

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE:**

**INGENIERO DE EJECUCIÓN EN ELECTROMECAÁNICA**

**DISEÑO DE RESTRUCTURACIÓN DEL TALLER DE  
SOLDADURA PARA LA EMPRESA ECUAMATRIZ CIA. LTDA.  
SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS DE LA NORMA ISO  
9001:2000.**

**MONTESDEOCA IPIALES JUAN CARLOS**

**ZAMBRANO RENGEL DIEGO ARTURO**

**LATACUNGA- ECUADOR**

**2007**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Juan Carlos Montesdeoca Ipiales y Diego Arturo Zambrano Rengel, bajo nuestra supervisión.

Latacunga, 15 de enero de 2007

.....

.....

Ing. Fausto Acuña.

**DIRECTOR DEL PROYECTO**  
**PROYECTO**

Ing. Oswaldo Mariño

**CODIRECTOR DEL**

## **DEDICATORIA**

A Dios por su gracia, misericordia y fidelidad, mostrada cada día de mi vida.

A mis padres Carlos y Gladys, por su apoyo incondicional.

A mi familia que han sido pilares fundamentales para el crecimiento y fortalecimiento de mi vida.

A mi novia por su gesto de amor, comprensión y respaldo.

A la memoria de mi abuelita Julia quien fue pionera en la enseñanza sobre la humildad y sencillez.

**Juan Carlos Montesdeoca.**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida y ser mi fuente de inspiración.

Al Divino Niño Jesús mi guía y protector.

A mis padres Arturo y Silvia, ejemplos de amor, honradez y perseverancia.

A mis hermanas por ser parte de mi vida y confiar en mí.

A toda mi familia.

A quienes fueron parte de mi vida y ahora no están.

**Diego Zambrano**

## **AGRADECIMIENTO**

A la prestigiosa Escuela Politécnica del Ejército, quien me abrió sus puertas para poder instruirme.

A mis tutores ingenieros, Fausto Acuña y Oswaldo Mariño, por su guía.

A Diego Zambrano, un compañero leal y sobre todo mi buen amigo.

Al Ing. Misael Pazmiño, quien supo mostrar su paciencia y bondad en los momentos más difíciles de mi vida como estudiante.

Al Ing. Alfonso Camacho, por permitirnos realizar este proyecto en su prestigiosa empresa

Al Ing. Washington Freire, distinguido maestro universitario.

A mis amigos y compañeros de trabajo, quienes supieron motivarme en aquellos momentos de desanimo.

Y a todos aquellos que de una u otra forma me supieron alentar para ver hecho realidad este gran esfuerzo.

**Juan Carlos Montesdeoca.**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres Sylvia y Arturo por haberme motivado para continuar adelante y llegar con éxito a la culminación de este trabajo de investigación.

A mis hermanas Vanessa y Karina por confiar en mi.

A mi tía Elvia por ser una parte importante en mi superación personal.

A mi abuelita Rosa por sus sabias enseñanzas sobre humildad y como ser mejor persona.

A mi abuelito Alberto por estar pendientes de mi.

Al Ing. Fausto Acuña por su valiosa y precisa dirección y permanentes enseñanzas.

Al Ing. Washington Freire, le agradezco por ser mi amigo y maestro. Por siempre apoyar mis proyectos.

Al Ing. Alfonso Camacho y a los Directivos de la empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA. por todas las facilidades prestadas para el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Oswaldo Mariño por su desinteresada ayuda.

A Juan Carlos Montesdeoca, mi compañero de tesis por su amistad y comprensión en la culminación de nuestros estudios.

A todos mis profesores por todas las enseñanzas recibidas a lo largo de mi vida estudiantil.

A mis mejores amigos por siempre estar junto a mi y ser incondicionales.

A los compañeros de trabajo por compartir sus conocimientos y sabios consejos.

Gracias sinceras para todas las personas que de una u otra manera colaboraron con este trabajo y me apoyaron durante mi vida universitaria.

**Diego Zambrano.**

# ÍNDICE GENERAL

## CAPITULO I

### GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	1
1.2 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
1.3 OBJETO SOCIAL.....	3
1.4 BASE LEGAL.....	4
1.5 MISIÓN Y VISIÓN.....	5
1.5.1 Misión.....	5
1.5.2 Visión.....	5
1.6 OBJETIVOS.....	5
1.7 RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y ECONÓMICOS.....	6
1.7.1 Recursos humanos.....	6
1.7.2 Recursos materiales.....	6
1.7.3 Recursos económicos.....	7
<b>1.8</b>	
<b>POLÍTICAS.....</b>	<b>7</b>
1.8.1 Política de calidad.....	7
<b>1.8.2 Política de control de pérdidas.....</b>	<b>8</b>
1.8.3 Política de seguridad y salud ocupacional.....	8
1.9 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA EMPRESA ECUAMATRIZ.....	9
1.10 PRODUCTOS QUE COMERCIALIZA.....	10
1.10.1 Línea de fabricación para la industria eléctrica.....	10
1.10.2 Línea de fabricación de herramientas para la construcción.....	10
1.10.3 Servicios de troquelado.....	10
1.11 TRABAJOS DE SOLDADURA.....	12
1.11.1 Áreas de reparación y mantenimiento.....	12
1.12 MÁQUINAS DE SOLDADURA.....	15
1.13 PERSONAL DE SOLDADURA.....	18
<b>1.13.1 Listado, capacitación y experiencia del personal.....</b>	<b>18</b>
1.14 TRABAJOS DE SOLDADURA DENTRO DE LA ECUAMATRIZ.....	21

1.15 UBICACIÓN DE LOS PRINCIPALES LUGARES DONDE SE REALIZA TRABAJOS DE SOLDADURA.....	22
--	----

**CAPITULO II  
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD ISO 9001:2000.**

<b>2.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 LA ORGANIZACIÓN ISO 9000.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.1 ESTRUCTURA DE LA ISO.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3 NORMA ISO 9001:2000.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.1 OBJETIVO DE LA NORMA ISO 9001:2000.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.2 PRINCIPIOS QUE RIGE LA NORMA ISO 9001:2000.....</b>	<b>29</b>
2.3.2.1 Enfoque al cliente.....	30
2.3.2.2 Liderazgo.....	30
2.3.2.3 Participación del personal.....	30
2.3.2.4 Enfoque basado en procesos.....	30
2.3.2.5 Enfoque de sistema para la gestión.....	30
2.3.2.6 Mejora continua.....	30
2.3.2.7 Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.....	30
2.3.2.8 Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.....	30
<b>2.3.3 ANÁLISIS DE LA NORMA ISO 9001:2000.....</b>	<b>30</b>
2.3.3.1 Alcance.....	32
2.3.3.2 Términos y Definiciones.....	32
2.3.3.3 Requisitos del sistema de calidad.....	33
2.3.3.3.1 Control de la documentación.....	33
2.3.3.3.2 Manual de calidad.....	33
2.3.3.3.3 Procedimientos.....	33
2.3.3.3.4 Instrucciones de técnicas.....	34

2.3.3.3.5 Registros.....	34
<i>2.3.3.4 Compromiso de la dirección.....</i>	<i>34</i>
<i>2.3.3.5 Medición, Análisis y Mejora.....</i>	<i>37</i>
<i>2.3.3.6 ISO 9001:2000 aplicado a procesos de apoyo.....</i>	<i>38</i>

**CAPITULO III  
REGLAS PARA CREAR LA DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD  
ISO 9001:2000**

<b>3.1 Diseño y Documentación del Sistema.....</b>	<b>40</b>
3.1.1 Notificación de la información.....	40
3.1.2 Compartir conocimientos.....	41
3.1.3 Evidencia de la conformidad.....	41
<b>3.2 Pirámide de la Documentación.....</b>	<b>42</b>
<b>3.3 Manual de Calidad.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Manual de Procedimientos.....</b>	<b>44</b>
<b>3.5 INSTRUCTIVOS O Instrucciones de Trabajo.....</b>	<b>47</b>
<b>3.6 Registros.....</b>	<b>47</b>
3.6.1 Método de Evaluación de Capacitación al Personal.....	49
3.6.2 Método de Evaluación de Satisfacción al Cliente.....	49
3.6.3 Método de Evaluación del Mejoramiento Continuo.....	49
<b>3.7 IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD.....</b>	<b>50</b>
3.7.1 Presentación de la documentación.....	50
3.7.2 Capacitación al personal en uso de la documentación.....	51
3.7.3 Implantación y seguimiento.....	52
<b>3.8 AUDITORÍAS DEL SISTEMA DE CALIDAD.....</b>	<b>52</b>
<b>3.8.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>3.8.2 AUDITORÍA.....</b>	<b>53</b>
3.8.2.1 Razones para realizar la Auditoría.....	53
3.8.2.2 Alcance de una Auditoría de Calidad.....	53

3.8.2.3 Duración de la Auditoría.....	54
3.8.2.4 Objetivos de la Auditoría.....	54
3.8.2.5 Clases de Auditorías.....	55
3.8.2.5.1 Auditoría de Primera Parte.....	55
3.8.2.5.2 Auditoría de Segunda Parte.....	55
3.8.2.5.3 Auditoría de Tercera Parte.....	55
3.8.2.6 Tipos de Auditoría.....	55
3.9 AUDITORÍAS EXTERNAS.....	56

## CAPITULO IV

### DISEÑO DEL TALLER

4.1 FINALIDAD DEL TALLER.....	58
4.2 DISTRIBUCIÓN DEL TALLER.....	58
4.2.1 Procedimientos de soldadura.....	58
4.2.1.1 El factor de operador.....	59
4.2.1.2 El material de aporte.....	59
4.2.1.3 La velocidad de depósito.....	59
<b>4.2.2 NÚMERO Y TIPOS DE MÁQUINAS.....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.3 FACTORES DE SEGURIDAD.....</b>	<b>60</b>
<i>4.2.3.1 Riesgo de fuego.....</i>	<i>60</i>
<i>4.2.3.2 Protecciones.....</i>	<i>60</i>
4.2.3.3 Suelos.....	60
4.2.3.4 Reagrupación de combustibles.....	61
4.2.3.5 Tapa combustible.....	61
4.2.3.6 Cañerías.....	61
4.2.3.7 Recomendaciones y autorizaciones.....	61
4.2.3.7.1 Observador de fuego.....	62
4.2.3.7.2 Dirección.....	62

4.2.3.7.3	Autorización.....	63
4.2.3.7.4	Áreas prohibidas.....	63
4.2.3.7.5	Permiso de trabajo caliente.....	63
4.2.3.7.6	Número de extintores.....	64
4.2.4	Factores ergonómicos.....	64
4.2.4.1	<b>ERGONOMÍA.....</b>	<b>64</b>
<b>4.3</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO</b>	<b>DEL</b>
<b>TALLER.....</b>	<b>65</b>	
4.3.1	<b>PUESTOS DE SOLDADURA.....</b>	<b>66</b>
4.3.2	<b>ÁREA DEL TALLER DE SOLDADURA.....</b>	<b>68</b>
4.3.3	<b>BODEGA.....</b>	<b>69</b>
4.3.4	<b>SISTEMA DE VENTILACIÓN Y REPOSICIÓN DE AIRE.....</b>	<b>71</b>
4.3.4.1	<i>Ventilación para la soldadura general y corte.....</i>	<i>71</i>
4.3.4.1.1	<i>Oxígeno para ventilación.....</i>	<i>71</i>
4.3.4.1.2	<i>Tasa mínima.....</i>	<i>71</i>
4.3.4.1.3	<i>Campanas de extracción.....</i>	<i>71</i>
4.3.4.2	<i>Ventilación en espacios confinados.....</i>	<i>72</i>
4.3.4.2.1	<i>Reemplazo.....</i>	<i>72</i>
4.3.4.2.2	<i>Respiradores de líneas de aire.....</i>	<i>72</i>
4.3.4.3	<i>Ventilación Mecánica.....</i>	<i>72</i>
4.3.4.4	<i>Diseño de la Campana de Extracción.....</i>	<i>73</i>
4.3.4.4.1	<i>Flujo de gas extraído y velocidad en la cara de la campana.....</i>	<i>74</i>
4.3.4.4.2	<i>Presión estática en la Garganta.....</i>	<i>75</i>
4.3.4.4.3	<i>Diámetro del ducto de la campana.....</i>	<i>76</i>
4.3.4.5	<i>Sistemas de ductos.....</i>	<i>77</i>
4.3.4.6	<i>Sistema de Extracción.....</i>	<i>80</i>
4.3.4.6.1	<i>Sistema de Extracción Lado Derecho.....</i>	<i>80</i>
4.3.4.6.2	<i>Sistema de Extracción Lado Izquierdo.....</i>	<i>81</i>
4.4	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....</b>	<b>82</b>
4.4.1	<i>Circuito de iluminación.....</i>	<i>84</i>

