SOLDADURA:</b> > 20 mm. (técnicamente viable) <b>POSICIONES:</b> Vertical <b>TIPOS DE UNIONES:</b> A tope En ángulo <b>DILUCIÓN:</b> 50 a 60% <b>RANGO DE CORRIENTE:</b> 450 a 1500 A	<b>CONSUMIBLES:</b> Alambres (1 ó más) Fundente Toberas
<b>APLICACIONES TÍPICAS:</b> Soldeo de uniones longitudinales de reactores de gran espesor de acero al carbono o de acero de baja aleación.	

<p><b>VENTAJAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecución rápida de juntas en chapas gruesas.</li> <li>- No necesita preparación de bordes.</li> </ul>	<p><b>LIMITACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitada a la posición vertical.</li> <li>- Requiere tratamiento térmico de normalización debido al sobrecalentamiento.</li> </ul>
<p><b>SEGURIDAD:</b></p> <p>Riesgo de derramamiento del metal líquido.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19** Soldeo por electro - gas

**SOLDEO POR ELECTRO-GAS**



<p><b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Automática</p>	<p><b>EQUIPO:</b> Generador, transformador, rectificador, normalmente CC, pistola de soldeo, cilindros de gas, unidad de alimentación de alambre. Unidad de desplazamiento.</p>
<p><b>COSTO DEL EQUIPO:</b> 20 (Soldadura c/elect. Revestido = 1)</p>	

<p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <p>TASA DE DEPOSICIÓN: 10 kg/h</p> <p>ESPEORES DE SOLDADURA: 10 □ 100 mm</p> <p>POSICIONES: Vertical TIPOS DE UNIONES:</p> <p>A tope En ángulo</p> <p>DILUCIÓN: 10 a 30%</p>	<p><b>CONSUMIBLES:</b></p> <p>Alambres Gases</p>
<p><b>APLICACIONES TÍPICAS:</b></p> <p>Soldeo de uniones verticales de tanques de almacenamiento. Soldaduras verticales en unión de bloques en construcción naval.</p>	
<p><b>VENTAJAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasa de deposición elevada (en 15 a 20 min. se sueldan las uniones verticales de un tanque).</li> <li>- Permite la soldadura de chaflán en V.</li> </ul>	<p><b>LIMITACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitado a la posición vertical.</li> <li>- Baja tenacidad de la soldadura (grano grueso).</li> </ul>
<p><b>SEGURIDAD:</b></p> <p>Gran emisión de radiación ultra-violeta y proyecciones metálicas.</p>	

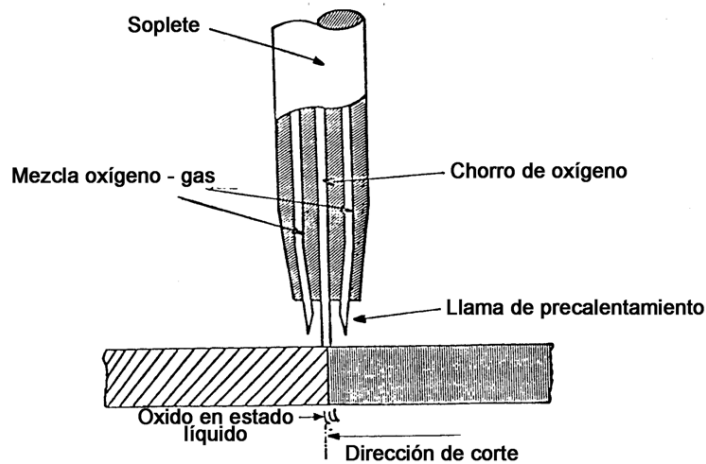
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Oxycorte

---

**OXICORTE**


---



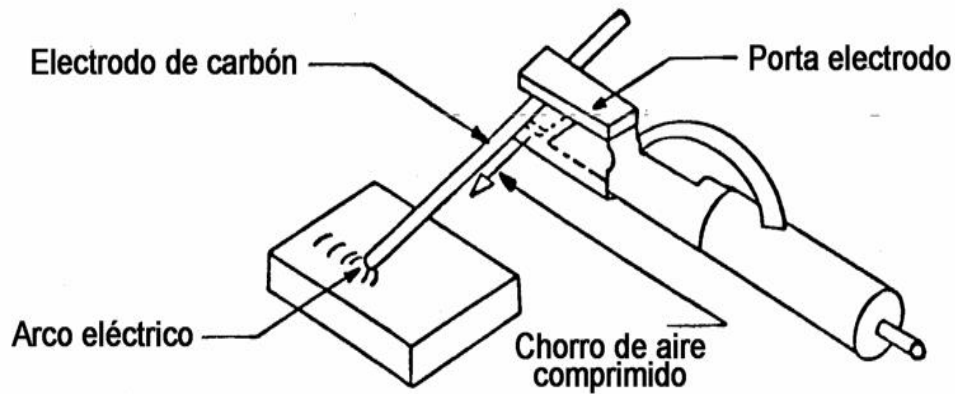
<b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Manual o automática	<b>EQUIPO:</b> Cilindros de gases. Válvulas y expansores. Sopletes.
<b>CARACTERÍSTICAS:</b> VELOCIDAD DE CORTE: 10 a 30 m/h ESPESOR DE CORTE: 1 a 360 mm POSICIONES: Todas	<b>CONSUMIBLES:</b> Oxígeno Gas combustible
<b>APLICACIONES TÍPICAS:</b> Corte y achaflanado de chapas de acero al carbono y de baja aleación. Tubos.	
<b>VENTAJAS:</b> - Bajo costo - Portátiles	<b>LIMITACIONES:</b> - Limitados a los aceros al carbono y de baja aleación. - Distorsiones de la pieza.
<b>SEGURIDAD:</b> Quemado acelerado debido al enriquecimiento de O <sub>2</sub> en la atmósfera.	

---

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 21 Corte con Electrodo

## CORTE CON ELECTRODO DE CARBÓN



<b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Manual o automática	<b>EQUIPO:</b> Rectificador, generador, alimentador de aire comprimido. Porta electrodo especial para chorro de aire.
<b>CARACTERÍSTICAS:</b> ESPESOR DE CORTE: hasta 50 mm POSICIONES: Todas RANGO DE CORRIENTE: 80 a 1600 A	<b>CONSUMIBLES:</b> Electrodo de carbón revestido de cobre

**APLICACIONES TÍPICAS:**

Resanado de soldaduras a tope en tanques y recipientes a presión de aceros al carbono y aceros de baja aleación.

Retirada del revestimiento de acero inoxidable en chapas plaqueadas.

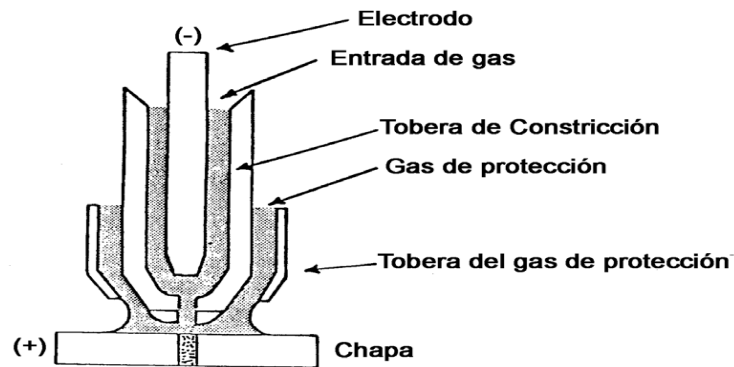
<b>VENTAJAS:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Corte rápido.</li><li>- Emplea los mismos equipos de soldeo que con electrodo revestido.</li></ul>	<b>LIMITACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Corte impreciso.</li><li>- Riesgo de contaminaciones (Cu del electrodo/líquido expulsado por el aire rico en carbono).</li><li>- La operación requiere limpieza a continuación.</li></ul>
---	--

**SEGURIDAD:**

Emisión de radiaciones visibles y ultravioleta. Proyecciones a alta temperatura.

**Tabla 22** Corte con Plasma

**CORTE CON PLASMA**



<p><b>TIPO DE OPERACIÓN:</b> Manual o automática</p>	<p><b>EQUIPO:</b> Fuente de energía. Agua de refrigeración. Cilindros de gases. Sopletes.</p>
<p><b>CARACTERÍSTICAS:</b>  <b>VELOCIDAD DE CORTE:</b> 10 a 450 m/h  <b>ESPESOR DE CORTE:</b> 6 a 150 mm  <b>RANGO DE CORRIENTE:</b> 70 a 1000 A</p>	<p><b>CONSUMIBLES:</b>          Nitrógeno Oxígeno</p>
<p><b>APLICACIONES TÍPICAS:</b>          Corte de aceros al carbono, aceros inoxidable y aluminio.</p>	
<p><b>VENTAJAS:</b>          - Corta aceros inoxidable y aluminio</p>	<p><b>LIMITACIONES:</b>          -----</p>
<p><b>SEGURIDAD:</b>          Prevención contra: brillo del arco, salpicaduras, humos.</p>	

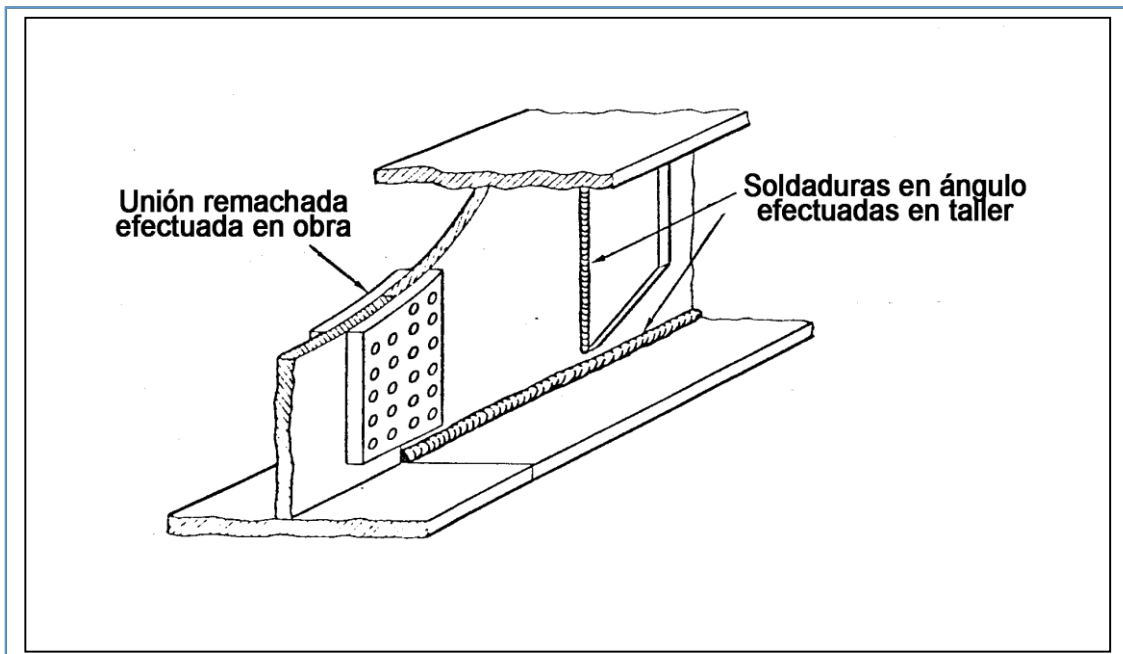
Fuente: Elaboración Propia



## 6.- PAUTAS PARA LA ELECCIÓN SISTEMÁTICA DE LOS PROCESOS DE SOLDEO

Hoy en día existe una gran cantidad de técnicas de unión y el problema no es como llevar a cabo las uniones, sino **seleccionar la más adecuada para cada tipo de trabajo**. Cada proceso tiene sus propios atributos y deben ser valorados diferentes aspectos tales como resistencia, facilidad de fabricación, coste, resistencia a la corrosión y aspecto, antes de tomar la decisión final en función de las aplicaciones específicas de cada producto.

El proyectista de un puente, por ejemplo, deberá tener en cuenta que las uniones estarán sometidas a cargas variables debidas al paso de los vehículos. También pensará en un sistema de unión que sea lo más rápido y fácil posible. El hecho de que algunas uniones tengan que llevarse a cabo en obra puede ser un factor limitativo. Por ello, aunque el soldeo en ángulo y a tope se emplee en gran extensión para la fabricación de vigas, puede especificar que ciertas uniones críticas de obra sean remachadas, con el ánimo de un buen control de calidad y facilidad de trabajo en situaciones difíciles.



**Figura 14.** Viga soldada en ángulo con uniones del alma remachadas

Fuente: Elaboración propia

Por el contrario, el fabricante de vehículos se esforzará en la búsqueda de técnicas de unión que puedan ser introducidas en las líneas de fabricación en serie, en las que se combinen la velocidad con la reproducibilidad y fiabilidad.

La selección de un proceso de soldeo requiere un conocimiento previo de todos ellos y de sus características y condicionamientos operativos. Con frecuencia pueden utilizarse varios procesos para un determinado trabajo. El problema radica en seleccionar el más conveniente en función de su operatividad y costo. No obstante, estos dos factores pueden no ser totalmente compatibles y forzar una solución de compromiso. La elección debe de llevarse a cabo teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. El material o materiales a unir y su soldabilidad.
2. Tamaño y complejidad de la soldadura.
3. Aplicaciones.
4. Lugar de fabricación: taller o campo.
5. Estimación de costos.
6. Capacitación de los soldadores.

### **1.8.8 Propiedades del Material Base**

La naturaleza, estado de tratamiento y forma de los materiales a ser soldados condicionan la elección del proceso pues éste puede modificar, en función de sus características y de aquellos efectos metalúrgicos y mecánicos que potencialmente pueda llegar a generar, las propiedades físicas y mecánicas del material y su composición química.

#### **1.8.8.1 Propiedades físicas**

Generalmente, la soldabilidad es inversamente proporcional a la conductividad eléctrica y térmica del material. Si la conductividad eléctrica es elevada no pueden ser utilizados procesos que aprovechan la resistencia eléctrica del material para generar calor (efecto Joule), por ejemplo, la soldadura por resistencia eléctrica por puntos (RSW). Si la conductividad

térmica del material es alta deben de utilizarse precalentamientos más severos y procesos con un aporte energético más elevado.

Tiene también una influencia significativa el coeficiente de dilatación térmica. Cuanto mayor es su valor, mayores son las dilataciones y contracciones durante el soldeo y, en función de la rigidez de las partes a unir, mayores serán las tensiones residuales generadas y las deformaciones.

### **1.8.8.2 Propiedades mecánicas**

Los materiales se agrietan cuando son incapaces de soportar los esfuerzos a que están sometidos. Su capacidad a resistirlos está en función de su ductilidad, y la cuantía de aquellos depende del proceso de soldeo utilizado. Los materiales que poseen durezas elevadas o límites elásticos altos son más difíciles de soldar.

La selección de un material se hace en función de las condiciones a las que va a estar sometido en servicio. Si durante la fabricación de la estructura o elemento del que va a formar parte se le somete a un proceso de soldeo, generalmente traumático en sí mismo porque supone calentamientos y enfriamientos muy rápidos, puede alterarse considerablemente su microestructura y consecuentemente sus propiedades. Si, además, se añade material de aportación, normalmente de composición química diferente al material base, nos encontramos con dos zonas de características muy diferentes a las del material base. Una, la zona del material base que estuvo sometida durante el soldeo a la temperatura necesaria, durante el tiempo suficiente, como para experimentar transformaciones microestructurales, que recibe el nombre de ZONA AFECTADA TERMICAMENTE (ZAT). La otra, el CORDON DE SOLDADURA, constituido por el material de aportación y la porción del material base que se incorpora al baño de fusión y que, salvo que se someta a un tratamiento térmico posterior, posee una estructura bruta de solidificación.

Es fácil entrever que tanto el cordón de soldadura como la ZAT pueden llegar a presentar propiedades tales como dureza, resistencia a la tracción, resiliencia,

resistencia a la fluencia, resistencia al desgaste, resistencia a la corrosión, etc., diferentes a las del material base.

La microestructura de la ZAT depende del tiempo que el material permaneció por encima de la temperatura de transformación y de la velocidad de enfriamiento, la del cordón de soldadura de su velocidad de enfriamiento.

### **1.8.8.3 Composición química**

Las temperaturas de líquidos, sólidos y la separación entre ambas dependen de la composición química y son un factor más a considerar. Si el intervalo de solidificación (la región sólido-líquido del diagrama de fases) es grande, el tiempo de solidificación se prolonga, permitiendo la segregación de los elementos de aleación e impurezas y dando lugar a que la última porción de líquido en solidificar lo haga a temperatura relativamente baja. Esta circunstancia conduce a que exista todavía una parte del cordón de soldadura en fase líquida cuando las tensiones debidas a la contracción térmica de las partes a unir sean ya considerables, pudiendo llegar a producirse una separación de éstas y originarse un agrietamiento. En estos casos debe optarse por un proceso de soldeo sin fusión o tratar de conseguir velocidades de solidificación elevadas.

Algunas aleaciones contienen componentes de bajo punto de fusión que pueden llegar a evaporarse a las temperaturas que es necesario alcanzar para fundir el material base. Por ejemplo, durante el soldeo de los latones la vaporización de cinc puede dar lugar a la aparición de porosidad, además de producir vapores tóxicos. Cuando las aleaciones de cobre poseen elementos volátiles como el cinc, cadmio y fósforo los problemas pueden reducirse usando procesos con velocidades elevadas de soldeo y materiales de aportación con bajo contenido en estos elementos. En otras ocasiones, se acude a procedimientos que no producen la fusión del material base, como el soldeo fuerte.

Los metales altamente reactivos, como el titanio, aluminio y circonio son difíciles de soldar, pues producen óxidos refractarios que llegan a interrumpir el proceso de soldeo. En éstos debe optarse por procesos que utilicen como

protección del baño una atmósfera inerte para evitar su oxidación. Además, estos procesos ofrecen la ventaja de no utilizar fundentes cuyos residuos pudieran dar lugar a fuentes potenciales de corrosión.

### **1.8.9 Lugar de fabricación**

No todos los procesos de soldeo tienen la misma versatilidad, algunos pueden ser empleados en casi todos los lugares y medios ambientes, mientras el uso de otros está limitado porque requieren instalaciones y equipos complejos.

La selección para una localización determinada viene condicionada por factores como: medio ambiente, movilidad de los equipos, disponibilidad de energía eléctrica, agua, aire, otros gases, etc.

El soldeo por arco con electrodo revestido es el más simple y versátil de todos los procesos. El equipo necesario se reduce a una fuente de energía eléctrica, que puede ser un generador autónomo, los cables y la pinza. Este proceso se utiliza ampliamente en fabricación y reparaciones, indistintamente, en el taller y en el campo.

El arco sumergido se ha empleado como complemento del electrodo revestido, tanto en el taller como el campo, en aquellos trabajos que permitan la mecanización y automatización del proceso.

El soldeo por arco con gas utiliza alambre continuo en bobina que supone, al menos, una semiautomatización del proceso. Aunque el equipo es algo más complejo que el de electrodo revestido, es también transportable con relativa facilidad.

Últimamente, el soldeo por arco con electrodo de wolframio se ha desarrollado como un proceso complementario al de electrodo revestido, especialmente para uniones de aluminio, magnesio, titanio y otros metales refractarios y para aquellas soldaduras que requieren una elevada calidad.

La utilización del soldeo por resistencia está limitada a la fábrica, debido a la energía eléctrica necesaria y las características de los equipos.

El soldeo por electroescoria se aplica sólo a uniones a tope, en posición vertical o próxima a ésta, y a chapas a partir de espesores relativamente gruesos. El equipo necesario y las instalaciones limitan a este proceso a ser utilizado en taller, aunque se han llevado a cabo soldaduras en el campo para la fabricación de grandes tanques de almacenamiento.

El soldeo blando y fuerte, en su aplicación manual, emplea equipos sencillos y fácilmente transportables que permite su aplicación en cualquier lugar.

Los equipos utilizados en los procesos de haz de electrones y por rayo láser, limitan su utilización a localizaciones fijas, lo mismo que sucede con aquellos empleados en la soldadura por chisporroteo, fricción y difusión.

Existen cuatro métodos de aplicación de los procesos de soldeo, para lo que hay que tener en cuenta si las funciones principales (mantenimiento del arco, alimentación del metal de aporte, desplazamiento del arco y seguimiento de la unión) las efectúa un operario o una máquina.

Estos cuatro métodos son.

- **Manual**

El operario controla todas las funciones.

- **Semiautomático**

La máquina mantiene el arco y alimenta el metal de aporte; el operario controla el desplazamiento y la longitud del arco.

- **Mecanizado**

La máquina mantiene el arco, alimenta el metal de aporte y controla la velocidad de desplazamiento; el operario dirige el arco y normalmente controla la operación.

- **Automático**

La máquina tiene el control total del proceso. El operador, normalmente, sólo carga y descarga la máquina y establece el inicio del ciclo de soldeo.

La tabla 4 indica los posibles métodos de aplicación de los procedimientos de soldeo por fusión más utilizados. Por ejemplo, el soldeo con electrodos revestidos se considera generalmente como un procedimiento manual, pero puede mecanizarse o automatizarse mediante el empleo de alimentadores por gravedad. El soldeo por arco protegido por gas y con alambres tubulares se efectúan, por lo general, de forma semiautomática, no pueden aplicarse de forma manual, pero sí pueden emplearse de forma mecanizada o automática. Los procedimientos de soldeo por arco sumergido, rayos láser y haz de electrones se utilizan, normalmente, de forma mecanizada, pero pueden también emplearse de forma totalmente automática.

**Tabla 23** Métodos de aplicación de algunos procesos de soldeo

PROCESO DE SOLDEO	MÉTODO DE APLICACIÓN			
	Manual	Semiautomático	Mecanizado	Automático
311 - OFW	Más usual	No utilizado	Poco usado	Poco usado
111 - SMAW	Más usual	No utilizado	No utilizado	Casos especiales
141 - GTAW y 151 - PAW	Más usual	Posible, pero raro	Utilizado	Utilizado
121 - SAW	Imposible	Poco usado	Más usual	Usual
131/135 - GMAW y 136/137 - FCAW	Imposible	Más usual	Utilizado	Usual
51 - EBW	Imposible	Imposible	Más usual	Utilizado
52 - LBW	Imposible	Imposible	Más usual	Utilizado

Fuente: Elaboración Propia.

### 1.8.9 Lugar de fabricación

No todos los procesos de soldeo tienen la misma versatilidad, algunos pueden ser empleados en casi todos los lugares y medios ambientes, mientras el uso de otros está limitado porque requieren instalaciones y equipos complejos.

La selección para una localización determinada viene condicionada por factores como: medio ambiente, movilidad de los equipos, disponibilidad de energía eléctrica, agua, aire, otros gases, etc.

El soldeo por arco con electrodo revestido es el más simple y versátil de todos los procesos. El equipo necesario se reduce a una fuente de energía eléctrica, que puede ser un generador autónomo, los cables y la pinza. Este proceso se utiliza ampliamente en fabricación y reparaciones, indistintamente, en el taller y en el campo.

El arco sumergido se ha empleado como complemento del electrodo revestido, tanto en el taller como el campo, en aquellos trabajos que permitan la mecanización y automatización del proceso.

El soldeo por arco con gas utiliza alambre continuo en bobina que supone, al menos, una semiautomatización del proceso. Aunque el equipo es algo más complejo que el de electrodo revestido, es también transportable con relativa facilidad.

Existen cuatro métodos de aplicación de los procesos de soldeo, para lo que hay que tener en cuenta si las funciones principales (mantenimiento del arco, alimentación del metal de aporte, desplazamiento del arco y seguimiento de la unión) las efectúa un operario o una máquina.



Estos cuatro métodos son.

- **Manual**

El operario controla todas las funciones.

- **Semiautomático**

La máquina mantiene el arco y alimenta el metal de aporte; el operario controla el desplazamiento y la longitud del arco.

- **Mecanizado**

La máquina mantiene el arco, alimenta el metal de aporte y controla la velocidad de desplazamiento; el operario dirige el arco y normalmente controla la operación.

- **Automático**

La máquina tiene el control total del proceso. El operador, normalmente, sólo carga y descarga la máquina y establece el inicio del ciclo de soldeo.

La tabla 24 indica los posibles métodos de aplicación de los procedimientos de soldeo por fusión más utilizados. Por ejemplo, el soldeo con electrodos revestidos se considera generalmente como un procedimiento manual, pero puede mecanizarse o automatizarse mediante el empleo de alimentadores por gravedad. El soldeo por arco protegido por gas y con alambres tubulares se efectúan, por lo general, de forma semiautomática, no pueden aplicarse de forma manual, pero sí pueden emplearse de forma mecanizada o automática. Los procedimientos de soldeo por arco sumergido, rayos láser y haz de electrones se utilizan, normalmente, de forma mecanizada, pero pueden también emplearse de forma totalmente automática.

**Tabla 24** *Proceso de Soldeo*

<b>PROCESO DE SOLDEO</b>	<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>			
	<b>Manual</b>	<b>Semiautomático</b>	<b>Mecanizado</b>	<b>Automático</b>
311 - OFW	Más usual	No utilizado	Poco usado	Poco usado
111 - SMAW	Más usual	No utilizado	No utilizado	Casos especiales
141 - GTAW y 151 - PAW	Más usual	Posible, pero raro	Utilizado	Utilizado
121 - SAW	Imposible	Poco usado	Más usual	Usual
131/135 - GMAW y 136/137 - FCAW	Imposible	Más usual	Utilizado	Usual
51 - EBW	Imposible	Imposible	Más usual	Utilizado
52 - LBW	Imposible	Imposible	Más usual	Utilizado

Fuente: Elaboración propia

**1.8.10 Aplicaciones**

**Tabla 25** Proceso de soldeo recomendaciones generales de utilización de los procesos de sol.

MATERIAL	ESPESOR	PROCESO DE SOLDEO (AWS)																								
		SMAW	SAW	GMAW				FCAW	GTAW	PAW	ESW	EGW	RW	FW	OFW	DFW	FRW	EBW	LBW	B						S
				ST	B	P	S													T	F	I	R	D	I	
Acero carbono	SIMT	XXX X	XXX X	X X X X	X X X	X X X	X X	XX			X X	X X	XX X			X XX	XXX X	XXX	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	XX X X	XX		
Acero baja aleación	SIMT	XXX X	XXX X	X X X X	X X X	X X	X XX	XX			X X	X X X	X X X	X X X	X XX	X X X	XXX X	XXX	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	XX X X	XX		
Acero inoxidable	SIMT	XXX X	XXX X	X X X X	X X X	X X	XX X	XX	XXX		X X	X X X	X X X	X X X	XX X	X X X	XXX X	XXX	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	XX X X	XX		
Acero fundido	IMT	X XX	XX	X X			XX							X XX					X X X	X X X			X XX	XX		
Níquel y sus aleaciones	SIMT	XX XX	XX	X X X X	X X X	X X		XX	XXX		X X	X X X	X X X		XX X	XX XX	XXX	XXX	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	XX XX	XX		



<b>CÓDIGO DEL PROCESO</b>		<b><u>ESPEORES</u></b>
<p><b>SMAW:</b> Soldeo por arco con electrodo revestido</p> <p><b>SAW:</b> Soldeo por arco sumergido</p> <p><b>GMAW:</b> Soldeo por arco con gas (ST.- Arco “spray”; B.- Arco globular; P.- Arco pulsado; S.- Cortocircuito)</p> <p><b>FCAW:</b> Soldeo por arco con alambre tubular</p> <p><b>GTAW:</b> Soldeo por arco con electrodo de wolframio</p> <p><b>PAW:</b> Soldeo por arco plasma</p>	<p><b>ESW:</b> Soldeo por electroescoria <b>EGW:</b> Soldeo por electrogas <b>RW:</b> Soldeo por resistencia <b>FW:</b> Soldeo por chisporroteo <b>OFW:</b> Soldeo oxigás</p> <p><b>DFW:</b> Soldeo por difusión</p> <p><b>FRW:</b> Soldeo por fricción</p> <p><b>EBW:</b> Soldeo por haz de electrones</p> <p><b>LBW:</b> Soldeo por rayo láser</p> <p><b>B:</b> Soldeo fuerte</p> <p><b>S:</b> Soldeo blando</p>	<p><b>S</b> – Chapa fina: hasta 3 mm</p> <p><b>I</b> – Chapa intermedia: 3 a 6 mm</p> <p><b>M</b> – Chapa de espesor medio: 6 a 19 mm</p> <p><b>T</b> – Chapa de espesor fuerte: superior a 19 mm</p> <p><b>X</b> - Recomendado</p>

Fuente: Elaboración Propia

## 1.9. Definición de términos básicos

El objetivo del glosario es ayudar a la comunicación de la información de las actividades de soldeo tanto oral como escrito. Importante en la escritura de reglamentaciones (códigos, normas, especificaciones, prácticas recomendadas, métodos, clasificaciones y guías) y de cualesquiera otros documentos con ellos relacionados.

Los términos genéricos están ordenados por orden alfabético a la manera de un diccionario convencional.

**Alambre de soldeo:** Material de aportación obtenido por trefilado y suministrado generalmente enrollado, formando bobinas.

**Angulo de bisel:** Angulo formado entre el borde recto preparado de una pieza y un plano perpendicular a la superficie de la misma.

**Angulo de trabajo:** Angulo que mide la inclinación del electrodo con respecto al plano perpendicular que contiene al cordón de soldadura

**Anillo soporte:** Soporte anular para el cordón de soldadura, utilizado generalmente en el soldeo de tuberías.

**Atmósfera protectora:** Entorno de gas protector, que rodea parcial o totalmente a la pieza a soldar, cortar o proyectar térmicamente, con características controladas de composición química, punto de rocío, presión, etc. Entre otros ejemplos están: los gases inertes, hidrocarburos, hidrógeno, vacío, etc.

**Baño de metal fundido:** Estado líquido previo de una soldadura, que posteriormente solidificará para formar la unión.

**Bisel:** Tipo de preparación de borde en forma angular.

**Boquilla de la pistola:** Parte extrema de la pistola de soldar o cortar, por donde salen los gases.

**Cualificación del procedimiento:** Conjunto de acciones tendentes a comprobar que las uniones soldadas, realizadas por un determinado procedimiento pueden cumplir unas normas específicas.

**Cualificación del soldador:** Demostración de la habilidad de un soldador para realizar soldaduras cumpliendo normas establecidas.

**Cara de la soldadura:** Superficie final de la soldadura por el lado en que fue hecha.

**Certificación de soldador:** Testimonio por escrito de que un soldador ha demostrado su capacidad para soldar, cumpliendo normas establecidas.

**Ciclo térmico:** Variaciones de la temperatura, entre límites determinados, a que se somete un producto en función del tiempo.

**Conjunto soldado:** Grupo de piezas unidas mediante soldadura.

**Cordón de soldadura:** Metal aportado en una pasada.

**Corriente de soldeo:** Corriente eléctrica que circula por el circuito de soldeo durante la realización de una unión soldada. En el soldeo por resistencia no se incluye, en este concepto, la corriente utilizada durante los intervalos de pre y postsoldadura. En el soldeo automático por arco, se excluye la corriente utilizada durante el inicio, ascenso, descenso y rellenado de cráter.

**Corte oxiacetilénico:** Proceso de corte para separar metales, mediante la reacción química entre el oxígeno y el metal base a temperaturas elevadas. La temperatura necesaria se mantiene mediante la llama resultante de la combustión del acetileno con el oxígeno.

**Corte por arco:** Nombre genérico para procesos de corte, que funden los metales a cortar con el calor del arco eléctrico entre un electrodo y el metal base. Véase "corte por plasma" y "corte por arco-aire".

**Corte por arco-aire:** Proceso de corte por arco, en el cual los metales son fundidos por el calor del arco eléctrico, que se establece entre un electrodo de un grafito y el metal a cortar. La parte fundida es expulsada por un chorro de aire.

**Corte por plasma:** Proceso de corte por arco que separa el metal, mediante la fusión de una zona localizada por un arco restringido y expulsándose el material fundido por la inyección a alta velocidad de un gas caliente e ionizado, que sale por el orificio de la tobera de corte.

**Corte térmico:** Nombre genérico para procesos de corte, en los que se funde el metal o material al ser cortado. Véase "corte por arco" y "oxicorte".

**Cráter:** En el soldeo por arco, la depresión al final del cordón de soldadura o del baño de fusión.

**Defecto:** Discontinuidad o discontinuidades que por sí o por efecto acumulativo, pueden hacer que una pieza o producto no alcance las especificaciones o valores mínimos de aceptación.

**Dilución:** Cantidad de metal base y/o de metal depositado previamente que se incorporan al baño de fusión, modificando, en su caso, la composición química del metal de aportación. Se expresa habitualmente en porcentajes, que representan la cantidad relativa del metal base o del metal depositado previamente que se incorpora al baño de fusión.

**Dimensión de la soldadura:** Medidas del cordón de soldadura, especificadas en función del tipo de unión.



**Discontinuidad:** Interrupción en la estructura de una soldadura, tal como: falta de homogeneidad mecánica, metalúrgica o características físicas del material base o de la propia soldadura. Una discontinuidad no tiene que ser necesariamente un defecto.

**Eje de una soldadura:** Línea a lo largo de la soldadura, perpendicular y en el centro geométrico de su sección recta.

**Electrodo de grafito:** Electrodo empleado en el soldeo o corte por arco, que no produce aporte. Consiste en una varilla de carbón o grafito, la cual está revestida por cobre u otro material.

**Electrodo de soldadura:** Componente del circuito de soldeo, a través del cual pasa la corriente al arco, a la escoria fundida o al metal base.

**Electrodo de wolframio:** Electrodo empleado en el soldeo o corte por arco, que no produce aporte.

Consiste en una varilla de metal fabricada con wolframio o aleaciones de este metal.

**Electrodo revestido:** Varilla metálica recubierta de una capa exterior (recubrimiento), con componentes formadores de escoria en el metal aportado por soldadura. El recubrimiento tiene diversas funciones, tales como: protección de la atmósfera exterior, desoxidación, estabilización del arco, facilitar el soldeo en posiciones distintas a la horizontal y aportar elementos metálicos al cordón de soldadura.