4.4.1.1	Objetivos del	
Alumbrado	.....	84
4.4.2	Puntos claves para una buena iluminación industrial	85
4.4.3	Cálculo del alumbrado eléctrico	86
4.4.3.1	Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ )	86
4.4.3.2	Selección de la lámpara	87
4.4.3.3	Sistema de alumbrado	87
4.4.3.4	Cálculo de la altura de suspensión ( $h$ )	87
4.4.3.5	Calculo del índice del local ( $k$ )	88
4.4.3.6	Determinar los coeficientes de reflexión ( $\rho$ )	89
4.4.3.7	Factor de utilización ( $\eta$ )	90
4.4.3.8	Determinar el factor de mantenimiento ( $f_m$ )	90
4.4.3.9	Cálculo del flujo luminoso total necesario	91
4.4.3.10	Cálculo del número de luminarias	91
4.4.3.11	Emplazamiento de las luminarias	92
4.4.3.12		
Luminaria	.....	94
<b>4.5</b>	<b>CIRCUITO DE FUERZA</b>	<b>95</b>
4.5.1	Cálculo de la corriente de consumo	96
<b>4.6</b>	<b>CONEXIÓN A TIERRA</b>	<b>99</b>

## **CAPITULO V**

**DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE SOLDADURA Y DISEÑO DE LOS DOCUMENTOS SEGÚN ISO 9001:2000**

5.1	FORMATOS UTILIZADOS EN SOLDADURA.....	101
5.1.1	Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS).....	101
<b>5.1.2</b>	<b>REGISTRO DE PROCEDIMIENTO DE CALIFICACIÓN (PQR).....</b>	<b>103</b>
<b>5.1.3</b>	<b>CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPQ).....</b>	<b>104</b>
<b>5.2</b>	<b>identificación de la necesidad.....</b>	<b>104</b>
5.2.1	Estructuras metálicas.....	104
5.2.2	Tubería de conducción y vacío.....	105
5.3	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	105
5.3.1	Medición de Tiempo.....	106
5.3.2	Medición de Distancia.....	106
5.3.3	Medición de Amperaje.....	106
5.3.4	Medición de Voltaje.....	107
5.4	CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS.....	107
5.4.1	Calificación de Procedimientos según AWS D1.1:2004.....	107
	<i>5.4.1.1 Alcance de la norma.....</i>	<i>108</i>
	<i>5.4.1.2 Limitaciones de la norma.....</i>	<i>108</i>
	<i>5.4.1.3 Análisis de variables para soldadura según AWS D1.1:2004.....</i>	<i>108</i>
	<i>5.4.1.3.1 Proceso.....</i>	<i>108</i>
	<i>5.4.1.3.2 Tipo de junta y tipo de soldadura.....</i>	<i>109</i>
	<i>5.4.1.3.3 Posición.....</i>	<i>109</i>
	<i>5.4.1.3.4 Electrodo.....</i>	<i>110</i>
	<i>5.4.1.3.5 Características eléctricas.....</i>	<i>110</i>
	<i>5.4.1.4 Pruebas de Calificación.....</i>	<i>110</i>
	<i>5.4.1.4.1 Ensayo no destructivo.....</i>	<i>111</i>
	<i>5.4.1.4.1.1 Inspección Visual.....</i>	<i>111</i>
	<i>5.4.1.4.1.2 Radiografía.....</i>	<i>112</i>
	<i>5.4.1.4.2 Extracción de probetas para ensayo mecánicos.....</i>	<i>113</i>
	<i>5.4.1.4.3 Probetas para ensayo de doblado.....</i>	<i>113</i>
	<i>5.4.1.4.4 Probetas para ensayo de tracción de sección reducida.....</i>	<i>113</i>
	<i>5.4.1.4.5 Ensayos Destructivos.....</i>	<i>115</i>
	<i>5.4.1.4.5.1 Ensayo de Tracción.....</i>	<i>115</i>

5.4.1.4.5.2 Ensayo de doblado de cara y raíz.....	117
5.4.1.5 Reporte de calificación del procedimiento de Soldadura (PQR).	120
5.4.1.5.1 Rangos de calificación.....	120
<b>5.4.2 CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS SEGÚN ASME IX: 2004.....</b>	<b>120</b>
5.4.2.1 Alcance de la norma.....	121
5.4.2.2 Limitaciones de la norma.....	121
5.4.2.2.1 Proceso.....	121
5.4.2.2.2 Tipo de junta y tipo de soldadura.....	122
5.4.2.2.3 Posición.....	122
5.4.2.2.4 Electrodo.....	122
5.4.2.2.5 Características eléctricas.....	123
5.4.2.3 Pruebas de Calificación.....	123
5.4.2.3.1 Ensayo no destructivo.....	123
5.4.2.3.2 Radiografía.....	124
5.4.2.3.3 Extracción de probetas para ensayo mecánicos.....	124
5.4.2.3.4 Probetas para ensayo de tracción de sección reducida.....	125
5.4.2.3.5 Ensayos Destructivos.....	127
5.4.2.3.5.1 Ensayo de Tracción.....	127
5.4.2.3.5.2 Ensayo de doblado de cara y raíz.....	127
5.4.2.4 Reporte de la calificación del procedimiento de soldadura (PQR).....	129
5.4.2.4.1 Rangos de calificación.....	129
5.5 HOMOLOGACIÓN CON ISO 9001:2000.....	130
<b>5.5.1 MANUAL DE LA CALIDAD.....</b>	<b>131</b>
<b>5.5.2 MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.....</b>	<b>131</b>
<b>5.5.3 INSTRUCTIVOS O INSTRUCCIONES DE TRABAJO.....</b>	<b>131</b>
<b>5.5.4 REGISTROS.....</b>	<b>131</b>

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.....	132
6. 2 RECOMENDACIONES.....	133

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro No. 1.1 Materiales de aporte y electrodos en encontrados.....	15
Cuadro No. 1.2 Maquinaria de soldadura en el Taller de Montaje.....	18
Cuadro No. 1.3 Listado de personal de soldadura de ECUAMATRIZ CIA. LTDA. al 15 de Junio del 2006.....	19
Cuadro No. 2.1 Familia de las ISO 9000.....	27
Cuadro No. 2.2 Capítulos de la Norma 9001:2000.....	32
Cuadro No. 3.1 Procedimientos documentados de la norma ISO 9001:2000.....	44
Cuadro No. 3.2 Procedimientos de soldadura ECUAMATRIZ CIA. LTDA. ....	45
Cuadro No. 3.3 Registros requeridos por ISO 9001:2000.....	48

Cuadro No. 3.4 Entidades acreditadas a nivel mundial.....	56
Cuadro No. 3.5 Empresas certificadoras.....	57
Cuadro No. 4.1 Dimensiones de las máquinas de soldadura.....	67
Cuadro No. 4.2 Tabla de valores obtenidos en los ductos.....	77
Cuadro No. 4.3 Velocidades recomendadas para sistemas de baja velocidad.....	78
Cuadro No. 4.4 Factores de Reflexión.....	89
Cuadro No. 4.5 Factor de Mantenimiento.....	90
Cuadro No. 4.6 Distancia entre la pared y las luminarias.....	94
Cuadro No. 4.7 Maquinaria de soldadura y potencias de consumo.....	93
Cuadro No. 4.8 Determinación del circuito de fuerza.....	98
Cuadro No. 5.1 Ensayos para calificación de Procedimientos de Soldadura.....	103
Cuadro No. 5.2 Dimensiones de los cordones de soldadura para placas según AWS	
D1.1: 2004 .....	110
Cuadro No. 5.3 Evaluación de las pruebas radiográficas.....	111
Cuadro No. 5.4 Reporte de los ensayos de tracción realizados según AWS	
D1.1.....	116
Cuadro No. 5.5 Reporte de inspección de las probetas de doblado según AWS	
D1.1.....	118
Cuadro No. 5.6 Dimensiones de los cordones de soldadura de la tubería según ASME	
IX:2004 .....	123
Cuadro No. 5.7 Evaluación de las pruebas radiográficas según ASME	
IX:2004.....	124
Cuadro No. 5.8 Reporte de los ensayos de tracción realizados según ASME	
IX:2001.....	126
Cuadro No. 5.9 Reporte de inspección de las probetas de doblado según ASME	
IX:2001.....	128
Cuadro No. 5.10 Documentación ISO 9001:2000.....	129

## INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.1 Organigrama estructural de la empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA.....	9
Figura No. 1.2 Organigrama de trabajos de soldadura.....	22
Figura No. 3.1 Pirámide de la certificación SGC.....	42
Figura No. 3.2 Macroprocesos de ECUAMATRIZ CIA. LTDA.....	46
Figura No. 3.3 Análisis de satisfacción al cliente.....	49
Figura No. 3.4 Fases de la metodología del mejoramiento continuo.....	50
Figura No. 4.1 Mesa de trabajo.....	67
Figura No. 4.2 Puesto de soldadura.....	68
Figura No. 4.3 Distribución del taller.....	69
Figura No. 4.4 Bodega.....	70
Figura No. 4.5 Esquema de ventilación.....	78
Figura No. 4.6 Sistema de ventilación.....	82
Figura No. 4.7 Diagrama de bloque de cálculo de iluminación.....	86
Figura No. 4.8 Altura del plano de trabajo.....	86
Figura No. 4.9 Altura de suspensión.....	88
Figura No. 4.10 Distribución de las luminarias.....	92
Figura No. 4.11 Distancia máxima de separación entre las luminarias.....	93
Figura No. 4.12 Plano de las luminarias.....	94
Figura No. 4.13 Distribución de las luminarias.....	94
Figura No. 5.1 Instrumento utilizado para medir amperaje y voltaje.....	105
Figura No. 5.2 Dimensiones de probetas de doblado de cara y raíz.....	112
Figura No. 5.3 Dimensiones de la probeta de tracción de sección reducida.....	113
Figura No. 5.4 Probetas de tracción y doblado cortadas y maquinadas.....	113
Figura No. 5.5 Máquina Universal de Ensayos Tinius Olsen.....	115
Figura No. 5.6 Realización del ensayo de tracción.....	115
Figura No. 5.7 Probetas de tracción luego del ensayo.....	116
Figura No. 5.8 Fotos de ensayos de doblado.....	117
Figura No. 5.9 Jig de doblado utilizado para el ensayo de doblado.....	117
Figura No. 5.10 Probetas de doblado de cara y raíz luego del ensayo.....	119
Figura No. 5.11 Dimensiones de probetas de doblado de cara y raíz según ASME IX:2001.....	125

Figura No. 5.12 Dimensiones de la probeta de tracción de sección reducida según ASME IX:2004..... 125

Figura No. 5.13 Jig de doblado utilizado para realizar el ensayo de doblado..... 127

## CAPITULO I

### GENERALIDADES DE LA EMPRESA

#### 1.3 RESEÑA HISTÓRICA

1981, Gustavo Villacreses y Fernando Valencia dos jóvenes emprendedores y actuales socios de la empresa Ecuamatriz, inician sus actividades al montar un pequeño taller para dar servicio de mantenimiento automotriz. A los tres meses y al ver que los resultados obtenidos no eran los deseados, deciden cerrar el taller y dedicar sus esfuerzos a elaborar piezas para otras empresas; bajo la sociedad denominada TECNOMETAL, desarrollan trabajos de mantenimiento de maquinaria industrial y posteriormente de producción de equipos tales como:

- Mobiliario Medico.
- Maquinarias para lavado de Turbinas de Helicóptero.
- Construcción de Dobladoras de Tol.
- Construcción de Maquinaria Agroindustrial.
- Construcción de Tanques de Almacenamiento (Caldería Pesada).

TECNOMETAL funcionaba en la ciudad de Quito y AYMESA se convirtió en uno de sus principales clientes, para quienes se fabricaba auto-partes para los vehículos ANDINO, CONDOR, GALA, SAN REMO y AMIGO.

1985, debido a la carencia de tecnología para la fabricación de auto partes, toman la difícil decisión de terminar la relación laboral con las empresas a quienes prestaban este tipo de servicios y cerrar TECNOMETAL, para viajar a España donde realizan una maestría en la especialidad de Matricería de Corte, estampado y embutición de metales, inyección y soplado de plásticos.

1988 julio, motivados por la necesidad exigente de contar con una empresa que se especialice en la construcción de matrices para uso metal mecánico industrial, y con el

firme propósito de liderar en la zona central del país en este ámbito, crean la empresa Ecuatoriana de Matricería “Ecuamatriz Cia. Ltda.” e inician sus actividades en un sector de Huachi Chico, fabricando matrices para la elaboración de auto-partes de los automotores Suzuki Forsa 1 y 2, camionetas: Mazda, Ford Courier, etc....., siendo sus principales clientes las empresas AYMESA, MARESA, BOTAR, COENANSA.

1989, adquieren la primera troqueladora con la que producen auto-partes, convirtiéndose Ecuamatriz por varios años, en una empresa dedicada el 100% al sector automotriz.

1994, debido a la inestabilidad de las empresas automotrices, diversifican la producción de esta línea, e inician la fabricación de Herramientas para la Construcción creando la marca CLASS para: palas, carretillas, machetes, etc.

1996, implementan a sus líneas la producción, la línea eléctrica con el producto: cajas parte del sistema antihurto de energía eléctrica en las acometidas domiciliarias, en este año existió una crisis en la industria, especialmente en la automotriz, al extremo de casi abandonar la línea automotriz.