**Electrodo tubular con relleno metálico:** Electrodo metálico de aporte, de forma tubular, relleno de elementos de aleación, con eventual adición de pequeñas cantidades de fundentes y estabilizadores de arco. Puede precisar o no protección gaseosa.

**Electrodo tubular relleno de fundente:** Electrodo metálico de aporte, de forma tubular, relleno de fundentes. Las funciones de este relleno son tales como: protección de la atmósfera exterior, desoxidación del baño y estabilización del arco.

**Especificación del procedimiento de soldeo:** Documento que facilita con detalle las variables requeridas para asegurar la repetitividad en una aplicación específica

**Extremo libre del electrodo:** Longitud del electrodo comprendida entre el punto extremo de contacto con la boquilla y la parte extrema que se funde en el arco, en el soldeo bajo atmósfera protectora o arco sumergido.

**Factor de marcha:** Relación entre el tiempo de paso de corriente y la duración total del ciclo de trabajo de una máquina.

**Falta de fusión:** Discontinuidad debida a que no ha llegado a fundir la superficie, del metal base o de los cordones precedentes, sobre la que se deposita el cordón.

**Falta de penetración en la unión:** Penetración inferior a la especificada en una unión.

**Fundente:** Producto que se puede añadir durante el proceso de soldeo con la finalidad de proteger, limpiar, alear o modificar las características de mojado de las superficies.

**Galga de soldadura:** Dispositivo diseñado para verificar la dimensión y forma de las soldaduras.

**Garganta efectiva:** Altura del triángulo inscrito en la sección del cordón de una soldadura en ángulo.

**Garganta real:** Distancia mínima entre el fondo de la raíz de una soldadura de rincón y su cara.

**Garganta teórica:** Distancia mínima entre el origen de la raíz de la unión y la hipotenusa del mayor triángulo que pueda inscribirse dentro de la sección transversal de la soldadura de rincón.

**Gas de protección:** Gas utilizado para prevenir la contaminación de la soldadura por la atmósfera.

**Grieta:** Discontinuidad plana de fractura, caracterizada por un extremo afilado y una relación alta entre longitud y anchura. Este tipo de defecto puede presentarse en el metal base, en el metal de soldadura o en la zona afectada y aflorar o no a la superficie.

**Inclusión de escoria:** Material sólido, no metálico, atrapado en el metal de soldadura o entre el metal de soldadura y el metal base.

**Inserto consumible:** Metal de aportación, colocado antes de soldar, que se funde completamente en la raíz de la unión, convirtiéndose en parte de la misma.

**Metal base:** Material que va a ser sometido a cualquier operación de soldeo, corte, etc.

**Metal de aportación:** Material que se aporta en cualquier operación o proceso de soldeo.

**Metal de soldadura:** Zona de la unión fundida durante el soldeo.

**Metal depositado:** Metal de aportación que ha sido añadido durante la operación de soldeo.

**Mordedura:** Falta de metal en forma de hendidura, de extensión variable, situada a lo largo de los bordes de la soldadura.

**Número de ferrita:** Valor que se utiliza para designar el contenido de ferrita delta en la zona de soldadura de un acero austenítico. Puede utilizarse para indicar el tanto por ciento de ferrita delta tanto en peso como en volumen.

**Oxicorte:** Nombre genérico para procesos de corte, utilizados para separar o eliminar metales por medio de la reacción química del oxígeno con el metal base a temperaturas elevadas. En el caso de metales resistentes a la oxidación, la reacción viene facilitada por el empleo de un fundente o polvo metálico.

**Pasada:** Cada una de las capas que se depositan para realizar una unión soldada con electrodo, soplete, pistola, haz de alta energía, etc.

**Pistola:** Útil empleado en el soldeo para transferir la energía y eventualmente los gases de protección en los diferentes procedimientos de soldeo.

**Plaquéado:** Revestimiento de una superficie para obtener propiedades diferentes de las del sustrato. Véase "untado", "recargue" y "recrecimiento".

**Plasma:** Gas que ha sido calentado hasta alcanzar, como mínimo, un grado de ionización parcial, que le permite conducir una corriente eléctrica.

**Porosidad:** Cavidades formadas por una retención de gas durante la solidificación.

**Post-calentamiento:** Aplicación de calor después de la operación de soldeo, proyección térmica o corte, con finalidad de eliminar tensiones o variar las estructuras metalográficas.

**Pre calentamiento:** Aplicación de calor al metal base inmediatamente antes de la operación de soldeo, proyección térmica o corte, para conseguir la temperatura óptima de trabajo.

**Preparación de la unión:** Operación que consiste en preparar los bordes y disponerlos según el perfil que se va a dar a la unión.

**Procedimiento cualificado:** Aquel que está aceptado en base a cumplir unos determinados requisitos.

**Procedimiento de soldeo:** Métodos y prácticas detallados involucrados en la realización de un conjunto soldado. Véase "especificación del procedimiento de soldeo".

**Proyección térmica:** Nombre genérico para procesos de soldeo o similares, en los que materiales metálicos o no metálicos, finamente divididos, se depositan en condición

fundida o semifundida para formar un recubrimiento. El material del recubrimiento puede estar en forma de polvo, varilla o alambre.

**Proyecciones:** Partículas metálicas, en forma de perlas, expulsadas durante el soldeo por fusión y que no forman parte del metal de soldadura.

**Pulsación:** Período de tiempo durante el que actúa la corriente, de cualquier polaridad, a través del circuito de soldeo.

**Raíz de la soldadura:** Son los puntos, en una sección transversal, resultantes de la intersección de la parte posterior de la soldadura con las superficies del metal base.

**Raíz de la unión:** Zona de la unión a soldar en la que las piezas a unir están más próximas. En una sección transversal, la raíz de la junta puede ser un punto, una línea o un área.

**Recalcado:** Deformación resultante de la aplicación de presión en soldadura. Puede medirse por un aumento del porcentaje del área interfacial, una reducción de la longitud o una reducción porcentual del espesor para uniones a solape.

**Recargue:** Deposición de un material de aportación sobre un metal base (substrato) para obtener las dimensiones o propiedades deseadas. Aplicación por soldeo, soldeo fuerte o proyección térmica de una capa de material a una superficie, para obtener las propiedades o las dimensiones deseadas. Véase "plaqueado", "recrecimiento" y "untado".

**Recocido:** Tratamiento térmico que implica un calentamiento y un mantenimiento a una temperatura apropiada, seguido de un enfriamiento hecho en condiciones tales que el metal después de enfriado a la temperatura ambiente presenta un estado estructural próximo al estado de equilibrio.

**Recrecimiento:** Variante de recargue en el que el material se deposita para conseguir las dimensiones requeridas.

**Registro del procedimiento de soldeo:** Documento que especifica las variables de soldeo para producir una unión de ensayo aceptable, y de los resultados de los ensayos efectuados sobre esa unión para cualificar el procedimiento de soldeo.

**Revenido:** Tratamiento térmico al que se somete un material metálico después del temple para buscar un cierto estado de equilibrio y conseguir las propiedades requeridas.

**Secuencias de soldeo:** Orden de ejecución de las uniones o de los cordones en un conjunto soldado.

**Soldabilidad:** Capacidad de un material para ser soldado bajo las condiciones de fabricación impuestas a una determinada estructura diseñada adecuadamente y para funcionar satisfactoriamente en las condiciones de servicio previstas.

**Soldador:** Persona que realiza el soldeo. Término genérico utilizado tanto para los soldadores manuales como para los operadores de soldeo.

**Soldadura:** Efecto de aplicar un proceso de soldeo. Coalescencia localizada de metales o no metales, producida por calentamiento de los materiales a temperaturas adecuadas, con o sin la aplicación de presión, o por la aplicación de presión únicamente, y con o sin el empleo de material de aportación.

**Soldadura autógena:** Unión efectuada por fusión y sin aporte de material. También es un término, normalmente mal utilizado, para referirse a las soldaduras fuertes, blandas y soldaduras realizadas con soplete.

**Soldadura en ángulo:** Soldadura para unir superficies que formen entre ellas un ángulo recto, aproximadamente, cuya sección transversal es sensiblemente triangular, y que se puede realizar en uniones a solape, en T, o en esquina.

**Soldadura fuerte:** Soldadura realizada por calentamiento a temperatura adecuada de las partes a unir y utilizando un metal de aportación que funde a una temperatura por encima de 450°C (840°F) e inferior a la de fusión del material base. Las superficies de

las piezas a unir deben estar muy próximas entre sí, para que el metal de aportación difunda por capilaridad entre ellas.

**Soldadura por puntos:** Unión entre dos superficies a tope o a solape, en la cual la fusión proviene de las dos caras o de una de ellas.

**Soldadura provisional:** Soldadura efectuada para sujetar una o varias piezas, de forma temporal, a un conjunto soldado para su manipulación o envío a obra.

**Soldeo:** Acción de realizar una soldadura. Proceso de unión que origina la coalescencia de materiales calentándolos a temperatura adecuada, con o sin la aplicación de presión, o por la aplicación de presión únicamente, y con o sin el empleo de material de aportación.

**Soldeo automático:** Proceso de unión en el que el operario se limita a fijar los parámetros iniciales de soldeo y al seguimiento de la operación.

**Soldeo blando:** Grupo de procesos de unión, que origina la coalescencia de materiales calentándolos a la temperatura adecuada de las partes a unir y utilizando un metal de aportación, que funde a una temperatura inferior a 450°C (840°F) e inferior, también, a la de fusión del material base. Las superficies de las piezas a unir deben estar muy próximas entre sí, para que el metal de aportación difunda por capilaridad entre ellas.

**Soldeo con CO<sub>2</sub>:** Variante del proceso de soldeo por arco con gas, que emplea el CO<sub>2</sub> como gas protector.

**Soldeo por rayo láser:** Proceso de soldeo que produce una coalescencia de los materiales con el calor obtenido por la aplicación de una radiación láser, que incide sobre la unión.

**Soldeo de espárragos:** Término genérico para designar la unión de un perno, conector, espárrago metálico o pieza similar, a otra pieza. El soldeo puede efectuarse mediante arco eléctrico, fricción u otros procesos, con o sin la utilización de un gas de protección.

**Soldeo en estado sólido:** Grupo de procesos de soldeo que producen la coalescencia mediante la aplicación de presión a una temperatura inferior a las de fusión de los materiales base y de aportación.

**Soldeo en frío:** Proceso de soldeo en estado sólido en el que se emplea presión para producir una unión a temperatura ambiente con una deformación de mayor o menor grado en la soldadura. Véase "soldeo por forja" y "soldeo por difusión".

**Soldeo fuerte:** Grupo de procesos de unión, que origina la coalescencia de materiales calentándolos a la temperatura adecuada de las partes a unir y utilizando un metal de aportación que funde a una temperatura por encima de 450°C (840°F) e inferior a la de fusión del material base. Las superficies de las piezas a unir deben estar muy próximas entre sí, para que el metal de aportación difunda por capilaridad entre ellas.

**Soldeo hacia adelante:** Técnica de soldeo, en la cual el electrodo o la pistola se dirige en el mismo sentido que el de avance de la soldadura. Véase "ángulo de trabajo".

**Soldeo hacia atrás:** Técnica de soldeo, en la cual el electrodo o pistola se dirige en sentido contrario al de avance de la soldadura. Véase "ángulo de trabajo".

**Soldeo MIG:** Término habitualmente utilizado para el soldeo semiautomático con gas inerte.

**Soldeo oxiacetilénico:** Proceso de soldeo oxigas que utiliza el acetileno como gas combustible. Este proceso se utiliza sin presión y con o sin metal de aportación.

**Soldeo oxi-gas:** Grupo de procesos de soldeo en el que la coalescencia de las piezas se produce por calentamiento de una llama oxigás. Los procesos se utilizan con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aportación.

**Soldeo por arco:** Grupo de procesos de soldeo que producen la coalescencia de las piezas mediante el calentamiento con un arco eléctrico. Estos procesos se utilizan con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aportación.



**Soldeo por arco con electrodo de wolframio:** Procesos de soldeo por arco eléctrico, en los que el arco se establece entre un electrodo de wolframio, no consumible, y el baño de fusión. Este proceso se utiliza con protección de gas y sin aplicación de presión y con o sin material de aportación. Véase "soldero por arco con hilo caliente".

**Soldeo por arco con electrodo revestido:** Proceso de soldeo por arco eléctrico, en el que el arco se establece entre el electrodo revestido y el baño de fusión. Este proceso se utiliza con la protección producida por la descomposición del revestimiento del electrodo, sin aplicación de presión y con la adición de metal de aportación desde el electrodo.

**Soldeo por arco con gas:** Procesos de soldeo por arco eléctrico, en los que el arco se establece entre un metal de aporte continuo consumible y el baño de fusión. Estos procesos se utilizan con la protección procedente de una fuente de gas externa y sin aplicación de presión.

**Soldeo por arco con alambre caliente:** Variante del proceso de soldeo por fusión, en la que el alambre/electrodo se calienta por resistencia, mediante el paso de una corriente, mientras se aporta al baño de fusión.

**Soldeo por arco con alambre tubular:** Proceso de soldeo por arco eléctrico, en el que el arco se establece entre un alambre/electrodo tubular continuo, consumible, y el baño de fusión. Este proceso se utiliza con la protección gaseosa producida por la descomposición del fundente contenido en el interior del electrodo tubular, con o sin protección adicional de una fuente externa de gas y sin la aplicación de presión. Véase "electrodo tubular con relleno metálico" y "electrodo tubular con relleno de fundente".

**Soldeo por arco con protección gaseosa:** Nombre genérico para designar los procesos de soldeo por electrogás, soldeo por arco con alambre tubular, soldeo por arco con gas, soldeo por arco con electrodo de tungsteno y soldeo por arco plasma.

**Soldeo por arco plasma:** Proceso de soldeo por arco eléctrico que utiliza un arco constreñido entre un electrodo no consumible y el baño de fusión (arco transferido), o entre el electrodo y la boquilla constrictora (arco no transferido). La protección de

gas ionizado, suministrado por la pistola, puede complementarse con una fuente auxiliar de gas protector. El proceso se utiliza sin aplicación de presión y con o sin metal de aportación. Véase "soldeo por arco con hilo caliente".

**Soldeo por arco pulsado:** Variante del proceso de soldeo por arco, donde la intensidad de corriente se programa por pulsos periódicos, de forma que pueden utilizarse grandes impulsos de corta duración. Véase "TIG pulsado" y "MIG pulsado".

**Soldeo por arco sumergido:** Proceso de soldeo por arco que utiliza uno o más arcos eléctricos entre uno o varios electrodos desnudos y el baño fundido. El arco y el baño fundido se protegen con una capa de fundente granular depositado sobre las piezas. El proceso se utiliza sin aplicación de presión y con adición de metal de aporte, procedente del electrodo y a veces de otras fuentes, tales como: varillas, fundente o gránulos metálicos. Véase "soldeo por arco con hilo caliente".

**Soldeo por chisporroteo:** Proceso de soldeo por resistencia, que produce una soldadura en las caras enfrentadas de una unión a tope, mediante el paso de densidades de corrientes elevadas en los pequeños puntos de contacto entre las piezas a unir y por la aplicación de presión, una vez que se alcanza la temperatura adecuada. La soldadura se completa por un rápido recalado de las partes a unir.

**Soldeo por difusión:** Proceso de soldeo en estado sólido que produce la unión mediante la aplicación de presión a temperatura elevada sin deformación aparente o desplazamiento relativo de las piezas. Puede efectuarse intercalando un metal de aporte entre las superficies a unir. Véase "soldeo en frío" y "soldeo por forja".

**Soldeo por electroescoria:** Proceso de soldeo por fusión, que produce coalescencia de los metales con la fusión de una escoria, que a su vez funde el metal de aportación y las superficies a unir. El baño de fusión, que avanza de abajo hacia arriba, está protegido por esta escoria. El proceso se inicia por un arco que calienta la escoria. Cuando se extingue el arco, la escoria semifundida permite el paso de la corriente de soldeo.

**Soldeo por electrogas:** Proceso de soldeo por arco, que se establece entre un electrodo de aportación continua y el baño fundido. La soldadura se realiza en vertical

ascendente, utilizando unos soportes para la retención del baño. El proceso se realiza con o sin gas de protección y sin aplicación de presión.

**Soldeo por explosión:** Proceso de soldeo por presión en estado sólido, en el que la unión se produce por el impacto a alta velocidad de las piezas a unir, como resultado de la detonación de una carga de características adecuadas.

**Soldeo por forja:** Proceso de soldeo por presión en estado sólido que produce una unión por calentamiento, a la temperatura adecuada, de las piezas a unir y por la aplicación de un esfuerzo mecánico o impacto, suficiente como para producir una deformación plástica permanente en las superficies de contacto.

**Soldeo por fricción:** Proceso de soldeo a tope por presión en estado sólido que produce una unión por rozamiento entre las dos piezas a soldar, hasta que adquieren la temperatura adecuada momento en el que cesa el movimiento y se aplica una presión que produce la deformación plástica en las caras adyacentes.

**Soldeo por haz de electrones:** Proceso de soldeo por fusión, en el que la energía para producir la coalescencia de los metales procede de un haz concentrado de electrones a alta velocidad que incide sobre la unión. Este proceso se puede usar con o sin gas de protección y sin aplicación de presión.

**Soldeo por inducción:** Proceso de soldeo que produce coalescencia de los materiales mediante el calor generado por la resistencia que oponen las piezas al paso de una corriente inducida de soldeo, de alta frecuencia, con o sin aplicación de presión. El efecto de la corriente de alta frecuencia es concentrar el calor necesario para el soldeo en una zona determinada.

**Soldeo por recalcado:** Proceso de soldeo por resistencia que produce la coalescencia simultáneamente sobre todo el área de las superficies en contacto o progresivamente a lo largo de la unión, mediante el calor que se produce por el paso de la corriente de soldeo a través de las superficies de contacto. Se aplica presión durante todo el proceso.

**Soldeo por resistencia:** Grupo de procesos de soldeo que producen una fusión en la intercara de las piezas a unir, mediante el calor que se produce por el paso de la corriente de soldeo a través de las superficies de contacto y la aplicación de presión durante el proceso.

**Soldeo por termita:** Proceso de soldeo que produce la coalescencia de los metales a unir mediante un metal líquido sobrecalentado, procedente de la reacción química entre un óxido metálico y aluminio (termita), y con o sin aplicación de presión. El metal de aportación se obtiene del metal líquido.

**Soldeo por ultrasonidos:** Proceso de soldeo por presión en estado sólido que produce una unión por la aplicación localizada de energía mecánica vibratoria de alta frecuencia, mientras las piezas se mantienen juntas por presión.

**Soldeo robotizado:** Operación de soldeo realizada mediante un manipulador reprogramable polivalente, es decir un robot.

**Soldeo semiautomático por arco:** Proceso de unión por arco en el que uno o más parámetros se controlan automáticamente. El avance del soldeo se controla manualmente. Término generalmente usado para el soldeo MIG, MAG y CO<sub>2</sub>.

**Soldeo TIG:** Término no normalizado para el soldeo por arco con electrodo de wolframio y gas inerte.

**Soplete:** Instrumento que permite dirigir una llama de la forma, potencia y propiedades requeridas, a partir de la combustión de un gas.

**Soplete de corte:** Dispositivo empleado para orientar la llama de precalentamiento producida por una combustión controlada de gases para dirigir y controlar el corte por oxígeno.

**Soplo magnético del arco:** Desviación no deseable de la trayectoria del arco, provocada por fuerzas electromagnéticas.

**Técnica de soldeo:** Detalles de un procedimiento de soldeo que son controlados por el soldador o el operador de soldadura.

**Temperatura de precalentamiento:** Temperatura que debe alcanzar el metal base inmediatamente antes de que se inicie cualquier proceso de soldeo. En procedimientos de pasadas múltiples, es la temperatura que debe alcanzarse antes de depositar los siguientes cordones.

**Temperatura entre pasadas:** En el caso de soldeo con pasadas múltiples, es la temperatura a la que debe estar el área que se va a soldar antes de realizar la siguiente pasada.

**Tensión en vacío:** Diferencia de potencial entre los terminales de salida de una fuente de energía eléctrica, cuando no circula la corriente.

**Tensión residual:** Tensión presente en un material o una estructura, independientemente de la existencia de fuerzas exteriores o gradientes térmicos.

**TIG pulsado:** Término utilizado habitualmente para designar al proceso de soldeo por arco pulsado con electrodo de wolframio y gas inerte.

**Toma de tierra:** Conexión eléctrica de la carcasa de la máquina de soldeo a tierra para seguridad.

**Transferencia globular:** Soldeo por arco con gas. Transferencia del metal en la cual el metal fundido, procedente de un electrodo consumible, se deposita sobre la pieza en forma de gotas gruesas.

**Transferencia por cortocircuito:** Soldeo por arco con gas. Transferencia del metal en la cual el metal fundido, procedente de un electrodo consumible, se deposita sobre la pieza por cortocircuitos. Véase "transferencia globular" y "transferencia por pulverización".

**Transferencia por pulverización:** Soldeo por arco con gas. Transferencia del metal en la cual el metal fundido, procedente de un electrodo consumible, es dirigido axialmente a través del arco y sobre la pieza en forma de gotas finas.

**Tratamiento de relajación:** Tratamiento térmico destinado a disminuir las tensiones internas y que comprende un calentamiento y mantenimiento a una temperatura suficiente, seguido de un enfriamiento apropiado.

**Tratamiento térmico:** Operación, o sucesión de operaciones, mediante la cual un producto en estado sólido se somete, parcialmente o en su totalidad, a uno o varios ciclos térmicos para obtener un cambio de sus propiedades o de su estructura.

**Unión:** Espacio, a rellenar de metal aportado, entre dos piezas cuyos bordes han sido preparados convenientemente para tal fin. Por extensión: el resultado de la operación de soldeo.

**Unión a tope:** Conjunto soldado en el que las piezas están alineadas aproximadamente en el mismo plano.

**Unión de solape:** Soldadura entre dos piezas que están superpuestas en planos paralelos.

**Unión en T:** Soldadura entre dos piezas, en la que el borde de una es aproximadamente perpendicular a la superficie de la otra, en las proximidades de la unión.

**Unión soldada en ángulo:** Soldadura entre dos superficies que forman un ángulo, en una unión a solape, en forma de T o en ángulo, y de sección transversal aproximadamente en forma triangular.

**Untado:** Variación del proceso de recargue por el que se deposita un metal, en una o más capas, para proporcionar un metal de soldadura compatible metalúrgicamente

con los siguientes materiales que se necesitan para la soldadura. Véase "recrecimiento" y "plaqueado".

**Zona afectada térmicamente:** Porción del metal base que no ha fundido, pero cuya microestructura o propiedades mecánicas han sido alteradas por el calor generador durante el proceso de soldeo o corte.

**Zona de fusión:** Área del metal base fundido, determinada sobre la sección transversal de una soldadura.

## II MÉTODO

### 2.1 Tipo y diseño de la investigación

#### **Tipo**

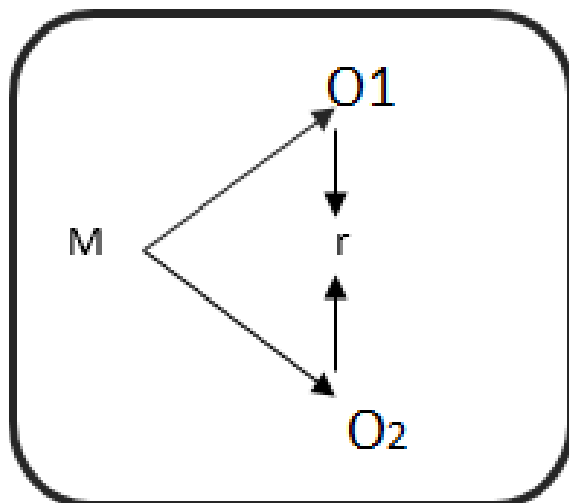
El tipo de investigación de acuerdo al fin que se persigue será la investigación básica, llamada pura para producir conocimiento, teorías y su objetivo es incrementar el conocimiento teórico ya existente, en su nivel descriptivo uso para descubrir nuevos hechos y significados de mi investigación y correlacional para medir mis dos variables con el fin de explorar hasta qué punto relacionan dos variables en un estudio. Será descriptivo por cuanto nos dará valiosa información diagnóstica de las variables, será correlacional por cuanto las variables estudiadas se relacionan o tienen un grado de relación o dependencia de una variable en la otra, y está interesada en conocer a través de una muestra de las unidades de observación, la relación existente entre las variables identificadas, como podemos ver en la siguiente figura:

#### **Diseño**

El diseño es no experimental transversal es una investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar condiciones a sujetos y se basa en categorías, variables, sucesos que se da sin la intervención directa del investigador sin alterar el objeto de la investigación.

Según Hernández, Fernández y Baptista, en su libro metodología de la investigación sobre el diseño de investigación será no experimental transversal correlacional por ser una investigación descriptiva que ayudará a obtener la información que se requiere en la investigación, y así mismo está interesado en conocer la relación de las variables de estudio a través de las unidades de observación en un tiempos o momento dado proporcionando información confiable y fidedigna como se puede observar en la siguiente diseño de investigación :





**Figura 15** *Tipo y Diseño*

Fuente: Elaboración Propia

**Denotación:**

- M** = Muestra.  
**O1** = Variable Independiente  
**O2** = Variable dependiente.  
**r** = Relación entre variables.

**Enfoque de investigación**

Enfoque cuantitativo, porque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con bases en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamientos y probar teorías.

**2.2 Poblacion y muestra**

El universo poblacional estará constituido por 35 soldadores que serán las unidades de observación en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

## 2.3 Técnicas para la recolección de datos

### 2.3.1 Técnicas

Observación

NDT (ensayos no destructivos)

Inspección visual (personal con buena visión y conocimiento soldadura)

Líquidos penetrantes

Partículas magnéticas secas o húmedas

Ultrasonido

Rayos X o Gama

Análisis documental

Capturas fotográficas, reportes visuales de la inspección y bitácoras con las reseñas de los trabajos realizados de soldadura; conforme a la norma AWS D1.1/D1.1M 2010.

### 2.3.2 Instrumentos

Cámaras fotográficas digitales

Galgas para inspección visual (para medir cordón de soldadura)

Durómetro (para medir su dureza del material)

Ultrasonido NDT (para ver dentro del cordón de soldadura o material)

Detector de gases (para medir cantidad de gases en espacio confinado)

Yugo magnético (para inspeccionar defectos en cordón de soldadura o material)

Fichas de investigación

Programación de Trabajos de Soldadura

Formato de Inspección de Soldadura de Mantenimiento,

Modem de Internet

#### **Confiabilidad de instrumentos**

Tanto las capturas de imágenes como los reportes enviados de las inspecciones de trabajo, según los procedimientos de la compañía minera, tienen el visto y reconocimiento por parte del supervisor de turno del mantenimiento; gozando así de fiabilidad.

Variable	Indicador	Escala de medición	Estadísticos descriptivos
	X1.- Inspección visual	0 a 1	Ratio Cuantitativo
			Tablas de Contingencia y Correlación (Análisis-Causa)
	X2.- Planificación del trabajo	<u>Cuantitativa</u> <u>Continua</u> 0 a 1	<u>Medidas de</u> <u>Dispersión</u> (Desviación Típica, Varianza, Rango, etc.) <u>Ratio Cuantitativo</u>
			<u>Coefficientes de</u> <u>Correlación</u> <del>Tablas de</del> <u>Contingencia y Correlación</u> (Análisis-Causa)
(X) Propuesta de un sistema de calidad de gestión	X3.- Programación del trabajo	<u>Cuantitativa</u> <u>Continua</u>	<u>Medidas de</u> <u>Dispersión</u> (Desviación Típica, Varianza, Rango, etc.)
	X4.- Ejecución del trabajo	<u>Cuantitativa</u> <u>Continua</u> 0 a 1	<u>Medidas de</u> <u>Dispersión</u> (Desviación Típica, Varianza, Rango, etc.) <u>Ratio Cuantitativo</u>
			<u>Coefficientes de</u> <u>Correlación</u> <del>Tablas de</del> <u>Contingencia y Correlación</u> (Análisis-Causa)
	X5.- Control del trabajo	<u>Cuantitativa</u> <u>Continua</u>	<u>Medidas de</u> <u>Dispersión</u> (Desviación Típica, Varianza, Rango, etc.)
			<u>Coefficientes de Correlación</u>
(Y) Trabajos operativos de soldadura	Y1.- Reparación de fisuras con soldadura	<u>Cuantitativa</u> <u>Continua</u>	<u>Medidas de</u> <u>Dispersión</u> (Desviación Típica, Varianza, Rango, etc.)
			<u>Coefficientes de Correlación</u>

Y2.- Ensayos no destructivos de trabajos realizados	<u>Cuantitativa</u> <u>Continua</u>	<u>Medidas de</u> <u>Dispersión</u> <u>(Desviación</u> <u>Típica, Varianza,</u> <u>Rango, etc.)</u>	<u>Coefficientes de Correlación</u>
---	--	---	-------------------------------------

## 2.4 Validez y confiabilidad de instrumentos

### Validez de instrumentos

Los instrumentos son calibrados cada 06 meses. Los reportes de trabajos y las imágenes se ajustan a patrones cotidianos de reconocimiento de trabajo; siendo cualquier anomalía tratada con la predisposición de atención, así como con los informes respectivos a otros departamentos como Planificación y Control y Seguridad Laboral. Por lo tanto, los instrumentos como las mediciones gozan de validez para el área implicada en el mantenimiento de camiones a través de la soldadura.

Análisis de las operaciones y mediciones de tiempos de ejecución de los trabajos de soldadura, con respecto a la programación de la semana. Ver Tabla 02.

### Confiabilidad de Cronbach

El alfa de Cronbach no deja de ser una media ponderada de las correlaciones entre las variables (o ítems) que forman parte de la escala. Puede calcularse de dos formas: a partir de las varianzas o de las correlaciones de los ítems. Hay que advertir que ambas fórmulas son versiones de la misma y que pueden deducirse la una de la otra.

#### A partir de las correlaciones entre los ítems

A partir de las correlaciones entre los ítems, el alfa de Cronbach se calcula así:

$$\alpha = \frac{np}{1 + p(n - 1)}$$

donde

- $n$  es el número de ítems y
- $p$  es el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems.

**Midiendo los items de la variable Sistema de calidad de trabajo**

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,915	15

Este resultado del alfa de Cronbach de 0.915 nos indica que la fiabilidad del instrumento de medición está calificada como excelente.

**Midiendo los items de la variable Trabajos operativos de soldadura bajo la norma**

**AWS**

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,923	8

Este resultado del alfa de Cronbach de 0.923 nos indica que la fiabilidad del instrumento de medición está calificado como excelente.

## 2.5 Procesamiento y análisis de datos

### **Análisis Documental**

Mediante el **análisis documental** y sus respectivos instrumentos se revisaron fuentes bibliográficas, publicaciones especializadas y portales de internet; directamente relacionados con las variables de estudio.

A través de la observación y su instrumento la observación indirecta, elaborado por el tesista, para la presente investigación, se recopilarán información sobre cada uno de los 120 camiones cargadores.

Mediante la **técnica de la observación** y su instrumento la guía de observación indirecta vamos a comprender procesos, interrelaciones entre personas y sus situaciones o circunstancias y eventos que suceden a través del tiempo, así como los patrones que se desarrollaron los contextos sociales y culturales en los cuales ocurren las experiencias humanas; así como identificar problemas.

#### **a) Los datos Técnica de Instrumentos**

La información estará constituida por preguntas que originaron de los indicadores y estos de las dimensiones, para lograr la medición y control de las variables de estudio.

#### **b) Administración de los instrumentos y obtención de los datos**

Para el acopio de la información se formuló y conto con un instrumento que fueron los datos de las averías de los 120 camiones de carga, confiable y validado por especialistas y expertos en la investigación, que dieron su opinión de expertos si el instrumento y datos fueron aplicables y fueron observados para luego ser corregido por el investigador. La confiabilidad se logró aplicando pruebas pilotos que fueron aplicados el cuestionario varias veces a la muestra determinada para comprobar la precisión y exactitud del instrumento o en todo caso hicimos el uso de la prueba de Alfa de Cron Bach.

En la administración de cuestionarios se contó con el valioso apoyo en la recopilación de datos del personal.

### **Análisis Estadístico**

Se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS 25.0 el cual procesaron los resultados y lograr la interpretación, análisis y discusión de los gráficos y figuras estadísticas, contar con las conclusiones, implicando los objetivos y las hipótesis que será el producto final de la investigación.

### **Formulación del modelo**

a) **Hipótesis Nula.**

Existen evidencias que las medias de los tratamientos estadísticamente no difieren significativamente.

b) **Hipótesis alterna.**

Estadísticamente las medias de los tratamientos difieren significativamente.

c) **Recolección de datos y cálculos de los estadísticos correspondientes.**

La recolección de datos se efectuará una vez aplicado los tratamientos correspondientes a cada muestra y para el procesamiento se utilizarán programas estadísticos antes mencionados.

d) **Decisión estadística**

La decisión estadística se tomó en cuenta como consecuencia de la comparación del estadístico de prueba calculado y el obtenido mediante gráficos y figuras estadísticas correspondientes a la distribución del estadístico de prueba; esto quiere decir si el valor del estadístico de prueba calculado se encuentra en la región de rechazo se rechaza la hipótesis nula, en caso contrario se acepta; es decir:

Si:  $F_0 > F_{\alpha, a-1, N-a}$  se rechaza



Análisis de las operaciones y mediciones de tiempos de ejecución de los trabajos de soldadura, con respecto a la programación de la semana. Ver Tabla 02.

## **2.6 Aspectos éticos**

Todos los datos y referencias empleadas fueron consignados respetando la propiedad intelectual de acuerdo a las normas de referencia APA sexta edición, de igual forma todos los resultados encontrados fueron descritos sin manipular ningún dato que altere el estudio.