1997, establecen convenios y se inicia la producción para Mabe, con el producto tubos reguladores de aire modelo largo, paralelamente elaboran invernaderos para el sector agrícola y guarda-choques de la camioneta Mazda 2200 pintados con pintura líquida horneable.

1998, trasladan las instalaciones de Ecuamatriz al galpón ubicado en el Parque Industrial, donde se incorpora al proceso de pintura: la cabina electrostática de pintura con el Horno Continuo y las tinas de fosfatizado, proporcionando al proceso de pintura una tecnología avanzada y a los productos un mejor acabado.

2000, incorporan el programa de mejoramiento continuo de la calidad y de la productividad, el mismo que fue de gran apoyo para dar solución a los problemas que se presentaron en ese entonces.

El desarrollo industrial y tecnológico que han alcanzado hasta el momento, ha permitido que Ecuamatriz Cia. Ltda., obtenga un prestigio importante en el Ecuador, en todo lo que

comprende matricería, herramientas de la construcción, auto partes, línea eléctrica y servicios de troquelados. En la actualidad Ecuamatrix Cia. Ltda., se halla comprometida en la Implementación del Sistema de gestión de Calidad Normas ISO 9001-2000, permitiendo a la empresa ser mas competitiva frente a otras, generando una mayor rentabilidad y calidad en los productos que provee.

#### **1.4 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA**

Ecuatoriana de Matricería Ecuamatrix Cia Ltda. , fue constituida en la ciudad de Ambato el siete de julio de 1988 ante el Dr. Jorge Ruiz Notario Publicó, los señores Gustavo Villacreses, Fernando Valencia, Carlos Valencia convienen voluntariamente celebrar la constitución de la empresa de conformidad con las leyes vigentes en la Republica del Ecuador. La compañía tendrá una duración de veinte y cinco años contados a partir de la fecha de inscripción en el Registro Mercantil. El plazo podrá ser prorrogado o la compañía podrá ser disuelta anticipadamente por resolución de la Junta General de Socios.

Su domicilio se encuentra ubicado principalmente en la ciudad de Ambato, pudiendo establecer sucursales, agencias o delegaciones en cualquier lugar del país o el exterior, previo acuerdo de la Junta General de Socios.

#### **1.3 OBJETO SOCIAL**

“La Compañía tendrá por objeto social desarrollar las siguientes actividades; la construcción de todo tipo de matricería para inyección, soplado y extrucción de plásticos; termo conformado, corte, doblado, embutición, destrucción, estampado de metales; inyección de metales blandos; producción y comercialización de productos elaborados a través de matricería; diseño y construcción de maquinaria de múltiple aplicación; la importación de materia prima, bienes intermedios y bienes de capital necesarios para la industria; todo lo relacionado en metalmecánica para uso en transmisión, distribución, instalación y montajes de electricidad y telefonía; la fabricación y comercialización de muebles mecánicos, en madera o mixtos, para todo uso; la fabricación y montaje de estructuras metálicas para todo tipo de obras de Ingeniería Civil, como viviendas, puentes, naves industriales, etc.; la fabricación de tubería, tubería para alta presión, tanques estacionarios y para transporte y en general calderería pesada; la fabricación y comercialización de todo tipo de insumos para la construcción; la fabricación, montaje y

comercialización de estructuras para invernaderos agrícolas y sus insumos y equipos complementarios; la construcción de maquinaria y equipo de uso agrícola y agroindustrial, todo lo relacionado con metalmecánica y fabricación de piezas plásticas y en fibra de vidrio; la prestación de servicios de asesoría para la industria metalmecánica, el montaje de obras del mismo género y la realización de peritajes técnicos en el área. La Compañía también podrá ejercer la representación en el Ecuador de empresas afines a su actividad y además podrá constituirse en distribuidora, comisionista o consignataria de aquellas. La Compañía además efectuará toda clase de actos y contratos civiles o de comercio y de operaciones mercantiles permitidas por la ley, que tengan relación con su objeto social, incluyendo la facultad de formar parte de otras Compañías existentes o que se constituyan aunque no tengan objeto social similar.”

## **1.6 BASE LEGAL**

La empresa Ecuamatrix Cia Ltda., cumple con todos los permisos de los organismos reguladores de leyes y disposiciones vigentes en el país, además se rige con las siguientes disposiciones:

- Ley de Compañías
- Ley de Régimen Tributario Interno
- Escritura de Constitución
- Código de Trabajo
- Normas Ecuatorianas de Contabilidad (NEC).
- Reglamento para la aplicación de la Ley de Régimen Tributario

## **1.5 MISIÓN Y VISIÓN**

### **1.5.1 Misión**

Ecuamatrix Cia. Ltda. es una empresa que desarrolla y comercializa productos de calidad internacional para nuestros clientes, sin distinción, utilizamos tecnologías apropiadas, adaptadas o desarrolladas internamente, respetamos el medio ambiente y buscamos satisfacer a nuestro personal, proveedores y accionistas a través de una relación equitativa que proporcione beneficios para cada uno.

### **1.5.2 Visión**

Ser una organización de apoyo permanente, ofreciendo soluciones efectivas a las necesidades de nuestros clientes con productos que faciliten su desempeño y contribuyan a impulsar el desarrollo.

## **1.6 OBJETIVOS**

- Duplicar los ingresos (sin considerar la inflación) de la empresa en cinco años (hasta finales del 2008) logrando en este periodo que un 25% de la facturación sea por concepto de las ventas de exportación, y manteniendo un margen de utilidad superior a la tasa mas alta del mercado de dinero ecuatoriano. La base de los ingresos es la de las ventas del año 2002.
- Garantizar la satisfacción del consumidor mediante el mejoramiento continuo de calidad.
- Crear un entorno laboral excelente entre los empleados, trabajadores y la empresa manteniendo una relación satisfactoria para todos; a través de la motivación que se inicia con la aparición de una serie de estímulos capaces de satisfacer necesidades tanto personales como empresariales.

## **1.7 RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y ECONÓMICOS**

### **1.7.1 Recursos humanos**

El elemento humano es de vital importancia para poder cumplir con los objetivos preestablecidos por la administración de Ecuamatriz Cia Ltda.

Sus Principales Funcionarios son:

- **PRESIDENTE**                      Ing. Gustavo Villacreses
- **GERENTE**                              Ing. Alfonso Camacho
- **GERENTE TECNICO**              Ing. Fernando Valencia

Las áreas que conforman la empresa son:

- Área de Producción
- Área de Mantenimiento
- Área de Matricería
- Área de Soldadura
- Área de Investigación y Desarrollo
- Área de Diseño y Calidad
- Área de Recursos Humanos
- Área de Contabilidad
- Área de Ventas
- Área de Administración de Bodegas
- Área de Compras

### **1.7.2 Recursos materiales**

En lo que se refiere a la adquisición de Materia Prima, el producto debe ser de buena calidad y que satisfaga las necesidades del consumidor final.

Ecuamatriz Cia. Ltda., cuenta con maquinaria que ayuda al trabajo diario de los empleados como son:

- Electroerosionadora de hilo
- Equipo de pintura
- Horno de pintura

- Horno para el temple de acero
- Prensas hidráulicas
- Prensas neumáticas de percusión
- Rectificadora de superficies planas
- Taladradoras de pedestal
- Montacarga de 3 T.
- Maquinas soldadoras

### **1.7.3 Recursos económicos**

Ecuamatrix Cia Ltda., ha atravesado épocas difíciles como las de los actuales momentos, pero ha logrado salir adelante buscando soluciones, para poder cubrir obligaciones con nuestros proveedores e instituciones financieras y otras.

## **1.8 POLÍTICAS**

### **1.8.1 Política de calidad**

Cumplir los requerimientos, necesidades y expectativas de los clientes ofreciendo productos metálicos troquelados, elaborados con tecnologías y materias primas adecuadas, apoyados en controles estadísticos, procesos de mejora continua y con un recurso humano capacitado y comprometido con esta ideología.

Para lograr los altos estándares de calidad la empresa ECUAMATRIZ se halla implementando un sistema de gestión de la calidad ISO 9001 – 2000 desde inicios del año 2006.

### **1.8.2 POLÍTICA DE CONTROL DE PÉRDIDAS**

La protección del personal, de los bienes de la Compañía y el Control Ambiental, son las principales preocupaciones de la Dirección de ECUAMATRIZ CIA. LTDA.

Una serie de medidas, normas y procedimientos se han creado y puesto en marcha para prevenir y garantizar la integridad física y mental del que ellos consideran su principal recurso: el RECURSO HUMANO.

De igual manera, la Empresa realiza grandes esfuerzos para proteger sus materiales, equipos e instalaciones que juntos forman los bienes de la Compañía, asegurando así los puestos de trabajo, base fundamental de su desarrollo.

### **1.8.3 Política de seguridad y salud ocupacional**

Es política de Ecuamatrix el preservar la integridad física de todos los colaboradores de la empresa y mantener un ambiente y condiciones de trabajo seguro, cumpliendo las normas establecidas para la ejecución de todas las operaciones realizadas.

## 1.9 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA EMPRESA ECUAMATRIZ CIA. LTDA.

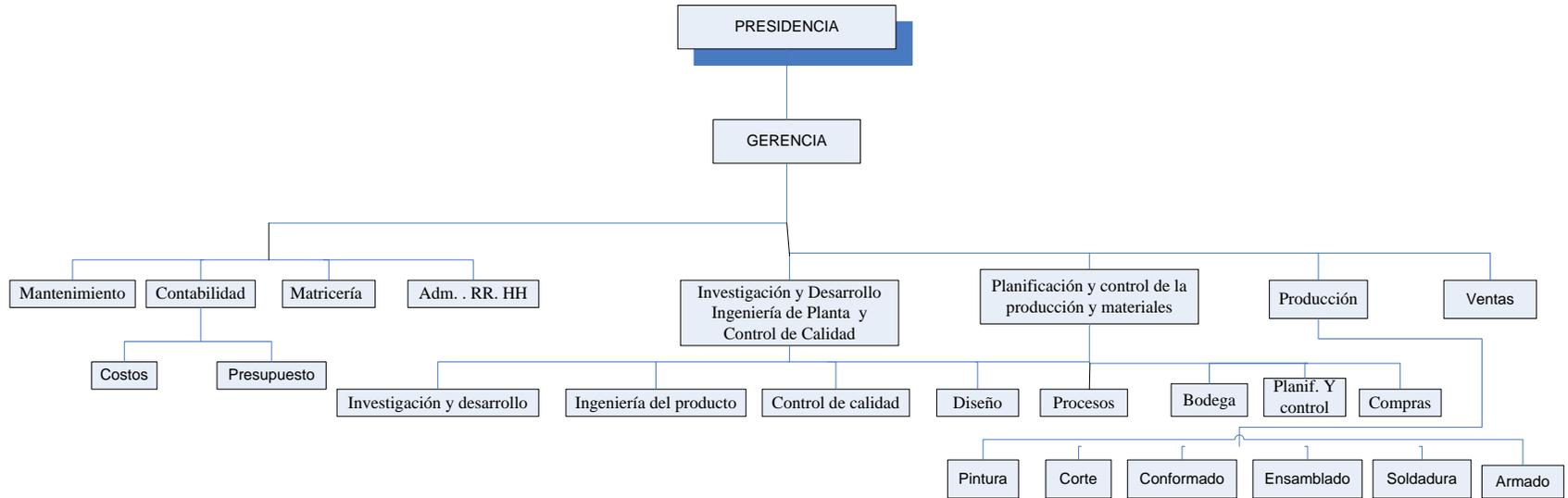


Figura No. 1.1 Organigrama estructural de la empresa Ecuamatrix Cia. Ltda.

## **1.10 PRODUCTOS QUE COMERCIALIZA**

Los productos más importantes que elabora la empresa Ecuamatrix Cia Ltda. son:

### **1.10.1 Línea de fabricación para la industria eléctrica**

- Componentes de sistemas antihurto.
- Cajas protectoras para medidores monofásicas , bifásicas y trifásicas
- Cajas borneras para distribución monofásicas , bifásicas y trifásicas
- Componentes para transformadores.

### **1.10.2 Línea de fabricación de herramientas para la construcción**

- Azadones
- Carretilla Class Reforzada Rueda Maciza Naranja Texturizada
- Carretilla Class Reforzada Rueda Maciza Verde Texturizada
- Carretilla Class Reforzada Rueda Maciza Roja Texturizada
- Carretilla Júnior Blanca
- Carretilla Júnior Negra
- Pala Class Cabo Madera Cuadrada
- Pala Class Cabo Madera Redonda
- Pala Class Cabo Metálico Cuadrada
- Pala Class Cabo Metálico Redonda
- Repuestos de herramientas , cabo de pala , ruedas de carretillas
- Tuercas mariposas galvanizadas

### **1.10.3 Servicios de troquelado a:**

#### **Aymesa**

- Polea para bomba de agua
- Tanque de separador de vapor

## **Cepeda**

- Tercer separador de silenciador
- Anillo interior presilenciador

## **Conduit**

- Base interna
- Cubierta exterior

## **Gelec**

- Cuchilla rotatoria

## **Indima**

- Brida delantera
- Huella estribo LUV CLD
- Deflector delantero 22A T2-V5
- Soporte de gancho T3-FC

## **Producto terminado mabe**

- Bisagras cápelo
- Bocel lateral
- Marco de cocina
- Tubo regulador de aire pequeño
- Tapa de conducto chimenea

La Empresa Ecuamatrix Cia Ltda., considera que la aceptación de un producto en el mercado no solo depende de sus componentes físicos, sino que también se ve influenciado por los valores agregados que el producto pueda brindar, es así que durante todo el proceso

de producción se pone énfasis en la “**CALIDAD**” del trabajo realizado, lo que permite a la empresa garantizar un producto que satisfaga permanentemente las necesidades de sus clientes, siendo este aspecto el pilar fundamental que ha permitido que Ecuamatrix Cia Ltda. permanezca a lo largo de aproximadamente 17 años, siendo una empresa competitiva dentro de un mercado cada vez más exigente .

Además la empresa Ecuamatrix Cia. Ltda., continuamente va adquiriendo conocimientos valederos en lo que se refiere a la calidad, ya sea porque el personal que labora en la empresa recibe charlas de mejoramiento continuo con expertos en el tema, debido al proceso de certificación ISO 9001:2000 esto ayuda a que los objetivos y metas de Ecuamatrix Cia Ltda., se vayan encaminando al éxito .

## **1.11 TRABAJOS DE SOLDADURA**

Los trabajos de soldadura que se realizan en la empresa ECUAMATRIZ abarcan desde la producción de nuevas estructuras y sistemas, hasta la reparación de sistemas existentes y la reconstrucción de piezas de máquinas.

Si bien es cierto la soldadura es una actividad de apoyo a las actividades principales de la empresa, por tal razón, no deja de ser muy importante y de vital trascendencia, mas aún en un entorno de calidad total.

Se distinguen tres áreas donde se realizan actividades de soldadura, teniendo estas como soporte al área de mantenimiento.

### **1.11.1 ÁREAS DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO**

#### ***Overhaul***

En esta sección los trabajos a realizar son de recuperación de piezas que al momento de realizar los procesos de fabricación tiene algún defecto los mismos que deberán ser reparados para poder utilizar como producto semi elaborado después de la aprobación del Departamento de Calidad.

A continuación detallaremos los trabajos que se realizan en esta área<sup>1</sup>:

- Tapas de caja de medidor
- Bases de caja de medidor
- Patas de carretilla reforzada
- Palas

## **Producción**

En esta sección se realizan los siguientes procesos utilizando soldadura MIG

- Soldado de soporte y refuerzo posterior de chasis de carretillas reforzada.
- Rematado de chasis de carretilla reforzada (soldado de soporte delantero, soporte HR-HC, soldado de refuerzo acodado)
- Rematado de pata de carretilla reforzada
- Tubos para pasamano Conduit
- Tubos de alta presión

## **Montaje**

Aquí se realiza trabajos de apoyo para el proceso productivo convirtiéndose en un pilar fundamental para el área de Matricería y Mantenimiento.

A continuación detallaremos los trabajos que se realizan en esta área<sup>2</sup>:

- Soldado de placas porta matrices
- Soldado de topes de matrices
- Estructuras para el soporte de maquinarias, matrices, canastillas para la producción en proceso, aditamentos para mejorar el proceso productivo, dispositivos para trabajos de producción, entre otros.

---

<sup>1</sup> Sr. Luís Rodríguez, Jefe de Producción. Ecuamatrix Cia. Ltda.

<sup>2</sup> Sr. Luís Rodríguez, Jefe de Producción. Ecuamatrix Cia. Ltda.

### *Mantenimiento Primario y Secundario*

Realizan operaciones de mantenimiento mecánico mientras la planta esta en funcionamiento, básicamente son mecánicos industriales.

Los tres primeros talleres son los que directamente tienen relación con procesos de soldadura.

Al conversar con la persona encargada de realizar los trabajos de soldadura, el Ing. Kléber Bustos se refirió a los principales consumibles utilizados y entre ellos se tienen:

E6011, E6013, E7018, bronce, aluminio, electrodo para acero inoxidable especial, electrodo para hierro fundido.

Los materiales más comunes a soldador son:

Fundición gris, bronce, aceros aleados, acero inoxidable.

En cuanto al Taller de Montaje no se consiguió las órdenes de trabajo pero basándose en la experiencia de las personas que trabajaron en el proyecto durante 5 años, se determino que los procesos usados con más frecuencia son:

SMAW, GMAW, GTAW, OAW, y RSW. De estos 5 procesos el 70 % de los trabajos se los realizó con GMAW.

Estos procesos sirvieron para hacer estructuras metálicas de soportería, canastillas, tolvas, tubería. Dividiéndolo de la siguiente forma:

SMAW para: estructuras metálicas, tubería de alta presión

GMAW, GTAW: tolvas, material en contacto con el producto.

soldering y brazing (en raras ocasiones) con llama.

RSW para: producción en serie, especialmente en la línea de fabricación eléctrica.

Los materiales de aporte y electrodos más encontrados se puede ver en el Cuadro No 1.1.

<b>DENOMINACIÓN AWS</b>	<b>DENOMINACIÓN COMERCIAL</b>	<b>CASA COMERCIAL</b>
E7018	B-10	AGA
E309L-16	Eutectrode101	EUTECTIC
E312-16	Eutectrode1801	EUTECTIC
E6013	R-10	AGA
E6011	C-13	AGA
E6010	C-10	AGA
E308L-16	Eutectrode 54L	EUTECTIC
E312-16	Eutectrode 680	EUTECTIC
E310-16	Eutectrode18FC	EUTECTIC
E310-16	Eutectrode 145FC	EUTECTIC
SR*	TIG TECTIC	EUTECTIC
E Fe Mn A	AGA B-80	AGA
SR*	Eutectrode180	EUTECTIC
EWTh2	TIG (2% Thorio)	AGA
SR*	Eutectrode 13FC	EUTECTIC
ER70S6	ER70S6	EUTECTIC
E Ni Cl	Xyron 244	EUTECTIC
E Ni Fe Cl	Xyron 223	EUTECTIC
SR*	TIG tectic 21	EUTECTIC

SR\* = Sin referencia AWS

**Cuadro No. 1.1 Materiales de aporte y electrodos encontrados**

## 1.12 mAQUINAS DE SOLDADURA

La empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA., cuenta con máquinas de soldadura para realizar procesos SMAW, GMAW, GTAW, OAW, RSW; mismas que las podemos ver en el Cuadro No.1.2.

No	Marca	Datos de placa		Aditamentos	Estado	Código de Maquina	Calibración	Reparación
		Entrada	Salida					
1	Miller XH 300  MIG-MAG	V=230/460 V I= 40/20 A Pot= 8.2 KW AC/DC	28 V 200 A OCV= 42V Duty Cycle: 60%	Pistola GMAW Boquilla GMAW Tanque CO2 8kg Coche	Bueno	SM-04	Ninguna	Desconocida
1	Linc Welder N225 Lincoln SMAW	V=220/440 V I=32/16 A DC	50 V 250 A Duty Cycle 30%	Porta electrodo Tierra Coche	Bueno	SA-02	Ninguna	Desconocida
1	Oxiacetilénica OAW	-----	----- --	Tanque O2 10 m <sup>3</sup> Tanque acetileno 7 Kg. Boquilla de corte Boquilla de soldadura Válvulas check para: O <sub>2</sub> y C <sub>4</sub> H <sub>4</sub>	Buena	Sin Referencia	Ninguna	Recomendadas por Normas de Seguridad Industrial Norma NFPA

No	Marca	Datos de placa		Aditamentos	Estado	Código de Maquina	Calibración	Reparación
		In	Out					
1	Miller Dialarc HF GTAW	V=200/230/ 460V I=103/90/45 A AC/DC	30 V 125/200/ 250A OCV=75V Duty Cycle 100/40/40	Tierra Coche Pedal de Arranque Tanque de Ar 8kg	Buena	SM-03	Ninguna	Desconocida
1	ESAB, LHE 200 SMAW	V=230V I=50 A AC	59 V 225 A OCV= 79V Duty Cycle 35% a 170A	Porta electrodo Tierra Coche	Buena	SA-01	Ninguna	Desconocida
1	AMERICAN CHOWEL RSW	V=220/440V I=104/94/47 A Pot=75KVA DC	26000 A OCV= 80V Duty Cycle 6.1%	Electrode force Tierra Water force	Buena	SP-01	Ninguna	Desconocida

1	Hobart TR 250 SMAW	V=230/460 V I=96/48 A AC/DC	30 V 250 A OCV= 75V Duty Cycle 30%	Porta electrodo Tierra Coche	Buena	SA-03	Ninguna	Desconocida
---	--------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------------	-------	-------	---------	-------------

**Cuadro No.1.2 Maquinaria de soldadura de la Empresa Ecuamatrix CIA. LTDA.**

## 1.13 PERSONAL DE SOLDADURA

En la empresa ECUAMATRIZ el personal que esta directamente ligado con los procesos de soldadura es de dos tipos:

- Personal contratado.
- Personal temporal.

Personal contratado: es aquel que consta en la nomina de la empresa y es parte del equipo de planta. Este tipo de personal son la parte principal dentro de los procesos.

Personal temporal: es aquel que fue contratado para un trabajo específico o por un tiempo.

### 1.13.1 LISTADO, CAPACITACIÓN Y EXPERIENCIA DEL PERSONAL.

Basados en el punto 6.2 de la norma ISO 9001:2000 y las recomendaciones dadas en la tesis de grado “Estudio para la Instalación de una planta para capacitación y calificación de soldadores<sup>3</sup>”, los tres parámetros que debe tener el personal son los siguientes:

- Conocimiento.
- Habilidad.
- Destreza.

Entiéndase como:

**Conocimiento:** dominio de los conceptos.

---

<sup>3</sup>Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

**Habilidad:** capacidad poner en práctica el conocimiento.

**Destreza:** capacidad que tiene para ejecutar un trabajo, que en este caso en particular es la soldadura.

De las hojas de vida y Kardex de personal, se puede tener una aproximación del perfil de los soldadores. El Cuadro No.1.3 muestra un listado de personal destacando la experiencia en el trabajo de soldadura.

Nombre	Experiencia	Tipo de contrato	Trabajos de soldadura	Instrucción	Cursos
YANCHA TIPAN FREDDY	VARMA (Soldador) CAPABA (Soldador)	Contrato	Soldador de Estructuras Metálicas y Tanques de alta presión.	Bachiller Técnico en Mecánica Industrial	SECAP Soldadura GMAW (MIG-MAG)
VARGAS REINOSO ÁNGEL	PLOMERO Y SOLDADOR ELÉCTRICO	Contrato	Estructuras metálicas. Herrajes para distribución de Energía Eléctrica	Bachiller Técnico en Mecánica Industrial	SUELDA ELÉCTRICA
ORTIZ MENDOZA CARLOS	CARROCERÍAS IMPA (Soldador)	Contrato	Soldador de Estructuras Metálicas y Tanques de alta presión.	Bachiller Técnico en Electricidad	SECAP Soldadura GMAW (MIG-MAG) AGIP-CEDAL (MIG-MAG)
AZOGUE UQUILLAS JUAN	AMBACAR (Mecánico)	Contrato	Soldador de bases para motores automotrices	Bachiller Técnico en Mecánica Automotriz	SECAP Soldadura GMAW (MIG-MAG)
ILLICACHI PINTAG EDWIN	FUNDICIONES EL HIERRO (Moldeador- Soldador- Taller mecánico)	Contrato	Experiencia sobre la base de Soldadura de Arco y Oxiacetilénica (AGA). Oxiacetilénica (Colimpo). Soldadura de Arco y Oxiacetilénica. (ECUAMATRIZ)	Bachiller Técnico en Mecánica Automotriz	
QUILLAPANTA CLAVIJO JOSÉ	CARROCERÍAS FIALLOS (Soldador)	Contrato	Experiencia sobre la base de estructuras metálicas y conformación de chasis	Bachiller Técnico en Mecánica Industrial	
CHAGLLA CRIOLLO LUÍS	CARROCERÍAS AMÉRICA (Soldador)	Contrato	Experiencia sobre la base de estructuras para buses y camiones	Bachiller Artesanal en Mecánica Electrónica	
ENDARA HUGO	-----	Temporal	Servicios profesionales	Ingeniero Mecánico	
NARANJO WILSON	-----	Temporal	Servicios profesionales	Ingeniero Industrial	

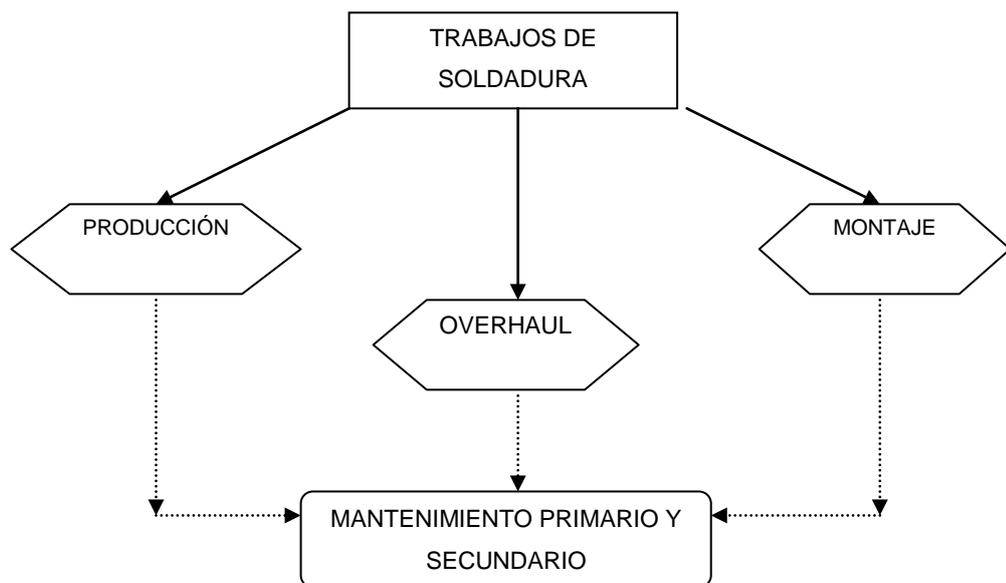
*Cuadro No. 1.3 Listado del personal de soldadura de ECUAMATRIZ CIA. LTDA., al 15 de junio del 2006*

La empresa también preocupándose por el crecimiento integral de sus trabajadores ha visto la posibilidad de instruir a sus obreros con cursos dictados por Instructores Internos de ECUAMATRIZ y externos de AGA del Ecuador.