### III RESULTADOS

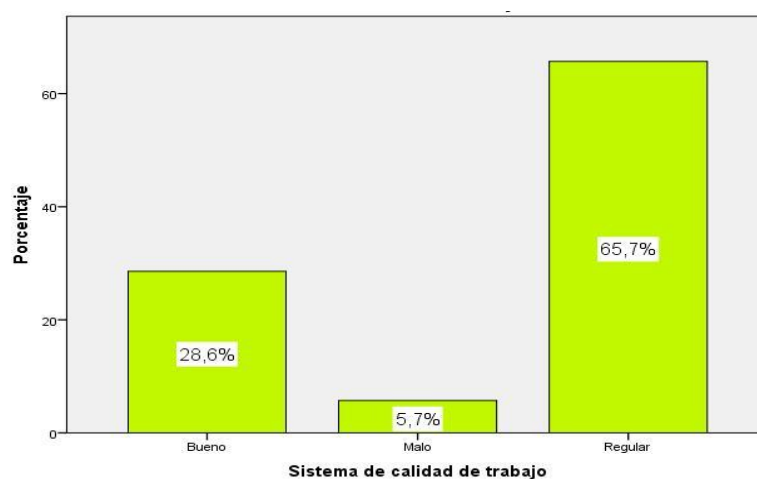
#### 3.1 Resultados descriptivos

##### Descriptivo por variables.

**Tabla 26** Sistema de calidad de trabajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bueno	10	28,6	28,6
	Malo	2	5,7	34,3
	Regular	23	65,7	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.



**Gráfico 1.** Sistema de calidad de trabajo.

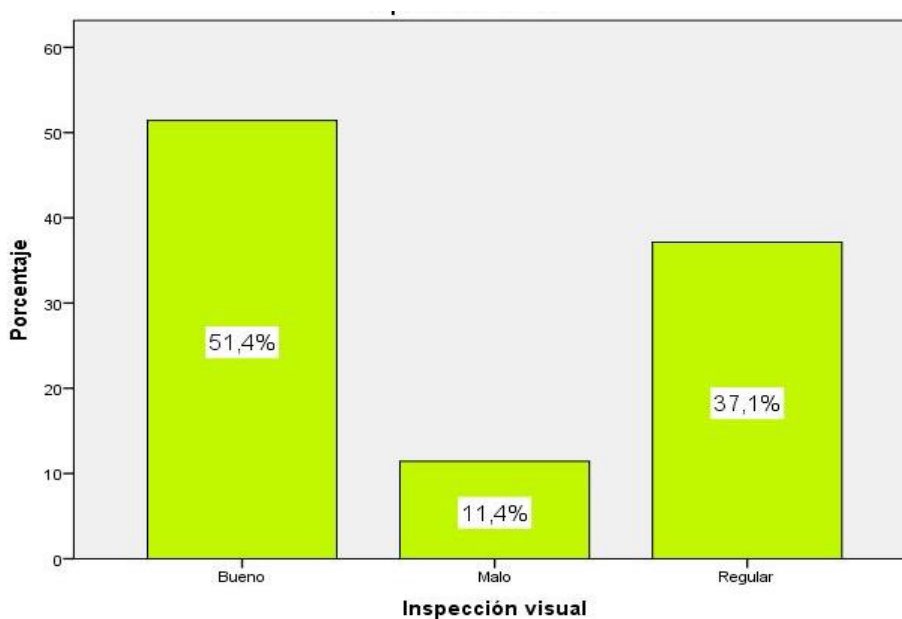
Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura Antamina.

De la graf. 1, un 65,7% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel regular en la variable sistema de calidad de trabajo, un 28,6% alcanzaron un nivel bueno y un 5,7% adquirieron un nivel malo.

**Tabla 27** *Inspección visual*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bueno	18	51,4	51,4
	Malo	4	11,4	62,9
	Regular	13	37,1	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

**Gráfico 2.** *Inspección visual*

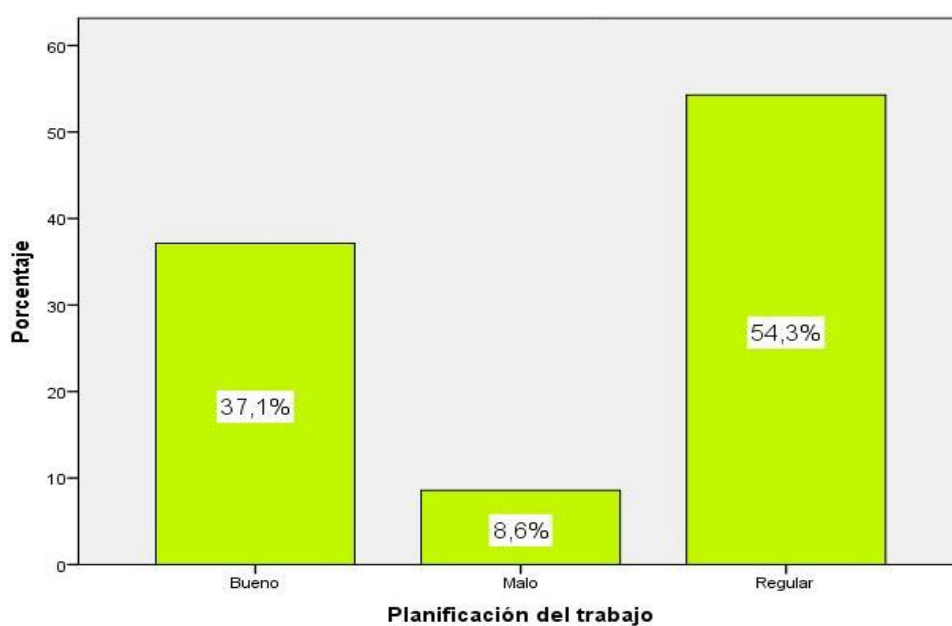
Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

De la graf. 2, un 51,4% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel bueno en la dimensión inspección visual, un 37,1% alcanzaron un nivel regular y un 11,4% adquirieron un nivel malo.

**Tabla 28** Planificación de trabajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bueno	13	37,1	37,1
	Malo	3	8,6	45,7
	Regular	19	54,3	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

**Gráfico 3.** Planificación del trabajo

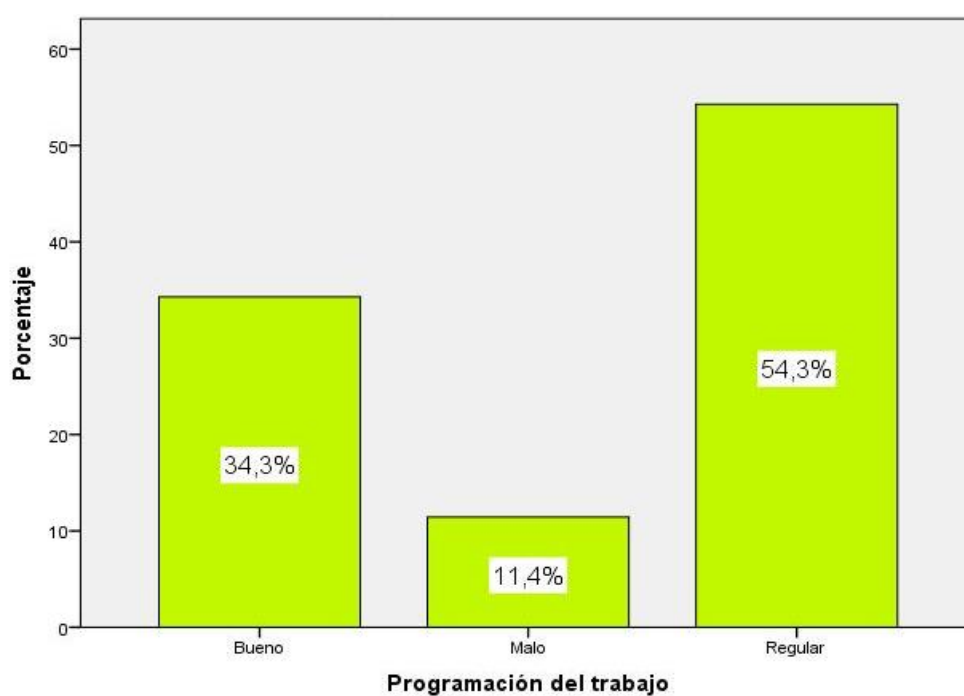
Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

De la graf. 3, un 54,3% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel regular en la dimensión planificación del trabajo, un 37,1% alcanzaron un nivel bueno y un 8,6% adquirieron un nivel malo.

**Tabla 29** Programación del trabajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
	Bueno	12	34,3	34,3
	Malo	4	11,4	45,7
	Regular	19	54,3	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

**Gráfico 4.** Programación del trabajo

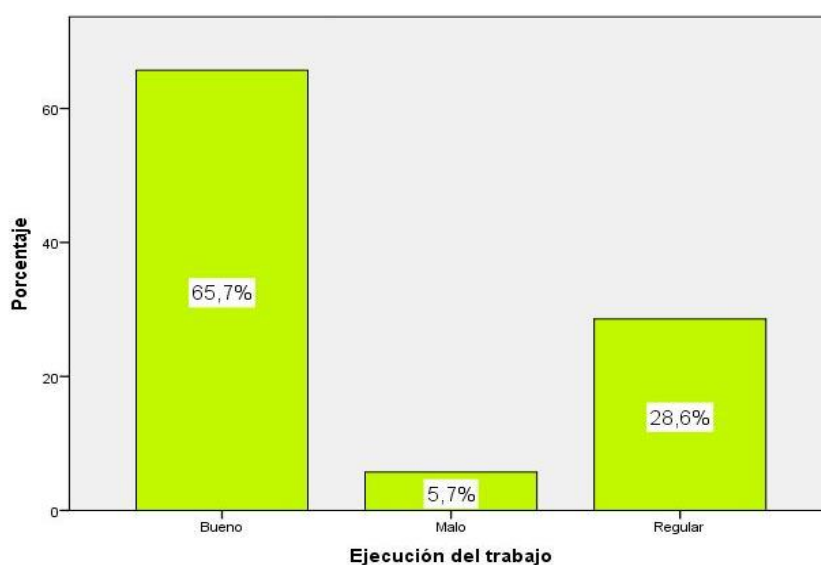
Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

De la graf. 4, un 54,3% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel regular en la dimensión programación del trabajo, un 34,3% alcanzaron un nivel bueno y un 11,4% adquirieron un nivel malo.

**Tabla 30** *Ejecución del trabajo*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
	Bueno	23	65,7	65,7
	Malo	2	5,7	71,4
	Regular	10	28,6	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

**Gráfico 5.** *Ejecución de trabajo*

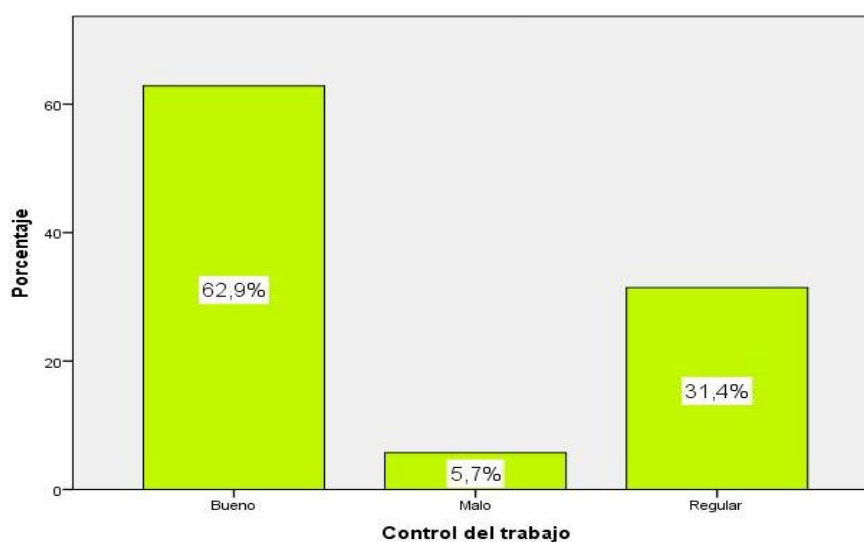
Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina

De la graf. 5, un 65,7% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel bueno en la dimensión ejecución del trabajo, un 28,6% alcanzaron un nivel regular y un 5,7% adquirieron un nivel malo.

**Tabla 31** Control del trabajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bueno	22	62,9	62,9
	Malo	2	5,7	68,6
	Regular	11	31,4	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

**Gráfico 6.** Control del trabajo

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

De la graf. 6, un 62,9% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel bueno en la dimensión control del trabajo, un 31,4% alcanzaron un nivel regular y un 5,7% adquirieron un nivel malo.

**Tabla 32** Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bueno	14	40,0	40,0
	Malo	1	2,9	42,9
	Regular	20	57,1	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

**Gráfico 7 .** Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

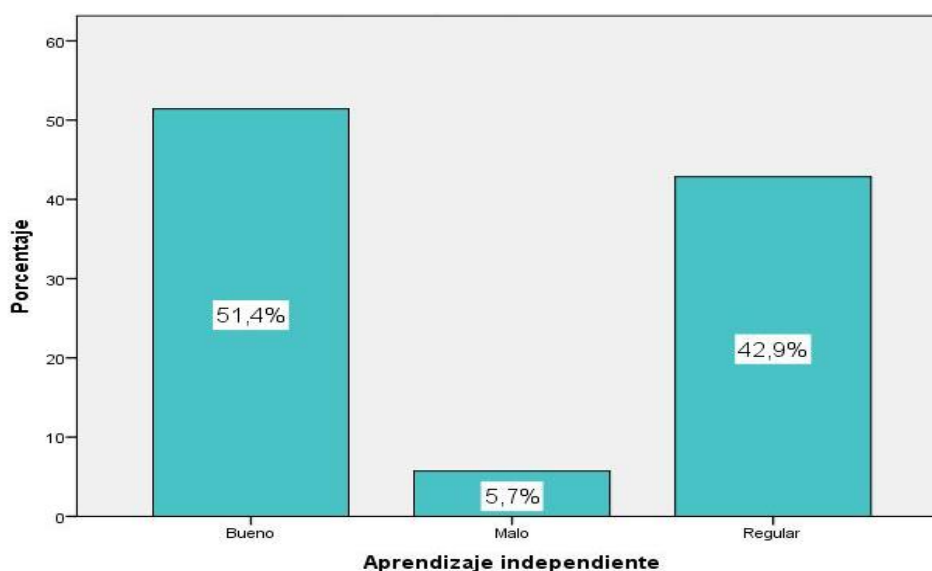
De la graf. 7, un 57,1% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel regular en la variable trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS D1, un 40,0% alcanzaron un nivel bueno y un 2,9% adquirieron un nivel malo.



**Tabla 33** *Aprendizaje independiente*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bueno	18	51,4	51,4
	Malo	2	5,7	57,1
	Regular	15	42,9	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

**Gráfico 8.** *Aprendizaje independiente*

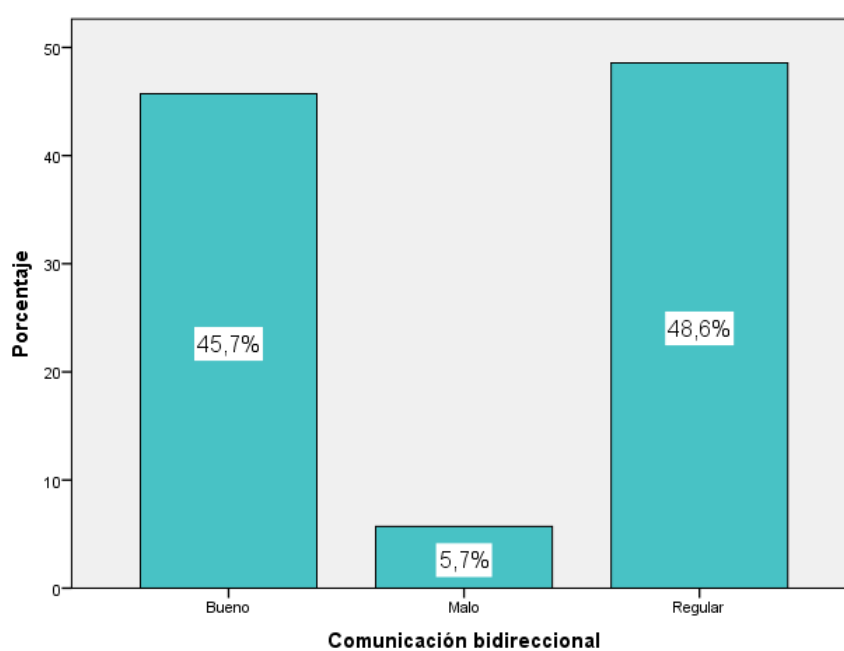
**Fuente:** Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

De la graf. 8, un 51,4% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel bueno en la dimensión aprendizaje independiente, un 42,9% alcanzaron un nivel regular y un 5,7% adquirieron un nivel malo.

**Tabla 34** *Comunicación bidireccional*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Bueno	16	45,7	45,7
	Malo	2	5,7	51,4
	Regular	17	48,6	100,0
	Total	35	100,0	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

**Gráfico 9.** *Comunicación bidireccional*

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina

De la graf. 9, un 48,6% de soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina consiguieron un nivel regular en la dimensión comunicación bidireccional, un 45,7% alcanzaron un nivel bueno y un 5,7% adquirieron un nivel malo.