#### 1.14 TRABAJOS DE SOLDADURA DENTRO DE LA EMPRESA ECUAMATRIZ

El estudio de los trabajos de soldadura de ECUAMATRIZ y de los lugares donde con mayor frecuencia son requeridos estos, podrá ser de ayuda para la ubicación ergonómica del taller de soldadura dentro de la planta.

Los trabajos de soldadura que se encuentran en ECUAMATRIZ se han dividido en tres secciones como muestra en la Figura No. 1.2.



**Figura No. 1.2 Organigrama de trabajos de soldadura.**

#### 1.15 Ubicación de los principales lugares donde se realiza trabajos de soldadura.

En la empresa ECUAMATRIZ realizan los siguientes procesos de soldadura:

**Proceso Primario:** Aquí se realiza el corte de chapas o elementos principales para la realización de partes troqueladas como: soportes para cada uno de sus procesos que son herramientas para la construcción, seguros y porta bornes para las cajas eléctricas, estructuras de soporte, entre otros, además el doblado o moldeado de partes complementarias, así como también mantener sus matrices en condiciones estables y proveer de aditamentos especiales para el maquinado de las piezas de producción para cada uno de los procesos; encontrándose aquí la mayor parte de maquinaria cuya transmisión de movimiento y golpe demanda de contacto por lo tanto esta sometida a desgaste, en donde se utiliza el proceso de soldadura SMAW y GTAW en un 40%.

**Proceso Secundario:** Después de cortadas y moldeadas las chapas y soportes para cada uno de los procesos, pasa a la sección de montaje y troquelado, cuya función para el área de soldadura es ensamblar estos elementos en donde el proceso de soldadura GMAW abarca el 50%. Las piezas de acople rápido se lo hace con la ayuda del proceso de soldadura RSW ocupando el 8% y un 2% para los procesos restantes como OAW en caso de trabajos especiales.

Todos estos lugares pueden ser físicamente ubicados en el Anexo No. 1 (LAYOUT)

## CAPITULO II

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD ISO 9001:2000.

Dentro del presente capítulo se presenta un estudio de la Norma ISO 9001:2000 en forma general, y se realiza un análisis de cada uno de sus requisitos para su implementación.

#### SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

El sistema de gestión de la calidad es un conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan para establecer las políticas y objetivos de la calidad y para lograr dichos objetivos, dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad.<sup>1</sup>

Por otro lado, “el Aseguramiento de la Calidad consiste en tener y seguir un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implantadas dentro del Sistema de Calidad de la empresa”<sup>2</sup>

Estas acciones deben ser *demostrables* para proporcionar la *confianza* adecuada (tanto a la propia empresa como a los clientes) de que se cumplen los requisitos del Sistema de la Calidad.

Un sistema de la calidad eficaz debe responder a las necesidades y expectativas del cliente, a la vez que le sirva para satisfacer los intereses de la organización.

---

<sup>1</sup> M., MUNRO-FAURE (1995). **Sistema de Gestión de la Calidad**. España: Canon Editorial S.L. p. 25

<sup>2</sup> M., MUNRO-FAURE (1995). **Sistema de Gestión de la Calidad**. España: Canon Editorial S.L. p. 27

Cuando el sistema de calidad es bien estructurado se lo considera un valioso recurso de gestión para la optimización y control de la calidad, en relación con consideraciones de costo, riesgo y beneficio.

## LA ORGANIZACIÓN ISO 9000

Su origen está en las normas británicas BS 5750, de aplicación al campo nuclear; aunque ya existían normas similares de aplicación militar anteriores a esta, como la MOD 05/25 y la AQAP 149.

En 1985 se edita el primer borrador de las normas ISO 9001, 9002, 9003 (tres modelos para el Aseguramiento de la Calidad), publicándose por primera vez en 1987.

Las Normas ISO 9000 son generadas por la International Organization for Standardization, cuya sigla es ISO creada en 1947, con sede en Ginebra (Suiza). Esta organización internacional está formada por los organismos de normalización de casi todos los países del mundo.

La serie de Normas ISO 9000 son un conjunto de enunciados, los cuales especifican que elementos deben integrar el Sistema de la Calidad de una empresa y como deben funcionar en conjunto estos elementos para asegurar la calidad de los bienes y servicios que produce la empresa<sup>1</sup>.

Los organismos de normalización de cada país producen normas que se obtienen por consenso en reuniones donde asisten representantes de la industria y de organismos estatales. De la misma manera, las Normas ISO se obtienen por consenso entre los representantes de los organismos de normalización enviados por cada país.

Las Normas ISO 9000 tratan sobre los requisitos de los Sistemas de la Calidad, para el Aseguramiento de ésta. Se utilizan como:

---

<sup>1</sup> Cfr. G., GUEVARA (1998). **Guía para Implementar la Norma ISO 9000 para Empresas de Todos Tipos y Tamaños**. México: Mc. Graw-Hill. p. 21

- Herramienta de *gestión interna* (evita problemas, fomenta la mejora, etc.); se tiene el *Aseguramiento Interno de la Calidad*, que se define como: "Conjunto de actividades orientadas a proporcionar a la alta dirección de la empresa la confianza de que se está consiguiendo la calidad prevista a un costo adecuado"<sup>1</sup>
- Herramienta de *gestión externa*,(en situaciones contractuales con clientes sirve para proporcionar confianza); por lo que se tiene el *Aseguramiento Externo de la Calidad*, definido como: Conjunto de actividades orientadas a dar confianza al cliente de que el sistema de aseguramiento de la calidad del suministrador le permite dar un producto o servicio con los requisitos de calidad que él ha pedido.<sup>1</sup>

De alguna forma estas normas resumen y condensan las varias filosofías y herramientas que sobre el tema de la calidad se han manejado últimamente, siendo a su vez una especie de código destinado a la dirección general que, no solamente proporcionan una base para el comercio internacional, sino que también dan una base sobre la que una empresa puede alcanzar la excelencia.

En el mundo se ha producido un tremendo auge de la certificación de los sistemas de la calidad de las empresas basadas en las normas ISO 9001 a 9003 (UNIT-ISO 9001 a 9003) y ahora de la nueva edición de la Norma ISO 9001:2000, que reúnen en una sola las tres antes mencionadas.

La primera versión de las normas ISO 9000 fue del año 1987. A continuación se realizó una ligera modificación de la misma en el año 1991, con una versión mejorada en el año 1994. En el año 2000, se realizó una revisión profunda de la norma, adaptándola a las diferentes necesidades y realidades de las empresas del siglo XXI.

---

<sup>1</sup> M., MUNRO-FAURE (1995). **Sistema de Gestión de la Calidad**. España: Canon Editorial S.L. p. 28

La evolución de empresas certificadas de acuerdo a la norma ISO 9001 en el mundo mantiene una clara tendencia alcista. En la actualidad hay mas de 600000 empresas certificadas de acuerdo a la norma ISO 9001.

Si comparamos el número de empresas certificadas ISO 9001, con el numero de empresas con sistemas de gestión medioambiental certificado de acuerdo a ISO 14001, vemos que la norma ISO 9001 tiene una difusión mucho mayor.

Cabe señalar que las empresas pueden certificar con la norma ISO 9001:2000, sin embargo la familia ISO es muy extensa contando con otras normas que ayudan en la administración y aseguramiento de la calidad. El cuadro No. 2.1 muestra a la familia ISO 9000.

<i>Familia de Normas</i>	<i>ISO 9000</i>
<i>Identificación</i>	<i>Título</i>
<b>ISO 9000:2000</b>	Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y Vocabulario.
<b>ISO 9001:2000</b>	Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos
<b>ISO 9004:2000</b>	Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño
<b>ISO 9000-4:1995</b>	Normas de gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 4: Directrices para la gestión de un programa de seguridad de funcionamiento. (8pág.)
<b>ISO 9004-1:1997</b>	Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 1: Directrices generales. (41 pág.)
<b>ISO 9004-2:1997</b>	Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 2: Directrices para servicios. (22 pág.)
<b>ISO 9004-4:1995</b>	Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 4: Directrices para el mejoramiento de la calidad. (38 pág.)
<b>ISO 10011-1:1999</b>	Directrices para la auditoría de sistemas de la calidad. Parte 1: Auditoría. (12 pág.)
<b>ISO 10011-2:1999</b>	Directrices para la auditoría de sistemas de la calidad. Parte 2: Criterios para la evaluación de auditores. (7 pág.)
<b>ISO 10011-3:1999</b>	Directrices para la auditoría de sistemas de la calidad. Parte 3: Gestión de programas de auditorías. (4 pág.)
<b>ISO 10012-1:1994</b>	Requisitos de aseguramiento de la calidad para equipos de medición. Parte 1: Sistema de confirmación metrológica para equipos de medición. (25 pág.)
<b>ISO 10013:1995</b>	Directrices para el desarrollo de los manuales de calidad. (14 pág.)

**Cuadro No. 2.1 Familia de las ISO**

Además estas normas proporcionan un lenguaje común y dan los lineamientos a la dirección de la empresa para implementar un sistema de calidad que le de confianza a ella misma y a sus clientes, permitiéndole al mismo tiempo alcanzar el éxito.

## Estructura de la ISO

La organización ISO se encuentra conformada por tres categorías, que son las siguientes<sup>1</sup>:

- La entidad miembro de ISO.
- Miembro correspondiente.
- Miembro Suscriptor.

A continuación se describirán cada una de las categorías antes mencionadas.

**La entidad miembro de ISO:** Es la institución más representativa de un país. ISO acepta solo una por cada país, en el Ecuador la entidad representativa de la ISO es el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN – INEN.

**Miembro Correspondiente:** Por lo general son organizaciones de un país que aún no tienen una actividad bien desarrollada de estandarización a nivel nacional.

**Miembro Suscriptor:** Para países de economías pequeñas. Estos países pagan tarifas de membresías muy bajas, las que les permiten acceder a un contacto permanente con la estandarización internacional.

---

<sup>1</sup> Cfr. F., VOEHL, y otros. (1997). **ISO 9000 Guía de Instrumentación para Pequeñas y Medianas Empresas**. México: Mc. Graw-Hill. p 28.

## NORMA ISO 9001:2000

Como se menciona en el numeral anterior, la ISO 9001:2000 es la reunión o compilación de las normas ISO 9001, 9002 y 9003, que tenían vigencia hasta el año 1999, fecha en la cual esta nueva versión apareció.

Esta norma especifica los requisitos del sistema de gestión de la calidad de una organización desde la perspectiva de demostrar su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes.

Además, promueve la aplicación de un sistema basado en procesos dentro de la organización e introduce el concepto de mejora continua para estimular su eficacia, incrementar su ventaja competitiva en el mercado y responder a las expectativas de sus clientes.

Tanto la norma ISO 9001 como ISO 9004 han sido diseñadas con el fin de constituir un par coherente para los Sistemas de Gestión de Calidad. Estas normas se complementan entre sí, pero que pueden utilizarse igualmente como documentos independientes. Aunque las dos normas tienen diferente objeto y campo de aplicación, tiene una estructura similar para facilitar su aplicación<sup>1</sup>.

ISO 9001:2000 pretende ser de carácter genérico y aplicable a todas las organizaciones al margen de su tipo, tamaño o categoría de producto.

No obstante, se tiene en cuenta que no todos los requisitos de la nueva norma son necesariamente aplicables a la totalidad de las empresas. En determinadas circunstancias, cabe la posibilidad de que una organización pueda justificar la exclusión de algunos requisitos concretos de ISO 9001:2000.

---

<sup>1</sup> NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (2000). **Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos**, Ecuador: INEN-ISO 9001:2000.

## Objetivo de la norma ISO 9001:2000

El principal objetivo es relacionar la gestión moderna de la calidad con los procesos y actividades de una organización, incluyendo la promoción de la mejora continua y el logro de la satisfacción del cliente.

Así mismo se pretende que las normas ISO 9000 tengan una aplicación global. Por lo tanto, los principios que están guiando el proceso de revisión son, entre otros:

- Aplicar los requisitos a todos los sectores de productos y servicios y a todo tipo de organizaciones.
- Facilitar su uso, lenguaje claro, facilitar su traducción y hacerlas más comprensibles.
- Establecer directrices, mediante las cuales la organización pueda seleccionar y utilizar las normas.
- Aptitud para conectar los Sistemas de Gestión de la Calidad con los procesos de la organización.
- Orientar hacia la mejora continua y la satisfacción del cliente.
- Proporcionar a los clientes la seguridad de que el producto o servicio tiene la calidad deseada.
- Proporcionar a la dirección de la empresa, la seguridad y confianza de que se obtiene la calidad esperada.

## Principios que rigen la norma ISO 9001:2000

La Norma tiene 8 Principios básicos, descritos a continuación<sup>2</sup>:

---

<sup>2</sup> Cfr. AENOR. (2000). [<http://www.aenor.es/frpriso9.html>], **Revisión de las Normas ISO 9000 de Sistemas de Gestión de la Calidad.**

**2.3.2.1 Enfoque al cliente:** Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

**2.3.2.2 Liderazgo:** Los líderes establecen unidad de propósito y dirección a la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

**2.3.2.3 Participación del personal:** El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

**2.3.2.4 Enfoque basado en procesos:** Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

**2.3.2.5 Enfoque de sistema para la gestión:** Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

**2.3.2.6 Mejora continua:** La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.

**2.3.2.7 Enfoque basado en hechos para la toma de decisión:** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.

**2.3.2.8 Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:** Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

## **Análisis de la norma ISO 9001:2000**

En el Cuadro No. 2.2 se encuentra un análisis simplificado pero completo de la Norma ISO 9001:2000.

CAPÍTULOS DE LA NORMA	
0.	Introducción
1.	Alcance
2.	Referencias Normativas
3.	Terminología y Definiciones
4.	Requisitos del Sistema de Gestión de la Calidad
4.1	Requisitos Generales
4.2	Requisitos de la documentación
5.	Responsabilidad de la Dirección
5.1	Compromiso de la dirección
5.2	Enfoque al cliente
5.3	Política de calidad
5.4	Planificación
5.5	Responsabilidad, autoridad y comunicación
Revisión por la dirección	
6.	Gestión de los Recursos
6.1	Provisión de recursos
6.2	Recursos humanos
6.3	Infraestructura
6.4	Ambiente de trabajo
7.	Realización del Producto
7.1	Planificación de la realización del producto
7.2	Procesos relacionados con el cliente
7.3	Diseño y Desarrollo
7.4	Compras
7.5	Producción y prestación del servicio
8.	Medición, análisis y mejora
8.1	Generalidades
8.2	Seguimiento y medición
8.3	Control del producto no conforme
8.4	Análisis de datos

**Cuadro No. 2.2 Capítulos de la norma ISO 9001:2000**

## *Alcance*

Esta norma especifica los requisitos para un Sistema de Gestión de Calidad cuando la organización necesita demostrar su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos del cliente, además aumenta la satisfacción del cliente mediante la aplicación de un Sistema de Gestión de Calidad eficaz y procesos para la mejora continua y aseguramiento del sistema.

Los requisitos de esta norma son aplicables a todos los organismos sin importar su tipo, tamaño y producto.

Hay ciertos requisitos que en algunas empresas no se podrán aplicar debido a la naturaleza de la misma y su producto, sin embargo estos requisitos pueden considerarse para su exclusión.<sup>1</sup>

## *Términos y Definiciones*

Son aplicables los términos y definiciones dados en la Norma ISO 9000. Los términos siguientes, utilizados en la edición de la Norma ISO 9001 para describir la cadena de suministros se han cambiado para reflejar el vocabulario actualmente en uso.



El término “organización” reemplaza al término proveedor que se utilizó en la Norma ISO 9001:1994 para referirse a la unidad a la que se aplica a esta Norma Internacional, actualmente el término proveedor reemplaza ahora al término “subcontratista”.

Cuando se utilice el término “producto”, este puede significar también “servicio”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (2000). *Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos*, Ecuador: INEN-ISO 9001:2000.

La terminología de la norma ISO 9001:2000 se encuentra el anexo No.3.

### ***Requisitos del sistema de calidad***

La norma ISO 9001: 2000 se encuentra conformada por:<sup>1</sup>.

#### ***2.3.3.3.1 Control de la documentación.***

La dirección debe definir una documentación y unos registros apropiados para establecer y mantener el sistema de calidad. De igual modo, dicha documentación debe ser suficiente para cumplir con los requisitos legales, reglamentarios y contractuales, así como las expectativas de los clientes y de otras partes interesadas<sup>1</sup>.

#### ***2.3.3.3.2 Manual de calidad***

Es el documento básico del Sistema de Gestión de la Calidad, que integra todos los compromisos, organizaciones, procesos y responsabilidades que se establecen para gestionar la calidad.<sup>2</sup>

#### ***2.3.3.3.3 Procedimientos***

Son documentos complementarios del Manual de Calidad en los que se describe, con el nivel de detalle necesario en cada caso, quién, cómo, cuándo, dónde, para qué y con qué debe realizarse una determinada función contemplada en el Manual.<sup>3</sup>

Su objeto es normalizar los procedimientos de actuación y evitar las indefiniciones e improvisaciones que pudieran dar lugar a problemas o deficiencias en el desarrollo de cada función.

---

<sup>1</sup> NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (2000). ***Sistema de Gestión de la Calidad. Requisitos***, Ecuador: INEN-ISO 9001:2000

<sup>1</sup> Cfr. G., GUEVARA (1998). Op. Cit.. p. 59

<sup>2</sup> F., VOEHL, y otros. (1997). Op. Cit.p. 172

<sup>3</sup> Cfr. F., VOEHL, y otros (1997). ***ISO 9000 Guía de Instrumentación para Pequeñas y Medianas Empresas***. México: Mc. Graw-Hill. p. 174

#### ***2.3.3.3.4 Instrucciones de técnicas***

Son documentos complementarios a los Procedimientos de Calidad que concretan su aplicación a una actividad en particular: mientras los Procedimientos Operativos de Calidad tienen carácter organizativo y funcional, las Instrucciones tienen carácter eminentemente técnico<sup>1</sup>.

#### ***2.3.3.3.5 Registros***

“Documento que proporciona resultados conseguidos o evidencia actividades efectuadas<sup>2</sup>”.

### ***Compromiso de la dirección***

El compromiso de la Dirección es un elemento imprescindible para un sistema de calidad. Su participación activa ha de tener por objeto el de lograr el mayor beneficio posible para todas las partes y la máxima satisfacción del cliente.

El punto 5 de la Norma ISO 9001:2000 exige un real compromiso de la dirección respecto al Sistema de Gestión de la Calidad. Para ello debe:

**Establecer una política de calidad:** Dicha Política es un compromiso con los requisitos del cliente y con la voluntad de mejorar continuamente. Su comunicación a la organización proporciona un marco de referencia para los empleados, de forma que se sientan parte del Sistema de Calidad.

**Planificar los objetivos** de Calidad y el sistema de calidad.

---

<sup>1</sup> Ibidem, p.176

<sup>2</sup> VOEHL, 1997:177

***Revisar, a intervalos planificados, el sistema de gestión de la calidad de la organización:***

De esta operación se extraen las conclusiones necesarias para mejorar la eficacia del sistema de gestión de la calidad, mejorar el producto y detectar las necesidades de recursos.

**Gestión de los recursos.**

La Dirección debe garantizar la disponibilidad de los recursos necesarios para la implantación y mantenimiento del sistema de calidad, así como para el proceso productivo. Todo ello encaminado a la consecución del máximo beneficio para todas las partes y la satisfacción del cliente.

En su punto 6 la Norma ISO 9001:2000 hace referencia a la gestión de los recursos, entendiéndolo como tal:

- *La competencia*, la toma de conciencia respecto a su contribución a los objetivos de calidad y la formación del personal.
- *La infraestructura*, concepto que hace referencia al espacio de trabajo, los equipos y los servicios de apoyo.
- *El ambiente de trabajo*, hace referencia al bienestar físico y emocional del trabajador para realizar el trabajo.

**Realización del Producto.**

El punto 7 de la Norma es especialmente importante ya que versa sobre la realización del producto. No obstante no se limita a la simple realización, sino que atiende a la interacción con el cliente, el diseño, las compras a proveedores, etc. Se trata, pues, de tener un control sobre los factores que inciden directamente en el resultado final, que es el producto listo para entregar al cliente.

Para ello la Norma ISO 9001:2000 establece apartados dentro del punto 7 que pueden resumirse de la siguiente forma:

***Planificación de la realización del producto:*** Se refiere a la necesidad de planificar la realización estableciendo procesos y documentos; verificando, validando y siguiendo las pruebas que se realicen antes de la entrega; teniendo registros que evidencien que los procedimientos de realización y el producto cumplen los requisitos.

***Procesos relacionados con el cliente:*** En este apartado se incluye la determinación de los requisitos del producto, ya sean los determinados por el cliente como los que pueda determinar la empresa o los legales y reglamentarios. Estos requisitos han de estar controlados y su incumplimiento da lugar a no conformidades. Debe haber también una comunicación con el cliente para que se de un intercambio de información entre ambos en cuanto a las características del producto, posibles consultas y quejas sobre el mismo.

***Diseño y desarrollo:*** En este apartado se ve la relevancia de los requisitos ya que, a la hora de realizar el diseño, serán los que determinen el tipo de modelo a seguir. Es decir, el diseño es la plasmación material de los requisitos del producto o servicio. Una vez concluida la fase de diseño y realización, y antes de la entrega al cliente, ha de darse la verificación, consistente en asegurar la correcta realización, y la validación, consistente en comprobar que el producto o servicio es capaz de satisfacer los requisitos específicos para su uso o aplicación.

***Compras:*** Las compras hacen referencia a los productos de otras empresas que se adquieren con la finalidad de realizar el propio producto y que, por tanto, afectan de modo directo al mismo. Para tener la certeza de que dichos productos están a la altura requerida para contribuir a la realización de nuestro producto hay que evaluar a dichos proveedores para comprobar su solvencia y la de su producto. De igual modo, en el momento de la recepción, hay que verificar y dejar constancia de que el producto cumple los requisitos de compra especificados.

***Producción y prestación del servicio:*** El presente apartado recoge la necesidad de llevar a cabo la producción en condiciones controladas mediante instrucciones técnicas, equipos

adecuados, dispositivos de seguimiento y medición, etc. Cuando el producto no puede validarse mediante actividades de seguimiento y medición posteriores la empresa debe validar los procesos de producción y prestación de servicios. El objetivo de esta validación es el de asegurar que los procesos son capaces de alcanzar los resultados planificados. Otra característica de la producción es la de la trazabilidad. Su objetivo es el de tener datos del producto a lo largo de todo el proceso de elaboración. Por último, la empresa debe cuidar los productos propiedad del cliente hasta su entrega, respondiendo hasta ese momento por su pérdida, deterioro, etc.

***Control de los dispositivos de seguimiento y medición:*** Consiste este apartado en determinar el seguimiento, la medición y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar evidencias de la conformidad de producto con los requisitos. Esta operación ha de realizarse de forma coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

### ***Medición, Análisis y Mejora.***

Todos los datos aportados por las diferentes mediciones permiten a la Dirección tomar decisiones, sobre las medidas a tomar ante un eventual problema o un área de mejora, basándose en informaciones objetivas. Estas medidas van destinadas, por su naturaleza, a la mejora continua del sistema y a garantizar la satisfacción del cliente.

El punto 8 de la Norma ISO 9001:2000 recoge esta idea de la siguiente forma:

***Generalidades:*** La empresa debe planificar los procesos de seguimiento, análisis y mejora necesarios para demostrar la conformidad del producto, del sistema de calidad y mejorar continuamente dicho sistema.

***Seguimiento y medición:*** En este apartado se hace referencia a la importancia de conocer el grado de satisfacción del cliente, ya sea mediante encuestas, estudios de mercado, etc. En lo relativo al propio sistema de calidad también es necesario contar con algún método que nos permita conocer su grado de adecuación. Para ello se realiza una planificación de auditorías internas con el objetivo de comprobar el sistema, de modo que queden reflejados

los puntos fuertes y las áreas de mejora. También los procesos y los productos están sometidos a actividades de seguimiento y medición, con la finalidad de constatar su capacidad de alcanzar los objetivos, en el caso de los procedimientos, y de cumplir los requisitos, en el caso de los productos.