### 3.2 Prueba de Normalidad.

#### Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk

**Tabla 35** Resultados de la prueba de bondad de ajuste Shapiro-Wilk

Variables y dimensiones	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Inspección visual	,865	35	,001
Planificación del trabajo	,937	35	,045
Programación del trabajo	,921	35	,016
Ejecución del trabajo	,874	35	,001
Control del trabajo	,907	35	,006
Sistema de calidad de trabajo	,852	35	,000
Aprendizaje independiente	,859	35	,000
Comunicación bidireccional	,899	35	,004
Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	,909	35	,007

Fuente: Elaboración propia

La tabla 37 presenta los resultados de la prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk (S-W). Se observa que las variables y no se aproximan a una distribución normal ( $p < 0.05$ ). En este caso debido a que se determinaran correlaciones entre variables y dimensiones, la prueba estadística a usarse deberá ser no paramétrica: Prueba de Correlación de Spearman.

### 3.3 Contrastación de hipótesis

#### Hipótesis general

Ha: El diseño de un sistema de calidad de gestión influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019.

H<sub>0</sub>: El diseño de un sistema de calidad de gestión no influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash - 2019.

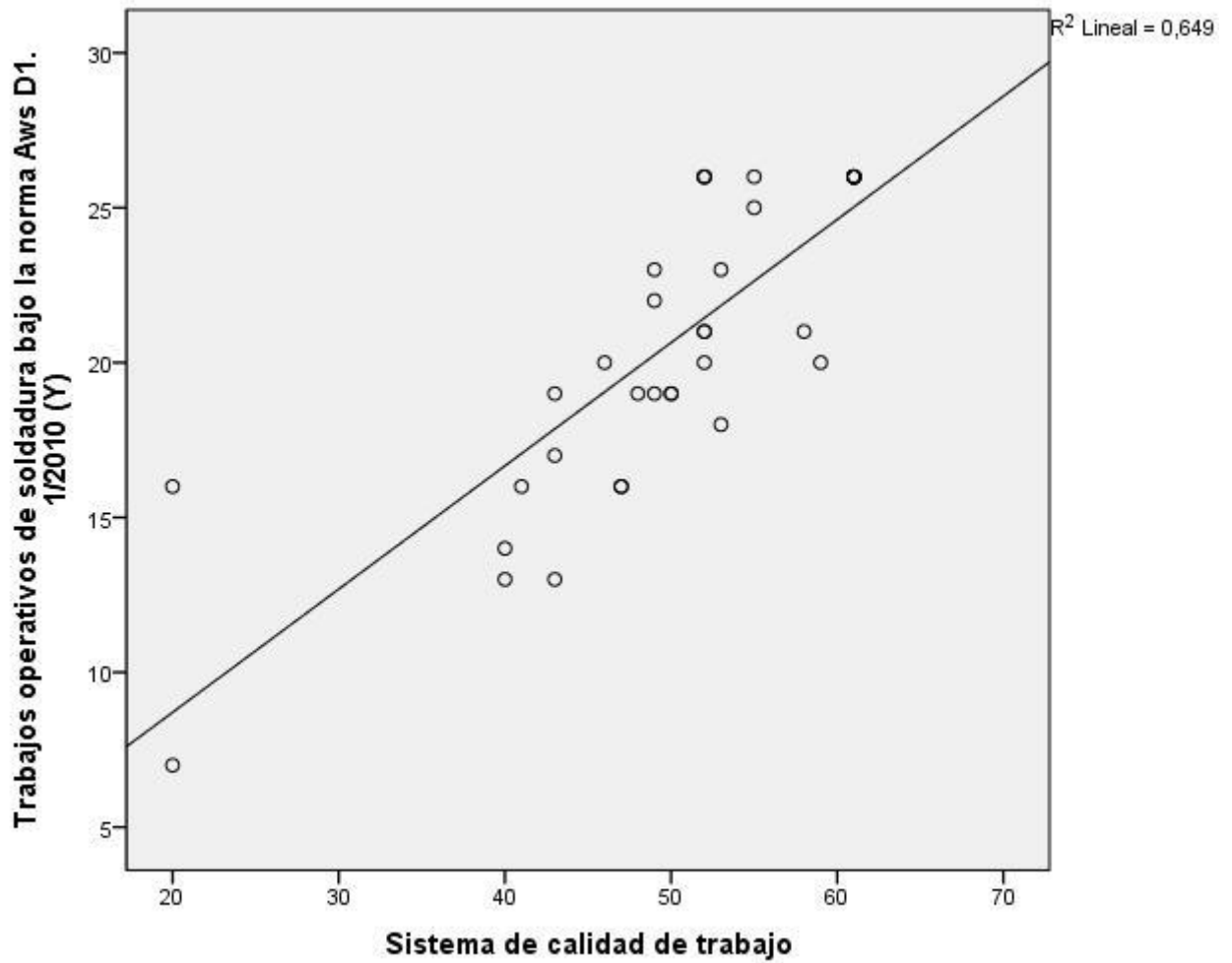
**Tabla 36** *El diseño de un sistema de calidad y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS*  
*Correlaciones*

		Sistema de calidad de trabajo	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)
Rho de Spearman			
	Sistema de calidad de trabajo	Coeficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	.
		N	35
	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	Coeficiente de correlación	,837**
		Sig. (bilateral)	,000
		N	35

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente. Elaboración propia

La tabla 38 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r = 0,837$ , con una  $p < 0,05$  con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se refuta la hipótesis nula. Por lo tanto, se evidencia que existe influencia del diseño de un sistema de calidad de gestión sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud muy buena.



**Figura 16.** El diseño de un sistema de calidad y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS.

**Fuente:** Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

### Hipótesis específica 1

**H1:** La inspección visual influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento.

**H0:** La inspección visual no influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento.

**Tabla 37** *La Inspección visual y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS*

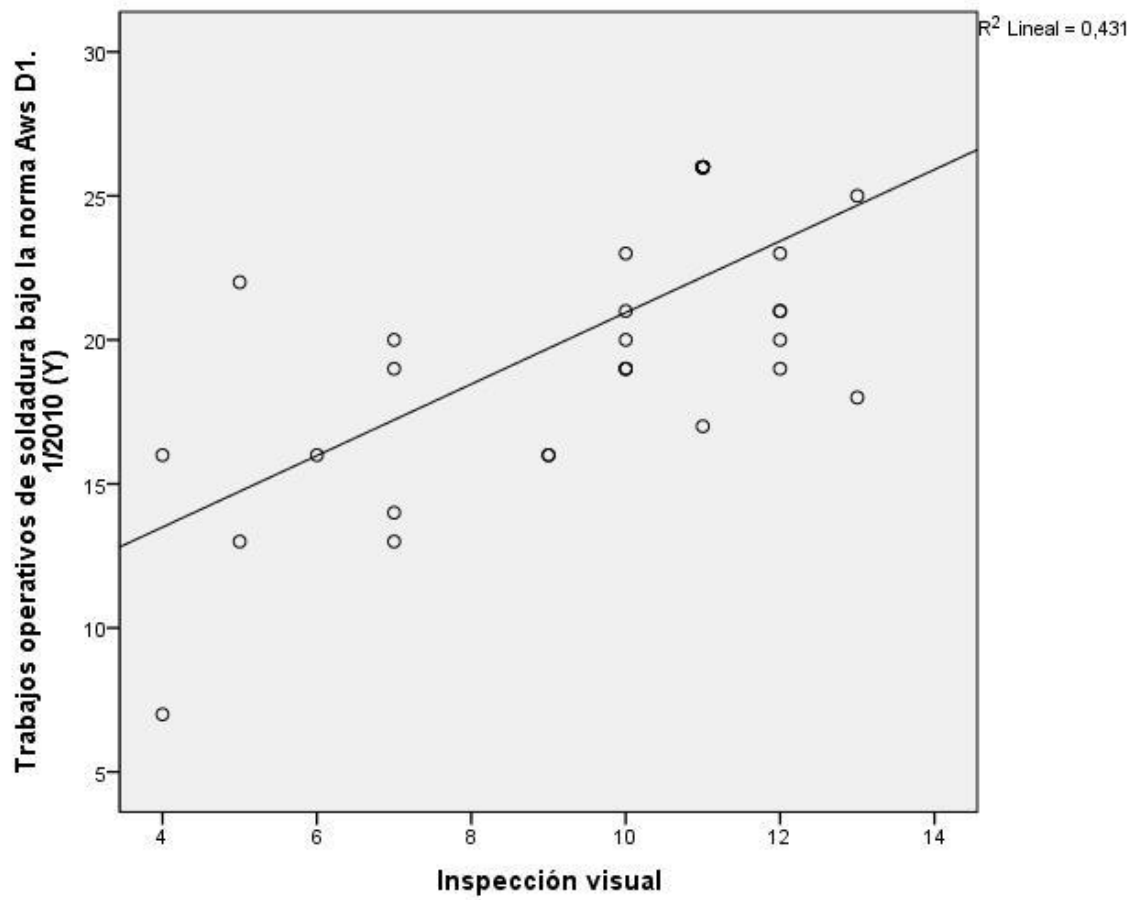
*Correlaciones*

		Inspección visual	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	
Rho de Spearman	Inspección visual	1,000	,572**	
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	35	35
	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	Coefficiente de correlación	,572**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
	N	35	35	

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente. Elaboración propia

La tabla 39 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r = 0,572$ , con una  $p < 0,05$  con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se refuta la hipótesis nula. Por lo tanto, se evidencia que existe influencia de la inspección visual sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud moderada.



**Figura 17.** *La Inspección visual y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS*

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

## Hipótesis específica 2

**H2:** La planificación del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

**H0:** La planificación del trabajo no influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

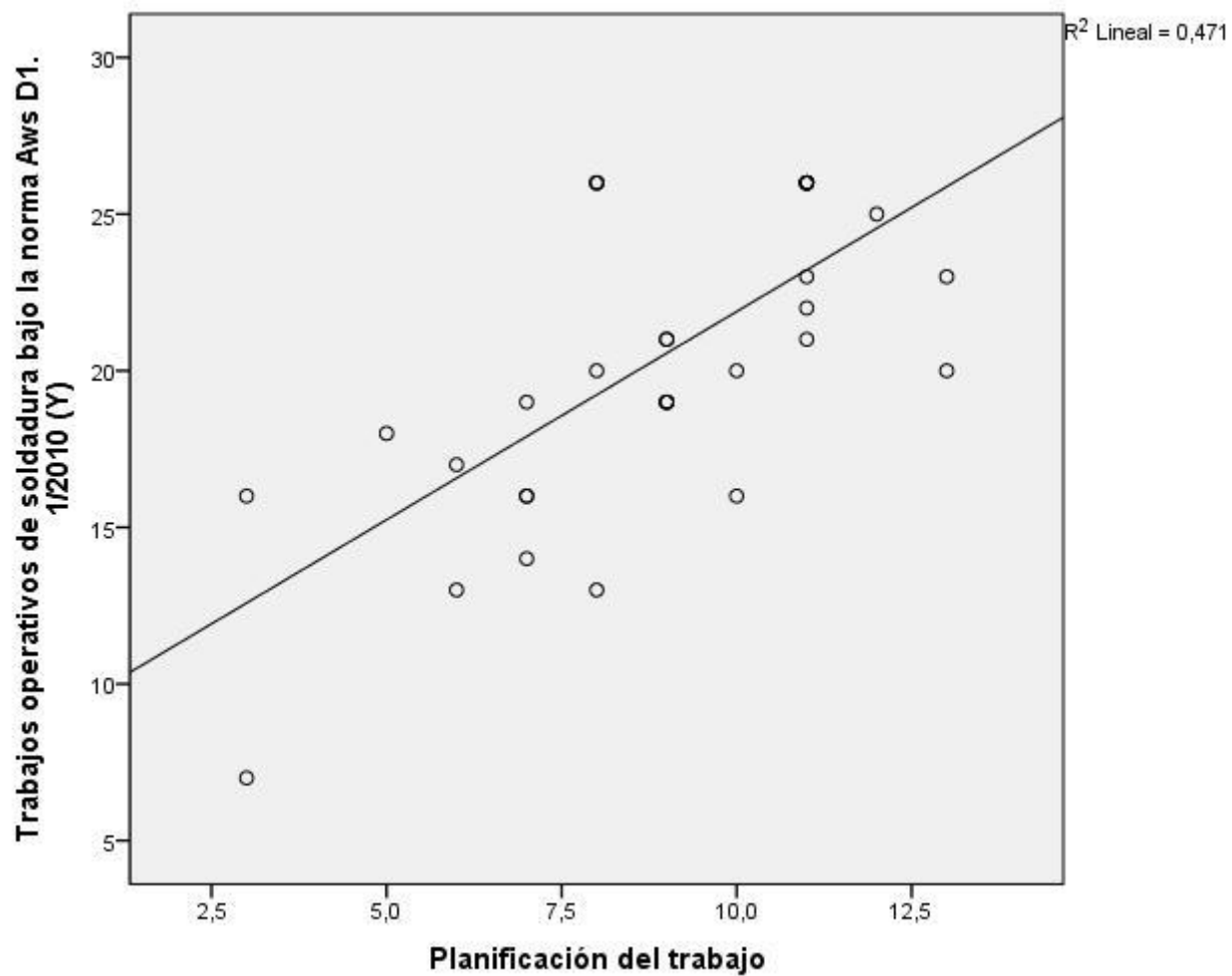
**Tabla 38** *La planificación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS*

		<b>Correlaciones</b>		
			Planificación del trabajo	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)
Rho de Spearman	Planificación del trabajo	Coeficiente de correlación	1,000	,670**
		Sig. (bilateral)	.	,000
	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	N	35	35
		Coeficiente de correlación	,670**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	35	35

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La tabla 40 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r = 0,670$ , con una  $p < 0,05$  con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se refuta la hipótesis nula. Por lo tanto, se evidencia que existe influencia de la planificación del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud buena.





**Figura 18.** *La planificación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS*  
 Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

### Hipótesis específica 3

**H3:** La programación del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

**H0:** La programación del trabajo no influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

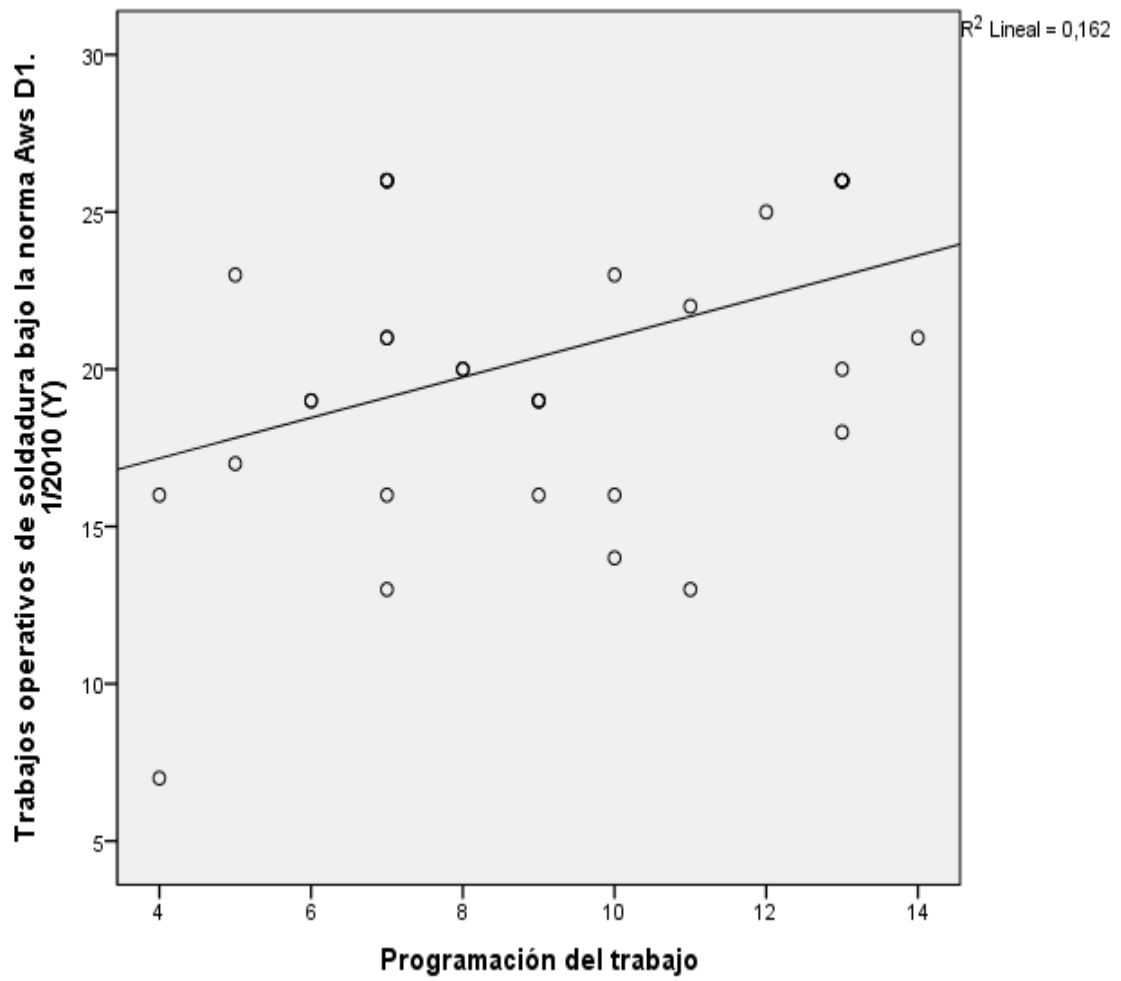
**Tabla 39** La programación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS

		<b>Correlaciones</b>		
			Progr amaci ón del trabaj o	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)
Rho de Spearman	Programación del trabajo	Coeficiente de correlación	1,000	,344*
		Sig. (bilateral)	.	,043
		N	35	35
	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	Coeficiente de correlación	,344*	1,000
		Sig. (bilateral)	,043	.
		N	35	35

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**Fuente:** Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

La tabla 41 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r = 0,344$ , con una  $p < 0,05$  con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se refuta la hipótesis nula. Por lo tanto, se evidencia que existe influencia de la programación del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud baja.