***Control del producto no conforme:*** El producto, claro está, debe cumplir con los requisitos para los que fue creado. Para ello la empresa debe corregir la no conformidad (incumplimiento de los requisitos) y/o autorizar su uso por medio de una autoridad pertinente o, cuando sea posible, por el cliente. Otra posibilidad es la de tomar acciones para impedir el uso para el que fue diseñado y producido.

***Análisis de datos:*** La recopilación de datos durante el proceso y tras él permite a la empresa demostrar la eficacia del sistema de calidad y detectar las áreas de mejora, si las hubiera.

***Mejora:*** El sistema siempre es mejorable y por ello debe ser revisado y mejorado continuamente. Para ello la empresa cuenta con las auditorias internas, las acciones correctoras y preventivas y la revisión por la dirección. Las acciones correctoras son fruto de una no conformidad encontrada y su finalidad es la de solucionarla. Por el contrario las acciones preventivas tienen por objeto el evitar no conformidades potenciales. La característica común a ambas es la de ser apropiadas para la solución de la problemática en cuestión.

### ***ISO 9001:2000 aplicado a procesos de apoyo.***

Un Sistema de Gestión de la Calidad es el encargado de asegurar un buen producto final, en el caso de la empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA., son productos troquelados y servicios de matricería. Para lograr esto se debe contar con procesos de apoyo, los mismos que no necesariamente deben ser calificados y certificados por ISO 9001:2000, pero que si deben estar en concordancia con este sistema de calidad.

En este capítulo se dio una visión general sobre la ISO 9001:2000, en los capítulos posteriores se hará una homologación de la documentación requerida por el Sistema de Gestión de la Calidad (Procedimientos, instrucciones Técnicas) con los WPS's y PQR's calificados bajo Normas Técnicas de Soldadura.

Además se debe hacer ciertas consideraciones tomando en cuenta que el Taller de Soldadura esta inmerso dentro del proceso de apoyo llamado Mantenimiento por la Empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA.

La función principal de la empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA., es la producción de componentes troquelados y servicios de matricería, por lo que, se pueden dejar lineamientos para una posible certificación ISO de este taller, de ser necesario. He aquí la importancia de conocer sobre el Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2000 para enfocar las actividades a realizar en los capítulos posteriores o dejar fundamentos para otras empresas que puedan estar interesadas en usar lineamientos dados en esta Tesis.

## CAPITULO III

### REGLAS PARA CREAR LA DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD ISO 9001:2000

#### 3.7 Diseño y Documentación del Sistema

La Norma ISO 9001:2000 permite mayor flexibilidad a la organización en cuanto a la forma que escoge para documentar su Sistema de Gestión de la Calidad (SGC). Esto permite que cada organización desarrolle la mínima cantidad de documentación necesaria a fin de demostrar la planificación, operación y control eficaces de sus procesos y la implementación y mejora continua de la eficacia de su (SGC).

Se debe hacer énfasis en el hecho de que la Norma ISO 9001 requiere (y siempre ha requerido) un *"sistema de gestión de la calidad documentado"*, y no un *"sistema de documentos"*.

A continuación se indican algunos puntos principales de la documentación de una organización, independientemente de que tenga o no implementado un SGC formal:

##### **3.7.1 Notificación de la información**

El tipo y la extensión de la documentación dependerán de la naturaleza de los productos y procesos de la organización, del grado de formalidad de los sistemas de comunicación y de la capacidad de las personas para comunicarse dentro de la organización, así como de su cultura.

##### **3.7.2 Compartir conocimientos**

Es necesario difundir y preservar las experiencias de la organización. Un ejemplo típico sería una especificación técnica, que puede utilizarse como base para el diseño y desarrollo de un nuevo producto.

### **3.7.3 Evidencia de la conformidad**

Aporte de evidencia de que lo planificado se ha llevado a cabo realmente.

Se debe hacer énfasis en el hecho de que, de acuerdo con la Norma ISO 9001:2000, los documentos pueden encontrarse en cualquier forma o tipo de medio, y la definición de "documento" en la Norma ISO 9000:2000, ofrece los siguientes ejemplos: papel, disco magnético, electrónico u óptico, fotografía, muestra patrón.

Por otro lado, hay que tomar muy en cuenta y asegurarse de que todo el personal inmerso en el proceso conozca los objetivos de calidad, el proceso que se seguirá para su implementación y que se encuentra capacitado y posee ya los grupos de facilitadores y auditores internos; el equipo consultor diseña la documentación que tendrá el Sistema de Calidad, el cual consta de:

- Declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad.
- Manual de la calidad.
- Procedimientos documentados requeridos en esta Norma Internacional.
- Documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos, y
- Registros requeridos por esta Norma Internacional.

Cabe señalar que la extensión de la documentación del SGC puede diferir de una organización a otra debido a:

- El tamaño de la organización y el tipo de actividades;
- La complejidad de los procesos y sus interacciones, y

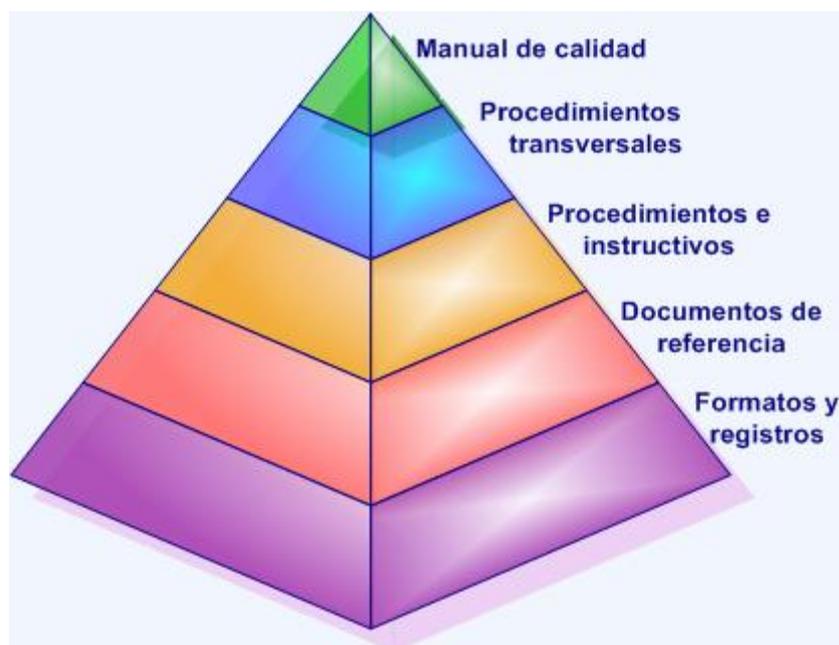
- La competencia del personal.

Todos los documentos y registros que forman parte del SGC tienen que controlarse de acuerdo a la Norma ISO 9001:2000.

### 3.8 Pirámide de la Documentación

En consecuencia la documentación es el soporte físico sobre el que se asienta el sistema de gestión de la calidad, el cual consta de: Manual de Calidad, Procedimientos, Instrucciones técnicas y Registros. Cabe señalar que los registros no son en sí documentos, sino evidencias que demuestran las actividades realizadas.

Una representación de estos cuatro niveles de que consta el sistema de calidad se identifica en el Figura No. 3.1 “Pirámide de la Documentación”.



**Figura 3.1 Pirámide de la documentación del SGC**

### 3.9 Manual de Calidad

Es un documento general y el más importante del SGC de la empresa, es de aplicación a todas las áreas de la empresa. Constituye un único documento, tanto interno como externo, que puede ser utilizado en labores comerciales y de marketing.

En el manual de calidad es habitual incluir:

- Presentación de la empresa.
- Política y objetivos sobre la calidad.
- Organigrama de la organización.
- Disposiciones para conseguir la calidad.

En este último punto se puede hacer un recorrido por los apartados de la norma, explicando cómo se les da respuesta. Además se hará referencia a los procedimientos que sustentan la estructura de la documentación del sistema de calidad.

Por lo general el manual de calidad no debe tener más de 50 páginas, a fin de facilitar la tarea de evaluación y control por parte del grupo gerencial o de los auditores externos. El manual de calidad es redactado por el Representante de la Gerencia, con el asesoramiento del consultor.

Este documento al igual que los demás se puede modificar, sustituir parcial o totalmente, según las necesidades y exigencias de la calidad que la empresa enfrente.

El manual de la calidad que tiene que ser controlado de acuerdo con los requisitos del apartado 4.2.3. de la Norma ISO 9001:2000

El manual de la calidad de ECUAMATRIZ esta direccionado a la producción de sus productos principales que son: matriceria y troquelado.

### 3.10 Manual de Procedimientos

Los procedimientos que se encuentran resumidos en el Manual de Calidad en forma de "imagen hacia el cliente" y no redactados de forma técnica, son considerados individualmente en este nivel de documentación. En este Manual, los procedimientos deberán redactarse de forma correcta, de manera que incluyan todos los aspectos que indica la norma para cada uno de ellos y que represente, al fin y al cabo, exactamente como se hacen las cosas en la empresa.

Dentro del Manual de Procedimientos incluirá desde cómo se gestionan las quejas y reclamaciones, cómo se evalúan los proveedores, cómo se transforma el producto o el servicio que realiza la empresa, hasta cómo se detectan y corrigen errores. Estos documentos están a disposición de todos los empleados de la empresa, facilitadores, auditores internos y externos con fines de certificación. Sin embargo, se recomienda tener estos documentos bajo seguridad y confidencialidad para personas ajenas a la empresa, ya que en ellos está el conocimiento de los productos suministrados y la calidad de los mismos.

La norma detalla cada uno de los procedimientos que se deben incluir en el Sistema de Calidad de una empresa pero no dirá que debe contener cada uno de ellos para cada caso particular, eso debe decirlo la propia empresa que está implantando su Sistema de Gestión de la Calidad. La Norma ISO 9001:2000 requiere específicamente que la organización tenga " procedimientos documentados " para las seis actividades descritas en el Cuadro N° 3.1.

<b>NUMERAL</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>COD.</b>
4.2.3	Control de los documentos	CD/1
4.2.4	Control de los registros	CR/2
8.2.2	Auditoria interna	AI/3
8.3	Control de producto no conforme	CNC/4
8.5.2	Acción correctiva	ACP/5
8.5.3	Acción preventiva	ACP/5

**Cuadro N° 3.1 Procedimientos documentados de la norma ISO 9001:2000**

El proceso de soldadura se encuentra inmerso dentro del proceso de apoyo llamado Trabajos de Soldadura, en el capítulo V se dará un formato tentativo para el manual de procedimientos. Estos procedimientos documentados deben controlarse de acuerdo con los requisitos del apartado 4.2.3 de la Norma ISO 9001:2000.

Los procedimientos de soldadura que podrán ser documentados en la Empresa Ecuamatrix constan en el Cuadro N° 3.2, se pondrá especial énfasis en los de soldadura SMAW por ser los más comunes y que cuentan con un WPS Y PQR calificado como respaldo.

<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>COD.</b>
Soldadura GMAW	SG/1
Soldadura SMAW	SS/2
Soldadura GTAW	ST/3
Soldadura OAW	SO/4
Soldadura de construcción	SC/5
Soldadura de reparación	SR/6
Soldadura de mantenimiento	SM/6
Adquisición consumibles	AC/7

**Cuadro N° 3.2 Procedimientos soldadura Ecuamatrix Cia. Ltda.**

A continuación en la figura N° 3.2 se indican los Macroprocesos de Ecuamatrix.