**Figura 19.** La programación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS.

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

#### Hipótesis específica 4

**H3:** La ejecución del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

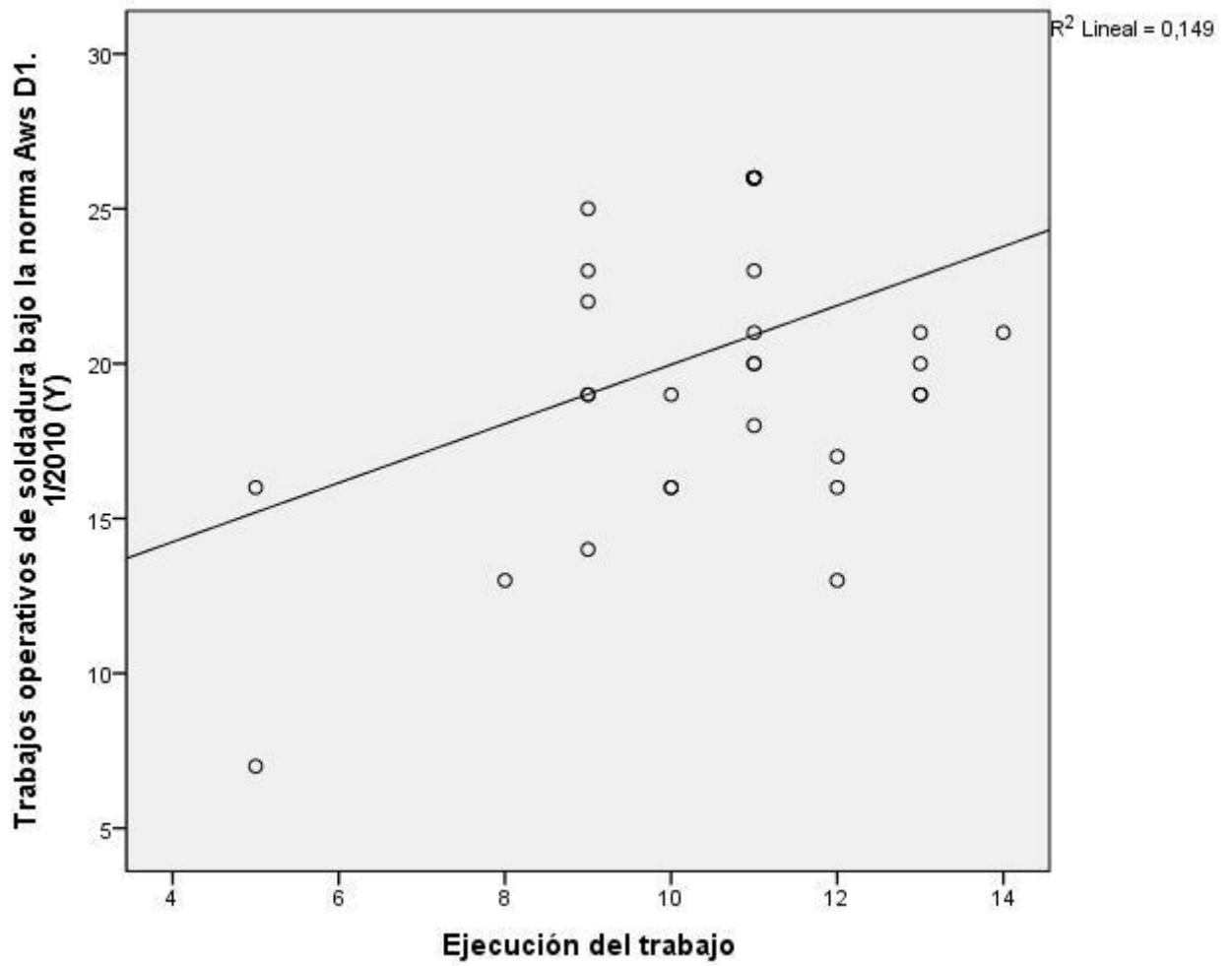
**H0:** La ejecución del trabajo no influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

**Tabla 40** *La ejecución del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS*

		<b>Correlaciones</b>		
		Ejecución del trabajo	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	
Rho de Spearman	Ejecución del trabajo	Coeficiente de correlación	1,000	
		Sig. (bilateral)	,419	
	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	N	.	35
		Coeficiente de correlación	35	,206
		Sig. (bilateral)	,419	1,000
		N	,206	.
		35	35	

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

La tabla 42 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r = 0,419$ , con una  $p < 0,05$  con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se refuta la hipótesis nula. Por lo tanto, se evidencia que existe influencia de la ejecución del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud moderada.



**Figura 20.** *La ejecución del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS*

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

### Hipótesis específica 5

**H5:** El control del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

**H0:** El control del trabajo no influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

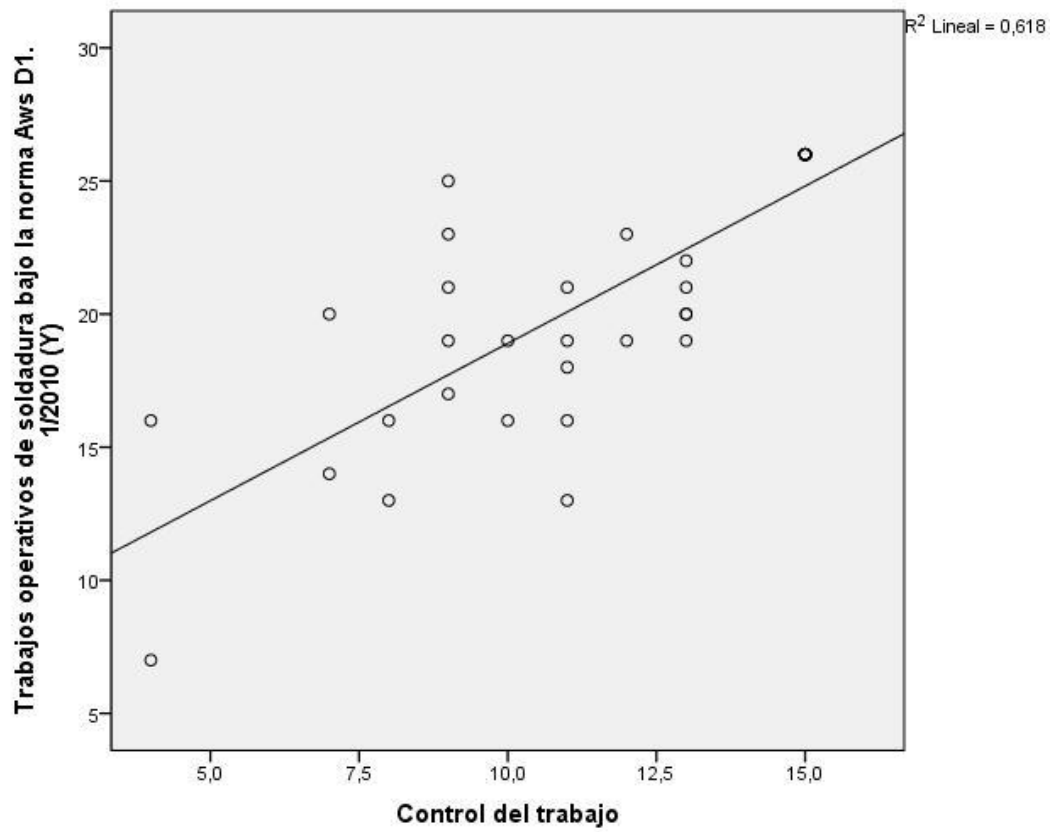
**Tabla 41** *El control del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS*

		<i>Correlaciones</i>		
			Control del trabajo	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)
Rho de Spearman	Control del trabajo	Coeficiente de correlación	1,000	,793**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	35	35
	Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)	Coeficiente de correlación	,793**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	35	35

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

La tabla 43 se obtuvo un coeficiente de correlación de  $r = 0,793$ , con una  $p < 0,05$  con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se refuta la hipótesis nula. Por lo tanto, se evidencia que existe influencia del control del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud buena.



**Figura 21.** El control del trabajo y los trabajos operativos de soldadura bajo la norma AWS.

Fuente: Cuestionario aplicado a soldadores en el taller de mantenimiento de soldadura de Antamina.

## IV DISCUSIÓN

Los resultados estadísticos demuestran que el diseño de un sistema de calidad de gestión y los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.837, representando una **Muy buena** asociación. Entre las variables estudiadas, luego analizamos estadísticamente por dimensiones las variables el cual la primera dimensión, la inspección visual influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.572, representando una **buena** asociación.

En la segunda dimensión se pudo demostrar que existe una relación entre la planificación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura, porque la correlación de Spearman devuelve un valor de 0.725, representando una **buena** asociación. Esto nos sirve para conocer la planificación del trabajo que influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

En la tercera dimensión se pudo demostrar que existe una relación entre la programación del trabajo y los trabajos operativos de soldadura, porque la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.344, representando una **regular** asociación. Esto nos sirve para conocer que la programación del trabajo no hay una buena relación o influencia en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

En la cuarta dimensión se pudo demostrar que existe una relación la ejecución del trabajo y los trabajos operativos de soldadura, porque la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.419, representando una **regular** asociación. Esto nos sirve para conocer que la ejecución del trabajo influye regularmente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.



En la quinta dimensión se pudo demostrar que existe una relación entre el control del trabajo y los trabajos operativos de soldadura, porque la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.793, representando una **buena** asociación. Esto nos sirve para conocer que el control del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.

En este punto, concordamos con Contreras (2018), la tesis titulada “Gestión de la calidad con enfoque al cliente y su relación con la competitividad en micro empresas farmacéuticas del mercado de lima caso: Galería capón center 2013”, respaldada por la Universidad Privada Norbert Wiener, con el objetivo fue determinar la relación entre las variables, gestión de la calidad con enfoque al cliente y la competitividad en las Microempresas Farmacéuticas del tercer piso de la Galería Capón Center. Se trata de una investigación básica de nivel descriptivo con un diseño no experimental de método científico, la muestra estaba compuesto por la población: cada una de las 70 fundaciones farmacéuticas, llamadas farmacias o comercios en el tercer piso de la exposición del Centro Capón ubicada en Jr. Paruro con Miro quesada No. 946, mercado de Lima.

## V CONCLUSIONES

1. **Primera:** Existe influencia del diseño de un sistema de calidad de gestión sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud muy buena.
2. **Segunda:** Existe influencia de la inspección visual sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud moderada.
3. **Tercera:** Existe influencia de la planificación del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud buena.
4. **Cuarta:** Existe influencia de la programación del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud baja.
5. **Quinta:** Existe influencia de la ejecución del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud moderada.
6. **Sexta:** Existe influencia del control del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud buena.

## VI RECOMENDACIONES

- 1. Primera:** se recomienda mejorar el diseño de un sistema de calidad de gestión sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud muy buena.
- 2. Segunda:** se recomienda practicar la inspección visual sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud moderada.
- 3. Tercera:** se recomienda la planificación del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud buena.
- 4. Cuarta:** se recomienda establecer la programación del trabajo sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud baja.
- 5. Quinta:** se recomienda valorar la ejecución de los trabajos sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud moderada.
- 6. Sexta:** se recomienda la elaboración de una guía de control de calidad de soldaduras sobre los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019, de magnitud buena.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, J., & Vergara, C. (1 de 12 de 2015). *Repositorio Universidad Libre*. Recuperado el 01 de 03 de 2018, de <http://repository.unilibre.edu.co/>
- Antamina. (12 de 12 de 2017). *Reporte de Sostenibilidad Antamina*. Obtenido de <http://www.antamina.com/wp-content/uploads/2017/12/reporte-de-sostenibilidad-2016.pdf>
- AWS. (01 de 05 de 2015). *Codigo de Soldadura Estructural de Acero*. Recuperado el 06 de 03 de 2018, de [https://pubs.aws.org/Download\\_PDFS/D1.1-2015-SPA-PV.pdf](https://pubs.aws.org/Download_PDFS/D1.1-2015-SPA-PV.pdf)
- Caisaguano, D. (01 de 05 de 2013). *Repositorio Escuela Superior Politécnica*. Recuperado el 06 de 03 de 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3520/1/15T00563.pdf>
- FEANDALUCIA. (06 de 03 de 2011). *Temas para la Educación*. Recuperado el 06 de 03 de 2018, de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8259.pdf>
- Fosca, C. (2007). *Introducción a la Metalurgia de la Soldadura*. Lima: PUCP.
- Hernandez, G. (2014). *Manual del Soldador*. Lima: COBOPRINT - PUCP.
- INTERTEK (2017). *Ensayos No Destructivos (END)*. Intertek. Servicios Industriales. Recuperado el 09 de 03 de 2018, de: [http://www.intertek.es/uploadedFiles/Blocks/Images/IAO/ES/end-services\\_lowres.pdf](http://www.intertek.es/uploadedFiles/Blocks/Images/IAO/ES/end-services_lowres.pdf)
- Levi, M. (2011). *Guía del Inspector de Soldadura*. Soldadura Latinoamérica. Recuperado el 09/03/2018, de: <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica->

general/CURSO%20DE%20TUBERIAS%20INDUSTRIALES/Guia%20del%20inspector%20de%20Soldadura.pdf

Lleana, M. (2014). *Implantación de un sistema de costos de calidad como herramienta de control y mejora del sistema de gestión de calidad de un laboratorio de análisis clínicos*. Universidad Nacional del Litoral 2014.

Mafla, A., & Valencia, F. (01 de 06 de 2013). *Biblioteca e Información Científica*. Recuperado el 06 de 03 de 2018, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3973>

MEM. (02 de 10 de 2017). *El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/peru/mem-cartera-inversion-minera-peru-us-51-mil-millones-noticia-462599>

PUCP. (2007). *Fundamentos de la Inspección de Uniones Soldadas*. Lima: Ingeniería Mecánica, PUCP.

PUCP. (2008). *Diplomatura de Estudio de Supervisor de Soldadura*. Lima: Ingeniería Mecánica, PUCP.

Romero, S., & Guillezeau, P. (01 de 06 de 2004). *Saber*. Recuperado el 06 de 03 de 2018, de [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17582/2/articulo\\_1.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/17582/2/articulo_1.pdf)

(Sánchez & Rincón, 2017) *Análisis de Soldabilidad del Acero Estructural ASTM A572 Grado 50 con el Proceso De soldeo al Arco Eléctrico con Electrodo Tubular Auto protegido (FCAW-S) y Compararla con el Proceso de Soldadura al Arco con Electrodo Metálico Revestido (SMAW)*. Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá.

TUEV (2017) *Inspección de Soldadura*. Tuv Nord Ser vice GmbH. Recuperado el 09 de 03 de 2018, de <https://www.tuv-nord.com/ar/es/servicios-industriales/inspeccion-de-soldadura/>

**ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

Problemas General	Objetivos General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicador V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿En qué medida el diseño de un sistema de calidad de gestión influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019?	Determinar el diseño de un sistema de calidad de gestión y su influencia en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash - 2019	El diseño de un sistema de calidad de gestión influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash - 2019	Sistema de calidad de gestión	X	Trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010	
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>				
1).- ¿En qué medida la inspección visual influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento?	1). Determinar en qué medida la inspección visual influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento.	1).- La inspección visual influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento	Sistema de Tiempo de Fallas (10 meses)	X1	Trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010	Y1
2).- ¿En qué medida la planificación del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller?	2) Determinar en qué medida la planificación del trabajo influye en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.	2).- La planificación del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller	Propuesta de un sistema de Tiempo de Fallas (10 meses)	X2	Trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010	Y2

<p><b>3).- ¿En qué medida la programación del trabajo influirá en los trabajos operativos de la soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller?</b></p>	<p><b>3).</b> Determinar en qué medida la programación del trabajo su influye en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.</p>	<p><b>3).-</b>La programación del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller</p>	<p>Propuesta de un sistema de Tiempo de Fallas (10 meses) X3</p>	<p>SI / No</p>	<p>Trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010</p>	<p>Y3</p>
<p><b>4).- ¿En qué medida la ejecución del trabajo influirá en los trabajos operativos de la soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller?</b></p>	<p><b>4).-</b> Determinar en qué medida la ejecución del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller.</p>	<p><b>4).-</b> La ejecución del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller</p>	<p>Propuesta de un sistema de Tiempo de Fallas (10 meses) Y</p>		<p>Trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010</p>	
<p><b>5).- ¿En qué medida el control del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller?</b></p>	<p><b>5).-</b> Determinar en qué medida el control del trabajo influirá en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller?</p>	<p><b>5).-</b> El control del trabajo influye positivamente en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller</p>	<p>Propuesta de un sistema de Tiempo de Fallas (10 meses) Y</p>		<p>Trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010</p>	



## Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Estimado** ingeniero de soldadura esperamos tu colaboración respondiendo con responsabilidad y honestidad, el presente cuestionario. Se agradece no dejar ninguna pregunta sin contestar.

**El objetivo es** recolectar información para determinar la propuesta de un sistema de calidad de gestión y su influencia en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019.

**Instrucciones:** lea cuidadosamente las preguntas y marque con un aspa (X) la alternativa que crea conveniente.

NUNCA	CASI NUNCA	AVECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE
1	2	3	4	5

SISTEMA DE CALIDAD DE TRABAJO OPERATIVO (X)						
N°	X1.- Inspección visual	S	C.S	A	C.N	N
1	X1.1.- Inspección directa					
2	X1.2.- Inspección Remota					
3	X1.3.- Inspección Traslúcida					
	<b>X2.- Planificación de trabajo</b>					
4	X2.1.- Puntualidad					
5	X2.2.- Clasificar tareas					
6	X2.3.- Establecer prioridades					
7	X2.4.- Plan diario de trabajos					
	<b>X.3.- Programación de trabajo</b>					
8	X3.1.- Evaluación de trabajo					
9	X3.2.- Gestión de trabajos atrasados					
10	X3.3.- Mejora continua					
	<b>X.3.- Ejecución de trabajo</b>					
11	X3.1.- Realizar pruebas y análisis					
12	X3.2.- Detectar errores y fallas					
13	X3.3.- Charlar y errores					
	<b>X.3.- Control de trabajo</b>					
13	X3.1.- Control de calidad.					
14	X3.2.- Control de costo.					
15	X3.3.- Control de tiempo					



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Estimado** ingeniero de soldadura esperamos tu colaboración respondiendo con responsabilidad y honestidad, el presente cuestionario. Se agradece no dejar ninguna pregunta sin contestar.

**El objetivo es** recolectar información para determinar la propuesta de un sistema de calidad de gestión y su influencia en los trabajos operativos de soldadura bajo la Norma AWS D1.1/2010, en el taller de mantenimiento minero Antamina Ancash – 2019.

**Instrucciones:** lea cuidadosamente las preguntas y marque con un aspa (X) la alternativa que crea conveniente.

**Escala valorativa**

NUNCA	CASI NUNCA	AVECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE
1	2	3	4	5

TRABAJOS OPERATIVOS DE SOLDADURA (Y)						
	Y.1.- Preparación de fisuras con soldadura	S	C.S	A	C.N	N
11	Y1.1.- Fisura longitudinal.					
12	Y1.2.- Fisura transversal.					
13	Y1.3.-Fisura radial.					
	<b>Y.2.- Ensayos no destructivos de trabajos realizados</b>					
14	Y2.1.- Líquidos penetrantes					
15	Y2.2.- Pruebas ultrasónicas					
16	Y2.3.- Partículas magnéticas					
17	Y2.4.- Radiografía industrial					
18	Y2.4.- Termografía					

Anexo 3: Base de datos

Anexo 3 Base  
Tabla de datos

N	Sistema de calidad de trabajo																							Trabajos operativos de soldadura bajo la norma Aws D1.1/2010 (Y)															
	Inspección visual					Planificación del trabajo					Programación del trabajo					Ejecución del trabajo					Control del trabajo					ST1	V1	Aprendizaje independiente					Comunicación bidireccional					ST2	V2
	1	2	3	S1	D1	4	5	6	S2	D2	7	8	9	S3	D3	10	11	12	S4	D4	13	14	15	S5	D5			16	17	18	S4	D4	19	20	21	S5	D5		
1	5	5	2	12	Buena	3	3	2	8	Regular	2	5	1	8	Regular	5	3	3	11	Buena	3	2	2	7	Regular	46	Regular	5	5	2	12	Buena	3	3	2	8	Regular	20	Regular
2	2	1	4	7	Regular	3	5	1	9	Regular	2	3	4	9	Regular	2	4	3	9	Regular	4	2	3	9	Regular	43	Regular	2	4	4	10	Regular	3	5	1	9	Regular	19	Regular
3	1	1	2	4	Mala	1	1	1	3	Mala	2	1	1	4	Mala	3	1	1	5	Mala	2	1	1	4	Mala	20	Mala	1	4	2	7	Regular	1	4	4	9	Regular	16	Regular
4	1	2	3	6	Regular	4	2	4	10	Regular	5	1	1	7	Regular	2	4	4	10	Regular	2	2	4	8	Regular	41	Regular	1	2	3	6	Regular	4	2	4	10	Regular	16	Regular
5	5	3	3	11	Buena	3	4	4	11	Buena	4	4	5	13	Buena	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	61	Buena	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
6	4	4	5	13	Buena	3	5	4	12	Buena	2	5	5	12	Buena	2	5	2	9	Regular	5	2	2	9	Regular	55	Buena	4	4	5	13	Buena	3	5	4	12	Buena	25	Buena
7	1	3	1	5	Mala	5	5	1	11	Buena	4	4	3	11	Buena	4	3	2	9	Regular	5	3	5	13	Buena	49	Regular	1	3	4	8	Regular	5	5	4	14	Buena	22	Buena
8	1	3	5	9	Regular	2	3	2	7	Regular	3	5	2	10	Regular	5	3	2	10	Regular	4	5	2	11	Buena	47	Regular	1	3	5	9	Regular	2	3	2	7	Regular	16	Regular
9	1	1	2	4	Mala	1	1	1	3	Mala	2	1	1	4	Mala	3	1	1	5	Mala	2	1	1	4	Mala	20	Mala	1	1	2	4	Mala	1	1	1	3	Mala	7	Mala
10	5	3	3	11	Buena	3	4	4	11	Buena	4	4	5	13	Buena	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	61	Buena	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
11	5	1	4	10	Regular	5	5	1	11	Buena	3	1	3	7	Regular	5	3	3	11	Buena	5	5	3	13	Buena	52	Regular	5	1	4	10	Regular	5	5	1	11	Buena	21	Regular
12	3	3	4	10	Regular	5	2	2	9	Regular	3	2	1	6	Regular	3	5	5	13	Buena	3	4	5	12	Buena	50	Regular	3	3	4	10	Regular	5	2	2	9	Regular	19	Regular
13	5	3	3	11	Buena	3	1	4	8	Regular	1	1	5	7	Regular	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	52	Regular	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
14	4	4	5	13	Buena	3	1	1	5	Mala	5	3	5	13	Buena	3	4	4	11	Buena	5	2	4	11	Buena	53	Regular	4	4	5	13	Buena	3	1	1	5	Mala	18	Regular
15	5	3	3	11	Buena	3	1	4	8	Regular	1	1	5	7	Regular	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	52	Regular	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
16	1	2	2	5	Mala	3	2	3	8	Regular	2	1	4	7	Regular	3	5	4	12	Buena	5	3	3	11	Buena	43	Regular	1	2	2	5	Mala	3	2	3	8	Regular	13	Regular
17	5	1	5	11	Buena	3	1	2	6	Regular	1	1	3	5	Mala	4	4	4	12	Buena	2	2	5	9	Regular	43	Regular	5	1	5	11	Buena	3	1	2	6	Regular	17	Regular
18	5	5	2	12	Buena	1	3	5	9	Regular	3	1	3	7	Regular	4	5	4	13	Buena	3	3	5	11	Buena	52	Regular	5	5	2	12	Buena	1	3	5	9	Regular	21	Regular
19	5	3	3	11	Buena	3	1	4	8	Regular	1	1	5	7	Regular	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	52	Regular	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
20	3	4	3	10	Regular	5	1	4	10	Regular	2	3	3	8	Regular	4	3	4	11	Buena	5	3	5	13	Buena	52	Regular	3	4	3	10	Regular	5	1	4	10	Regular	20	Regular
21	4	5	1	10	Regular	5	5	3	13	Buena	3	5	2	10	Regular	4	4	3	11	Buena	3	2	4	9	Regular	53	Regular	4	5	1	10	Regular	5	5	3	13	Buena	23	Buena
22	5	3	3	11	Buena	3	4	4	11	Buena	1	1	5	7	Regular	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	55	Buena	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
23	4	3	5	12	Buena	3	3	1	7	Regular	1	4	4	9	Regular	2	5	2	9	Regular	5	4	4	13	Buena	50	Regular	4	3	5	12	Buena	3	3	1	7	Regular	19	Regular
24	3	3	1	7	Regular	4	4	5	13	Buena	5	3	5	13	Buena	5	3	5	13	Buena	5	4	4	13	Buena	59	Buena	3	3	1	7	Regular	4	4	5	13	Buena	20	Regular
25	3	4	5	12	Buena	5	1	3	9	Regular	5	4	5	14	Buena	5	5	4	14	Buena	5	2	2	9	Regular	58	Buena	3	4	5	12	Buena	5	1	3	9	Regular	21	Regular
26	3	5	2	10	Regular	2	4	3	9	Regular	2	3	4	9	Regular	4	4	2	10	Regular	5	4	2	11	Buena	49	Regular	3	5	2	10	Regular	2	4	3	9	Regular	19	Regular
27	5	3	3	11	Buena	3	4	4	11	Buena	4	4	5	13	Buena	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	61	Buena	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
28	3	3	1	7	Regular	1	3	3	7	Regular	5	1	4	10	Regular	4	2	3	9	Regular	3	2	2	7	Regular	40	Regular	3	3	1	7	Regular	1	3	3	7	Regular	14	Regular
29	4	3	2	9	Regular	3	2	2	7	Regular	3	5	1	9	Regular	5	5	2	12	Buena	2	5	3	10	Regular	47	Regular	4	3	2	9	Regular	3	2	2	7	Regular	16	Regular
30	5	3	3	11	Buena	3	4	4	11	Buena	4	4	5	13	Buena	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	61	Buena	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
31	5	5	2	12	Buena	3	5	3	11	Buena	3	1	1	5	Mala	2	4	3	9	Regular	3	5	4	12	Buena	49	Regular	5	5	2	12	Buena	3	5	3	11	Buena	23	Buena
32	5	3	3	11	Buena	3	4	4	11	Buena	4	4	5	13	Buena	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	61	Buena	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena
33	5	4	1	10	Regular	5	3	1	9	Regular	2	3	1	6	Regular	5	3	5	13	Buena	2	4	4	10	Regular	48	Regular	5	4	1	10	Regular	5	3	1	9	Regular	19	Regular
34	3	1	3	7	Regular	1	4	1	6	Regular	3	3	5	11	Buena	3	2	3	8	Regular	3	3	2	8	Regular	40	Regular	3	1	3	7	Regular	1	4	1	6	Regular	13	Regular
35	5	3	3	11	Buena	3	4	4	11	Buena	4	4	5	13	Buena	2	4	5	11	Buena	5	5	5	15	Buena	61	Buena	5	3	5	13	Buena	3	5	5	13	Buena	26	Buena

**Anexo 4: Evidencia de similitud Digital**

# DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALIDAD DE GESTION Y TRABAJOS OPERATIVOS DE SOLDADURA BAJO LA NORMA AWS D1.1/2010, EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO MINERO ANTAMINA ANCASH - 2019

*por Jaime Oswaldo Mayta Conza*

---

**Fecha de entrega:** 24-ago-2020 05:19a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1373366768

**Nombre del archivo:** 15\_Tesis\_MAYTA\_CONZA\_JAIME\_OSWALDO.docx (3.15M)

**Total de palabras:** 15095

**Total de caracteres:** 82057

## DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALIDAD DE GESTION Y TRABAJOS OPERATIVOS DE SOLDADURA BAJO LA NORMA AWS D1.1/2010, EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO MINERO ANTAMINA ANCASH - 2019

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**18%**

INDICE DE SIMILITUD

**16%**

FUENTES DE INTERNET

**0%**

PUBLICACIONES

**12%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion</b> Trabajo del estudiante	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repository.unilibre.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uwiener.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

8	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	1%
9	<b>Submitted to Universidad Peruana de Ciencias e Informatica</b> Trabajo del estudiante	1%
10	<b>tesis.pucp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1%
11	<b>prezi.com</b> Fuente de Internet	<1%
12	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<1%
13	<b>repositorio.utp.edu.co</b> Fuente de Internet	<1%
14	<b>sparkweld.wordpress.com</b> Fuente de Internet	<1%
15	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<1%
16	<b>dspace.esPOCH.edu.ec</b> Fuente de Internet	<1%
17	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1%
18	<b>repositorio.une.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1%

19	<a href="http://www.quimika.com">www.quimika.com</a> Fuente de Internet	<1%
20	<a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
21	Submitted to Universidad Estatal a Distancia Trabajo del estudiante	<1%
22	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
23	<a href="http://artesindustriales9.blogspot.com">artesindustriales9.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1%
24	<a href="http://www.matanga.com.uy">www.matanga.com.uy</a> Fuente de Internet	<1%
25	Submitted to Universidad Peruana de Las Americas Trabajo del estudiante	<1%
26	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León Trabajo del estudiante	<1%
27	Submitted to BB Basic Trabajo del estudiante	<1%
28	<a href="http://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Fuente de Internet	<1%
29	<a href="http://www.salta.gov.ar">www.salta.gov.ar</a> Fuente de Internet	<1%

30	<b>pt.scribd.com</b> Fuente de Internet	<1 %
31	<b>es.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<1 %
32	<b>Submitted to Universidad de Lima</b> Trabajo del estudiante	<1 %
33	<b>Submitted to Colegio Sebastián de Benalcázar</b> Trabajo del estudiante	<1 %
34	<b>www.buenastareas.com</b> Fuente de Internet	<1 %
35	<b>Submitted to Universidad Adolfo Ibáñez</b> Trabajo del estudiante	<1 %
36	<b>repositorio.usmp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
37	<b>repositorio.espe.edu.ec</b> Fuente de Internet	<1 %
38	<b>Submitted to Universidad Peruana Cayetano Heredia</b> Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

&lt; 15 words

Excluir bibliografía

Activo



## Anexo 5: Autorización para la publicación en repositorio



### FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPCI

#### 1.- DATOS DEL AUTOR

Apellidos y Nombres: Jaime Oswaldo Mayta Conza

DNI: 09630834 Correo electrónico: jaimemayta@hotmail.com

Domicilio: Av. Integración Mz.G8 Lote 1 Urb. El Taro. Distrito Puente Piedra. Lima.

Teléfono fijo: 01-5119197 Teléfono celular: 937723353

#### 2.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO Ó TESIS

Facultad/Escuela: CIENCIAS E INGENIERIA / INGENIERIA INDUSTRIAL

Tipo: Trabajo de Investigación Bachiller ( ) Tesis (X)

Título del Trabajo de Investigación / Tesis:

Diseño de un Sistema de Calidad de Gestión y Trabajos Operativos de Soldadura

Bajo la norma AWS D1.1/2010. en el taller de mantenimiento Antamina Ancash-2019

#### 3.- OBTENER:

Bachiller ( ) Título (X) Mg. ( ) Dr. ( ) PhD. ( )

#### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

Por la presente declaro que el documento indicado en el ítem 2 es de mi autoría y exclusiva titularidad, ante tal razón autorizo a la Universidad Peruana Ciencias e Informática para publicar la versión electrónica en su Repositorio Institucional (<http://repositorio.upci.edu.pe>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art23 y Art.33.

Autorizo la publicación de mi tesis (marque con una

X): (X) Sí, autorizo el depósito y publicación total.

( ) No, autorizo el depósito ni su publicación.

Como constancia firmo el presente documento en la ciudad de Lima, a los 03 días del mes de marzo de 2021

  
Firma



## Anexo 6: Tipos y procesos más usados en soldadura de soldadura

<b>Proceso</b>	<b>AWS</b>	<b>EN</b>
Soldeo metálico por arco con electrodo revestido (soldeo manual)	<b>SMAW</b>	<b>111</b>
Soldeo por arco con alambre tubular (sin protección gaseosa)	<b>FCAW</b>	<b>114</b>
Soldeo por arco sumergido	<b>SAW</b>	<b>121</b>
Soldeo por arco con gas inerte; soldeo MIG	<b>GMAW</b>	<b>131</b>
Soldeo por arco con gas activo; soldeo MAG	<b>GMAW</b>	<b>135</b>
Soldeo por arco con alambre tubular (con protección de gas activo)	<b>FCAW</b>	<b>136</b>
Soldeo por arco con alambre tubular (con protección de gas inerte)	<b>FCAW</b>	<b>137</b>
Soldeo por arco con electrodo de wolframio; soldeo TIG	<b>GTAW</b>	<b>141</b>
Soldeo MIG por arco llama	<b>PAW</b>	<b>151</b>
Soldeo por puntos; soldeo por resistencia por puntos	<b>RSW</b>	<b>21</b>
Soldeo por costura; soldeo de costuras por resistencia	<b>RSEW</b>	<b>22</b>
Soldeo oxiacetilénico	<b>OAW</b>	<b>311</b>
Soldeo fuerte por llama; soldeo fuerte con soplete	<b>TB</b>	<b>912</b>
Soldeo blando por llama; soldeo blando con soplete	<b>TS</b>	<b>642</b>

### Tipos de soldadura

**Heterogéneas.** - Blanda y Fuerte (límite de temperatura entre blanda y fuerte 450°C)

**Homogéneas.** - Eléctrica (electrodo revestido, arco sumergido y gas), laser y oxiacetilénica