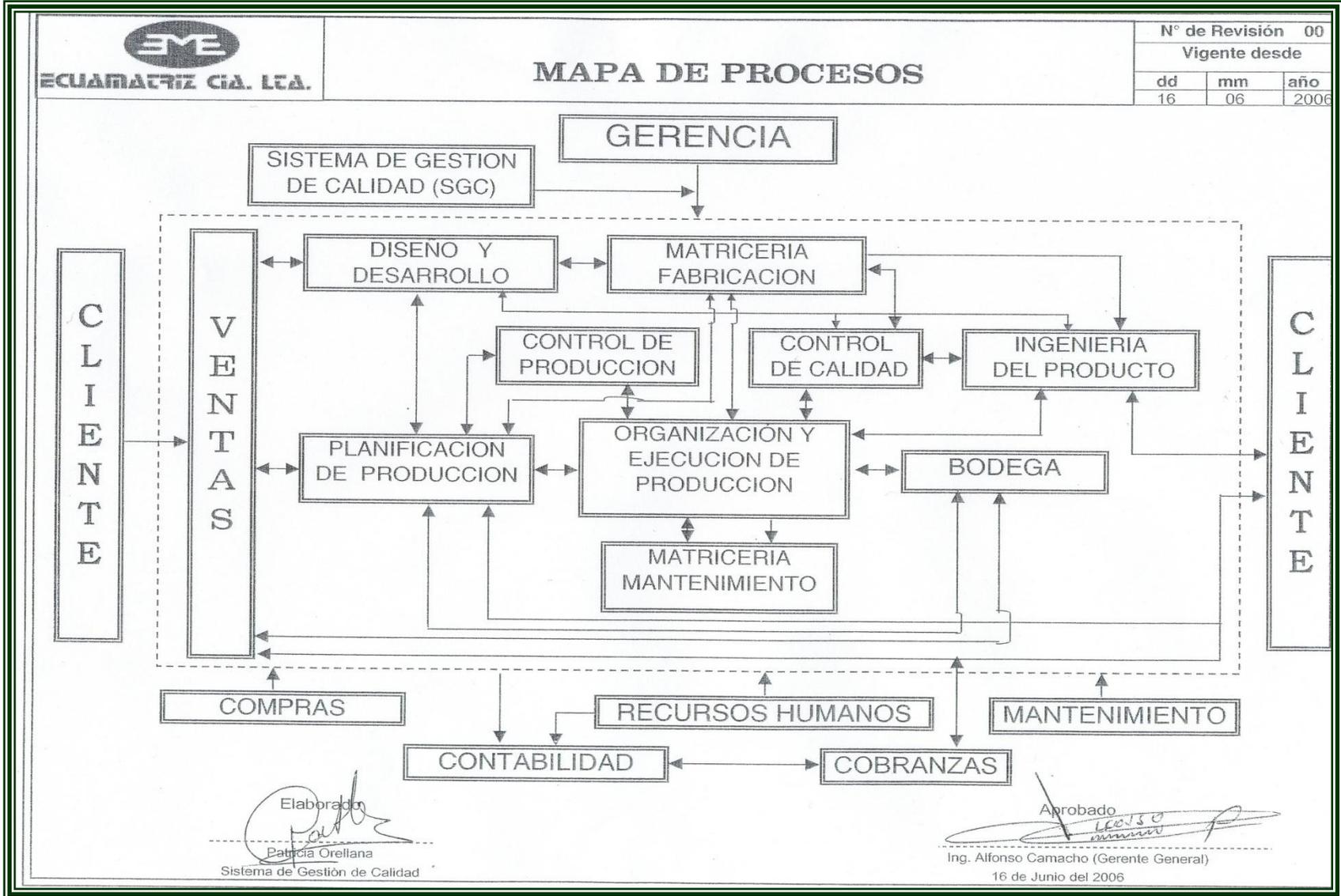


Figura N° 3.2 Macroprocesos de Ecuamatrix Cia. Ltda.

### 3.11 INSTRUCTIVOS O Instrucciones de Trabajo

Las Instrucciones Técnicas, el tercer nivel de la pirámide documental, constituye la información técnica sobre la que se basan algunos de los procedimientos de la empresa. Estos documentos deben ser tratados con la misma seguridad y confidencialidad que los procedimientos.

Además, aquí están incluidos todos los Registros del Sistema de Calidad (formularios de reclamaciones, de compras internas o externas, de resultados de métodos preventivos de corrección de errores, etc.), así como las instrucciones necesarias para el funcionamiento de una determinada máquina, la normativa externa (de cualquier tipo) que debe cumplir la empresa, etc.

Estos manuales deben redactarse (en el caso de manuales de funcionamiento de máquinas o de metodologías a seguir) de forma que cualquier experto en el tema pueda realizar la tarea sin necesidad de consultar ninguna otra fuente que no sea la propia instrucción técnica.

En el caso de la soldadura, los instructivos de trabajo vienen apoyados por los WPS calificados para la empresa ECUAMATRIZ.

### 3.12 Registros

Los registros son evidencias objetivas del cumplimiento de las actividades y tareas que se describen tanto en los procedimientos como en las instrucciones técnicas, los cuales en principio son formatos estándar que posteriormente se llenan con información particular del caso.

Por lo tanto, los registros serán archivados, controlados es decir debe constar dentro del mismo la responsabilidad de quien lo emite, y establecer quien tiene acceso a ellos.

En el Cuadro N° 3.3 se presentan registros específicamente requeridos por la Norma ISO 9001:2000.

<b>Apartado</b>	<b>REGISTRO REQUERIDO</b>	<b>COD.</b>
<b>5.6.1</b>	Revisión por la dirección	RR/1
<b>6.2.2 e)</b>	Educación, formación, habilidades y experiencia	RR/2
<b>7.1 d)</b>	Evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos	RR/3
<b>7.2.2</b>	Resultados de la revisión de los requisitos relacionados con el producto y de las acciones originadas por la misma	RR/4
<b>7.3.2</b>	Elementos de entrada para el diseño y desarrollo	RR/5
<b>7.3.4</b>	Resultados de las revisiones del diseño y desarrollo y de cualquier acción necesaria	RR/6
<b>7.3.5</b>	Resultados de la verificación del diseño y desarrollo y de cualquier acción que sea necesaria	RR/7
<b>7.3.6</b>	Resultados de la validación del diseño y desarrollo y de cualquier acción que sea necesaria	RR/8
<b>7.3.7</b>	Resultados de la revisión de los cambios del diseño y desarrollo y de cualquier acción necesaria	RR/9
<b>7.4.1</b>	Resultados de las evaluaciones del proveedor y de cualquier acción necesaria que se derive de las mismas	RR/10
<b>7.5.2 (d)</b>	Según se requiera por las organizaciones, demostrar la validación de los procesos donde los productos resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores	N/A
<b>7.5.3</b>	Identificación única del producto, cuando la trazabilidad sea un requisito	RR/12
<b>7.5.4</b>	Cualquier bien que sea propiedad del cliente que se pierda, deteriore o que, de algún otro modo, se considere inadecuado para su uso	RR/13
<b>7.6 a)</b>	La base utilizada para la calibración o la verificación del equipo de medición cuando no existen patrones de medición nacionales o internacionales	RR/14
<b>7.6</b>	Validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo de medición no está conforme con los requisitos	RR/15
<b>7.6</b>	Resultados de la calibración y la verificación del equipo de medición	RR/15
<b>8.2.2</b>	Resultados de la auditoria interna y de las actividades de seguimiento	RR/16
<b>8.2.4</b>	Identificación de la(s) persona(s) responsable(s) de la liberación del producto	RR/17
<b>8.3</b>	Naturaleza de las no conformidades del producto y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido	RR/18
<b>8.5.2</b>	Resultados de la acción correctiva	RR/19
<b>8.5.3</b>	Resultados de la acción preventiva	RR/20

### **Cuadro N° 3.3 Registros requeridos por ISO 9001:2000**

Los requisitos para el control de los registros son diferentes de aquellos que existen para otros documentos, y todos los registros tienen que controlarse de acuerdo con los del apartado 4.2.4 de la Norma ISO 9001:2000. La Norma a su vez indica tres métodos para medir, los mismos que se encuentran explicados a fondo en el anexo N°.4

### 3.3.1 Método de Evaluación de Capacitación al Personal

La capacitación al personal se la realizará utilizando la metodología de impartir cursos relacionados con el tema de la Norma de Calidad ISO 9001:2000, y sus posteriores evaluaciones.

### 3.3.2 Método de Evaluación de Satisfacción al Cliente

La satisfacción del Cliente se evaluará de acuerdo a la matriz de Análisis de Satisfacción al Cliente representada en el Figura No. 3.3.

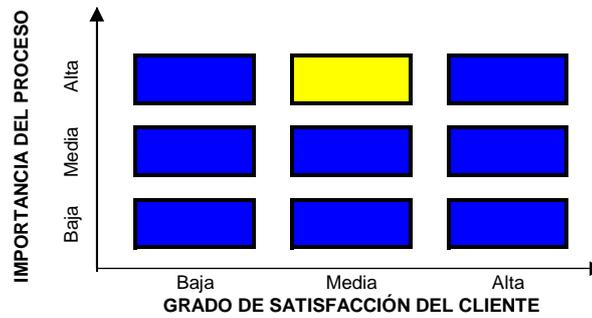
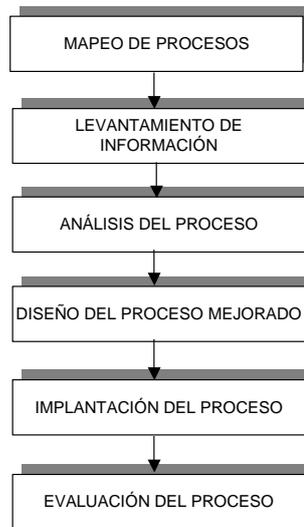


Figura N° 3.3 Análisis de Satisfacción al cliente

### 3.3.2 Método de Evaluación del Mejoramiento Continuo

La metodología para evaluar el Mejoramiento Continuo está compuesta de seis fases como se observa el Figura No. 3.4.



**Figura No 3.4 Fases de la metodología del mejoramiento continuo**

### 3.13 Implantación del Sistema de Calidad

La implantación está compuesta por el conjunto de actividades de motivación, difusión, talleres y demás eventos programados para lograr que los procesos de la empresa se ejecuten de acuerdo al diseño.

#### 3.13.1 Presentación de la documentación

Luego de haber realizado todas las revisiones de la documentación del Sistema de Calidad, el equipo consultor prepara una presentación formal de esta documentación al grupo gerencial.

El equipo consultor se refiere a un grupo de personas conocedoras de la Norma ISO 9001:2000 creado para realizar consultas y explicar dudas sobre la misma.

Esta presentación se la realiza en una reunión ya programada para el efecto, en la cual se efectúan básicamente las siguientes actividades:

- El equipo consultor realiza una introducción de la importancia que tiene la elaboración de la documentación y la implantación de la misma en la empresa. Es necesario entregar una copia de toda la documentación a todos los Gerentes y Jefes de área.
- Se realiza una presentación sinóptica por parte del equipo consultor, en el cual se explica la documentación entregada: manual de procesos, manual de procedimientos, manual de mejoramiento manual de calidad.
- El Gerente General de la empresa hace hincapié en el compromiso que se requiere de cada uno de los Gerente y Jefes de área en la difusión de la documentación del Sistema de Calidad, la cual se realiza mediante capacitación planificada a todo el personal de la empresa.

### **3.13.2 Capacitación al personal en uso de la documentación**

El representante de la Gerencia es el encargado de planificar la difusión del Manual de Calidad a todo el personal que intervienen como responsables en cada uno de los capítulos que contiene este manual, a la vez coordina con los facilitadores internos para realizar la ejecución de la capacitación.

La difusión de los manuales de procesos, procedimientos y mejoramiento es responsabilidad de los Gerentes y Jefes de cada área, quienes coordinan horarios, asistentes y toda la logística necesaria, para que cada uno de estos manuales sean completamente conocidos por el personal involucrado en cada uno de ellos, asegurando de esta manera que todo el personal de la empresa conozca qué hacer y cómo hacerlo.

Es importante estar seguro de que se han difundido en su plenitud todos los manuales antes mencionados, para que de esta manera no queden vacíos o dudas por el personal involucrado y seguir sin problemas el proceso de implantación del Sistema de Calidad.

### **3.13.3 Implantación y seguimiento**

Luego de estar seguros de que todo el personal conoce todos el manual de Calidad, Procesos, Procedimientos y Mejoramiento, se dispone el inicio del trabajo bajo las condiciones a lo escrito en los Manuales antes mencionados.

Se debe supervisar que se está trabajando de esta manera y que en adelante todas las actividades se realicen observando rigurosamente estos instrumentos de trabajo. Los Gerentes, Jefes de área, facilitadores constituyen un apoyo permanente para el personal, ya que deben ayudar a solventar las dudas o inquietudes que tengan con relación a la implantación de la documentación.

Es necesario señalar que durante el proceso de implantación de la documentación se van a detectar muchos casos en que el personal tiene un sin número de dificultades para adaptarse a procedimientos y normas escritas, ya que los empleados desarrollan sus funciones y labores como lo han hecho hace muchos años ya sea esto por costumbre o tradición. Por esta razón se debe romper paradigmas e involucrar al personal en una cultura de hacer bien las cosas.

Para lograr el involucramiento de todo el personal en el Sistema de Calidad se necesita la supervisión y tenacidad de la gente comprometida con el proceso, ya que ellos demostrarán no solo con palabras sino con actitudes diarias, que el Sistema tendrá éxito con el apoyo de todos en cada una de sus actividades y que ayudará al desarrollo de la empresa.

### 3.14 auditorías del Sistema de Calidad

Dentro de la evaluación del Sistema de Calidad existe un número específico de etapas que deben ser ejecutadas:

- Recopilación de información
- Preparación
- Reunión de Apertura
- Auditoria

- Reunión de Cierre
- Auditoría Externa

### **3.14.1 Recopilación de información**

La documentación recopilada comprende registros, manuales, políticas de calidad de la empresa, etc. Toda esta información recopilada debe ser sometida a distintos tipos de auditorías.

### **3.14.2 Auditoría**

Una auditoría ayuda a evaluar el avance y funcionamiento del sistema de gestión de la calidad.

#### ***3.8.2.1 Razones para realizar la Auditoría***

- Proveedor nuevo
- Revisión periódica o aval del proveedor
- Requisitos contractuales
- Incremento potencial en órdenes para un proveedor
- Evaluación del sistema de calidad

#### ***3.8.2.2 Alcance de una Auditoría de Calidad***

- Todas las áreas que afecten la calidad del producto o servicio.
- Revisar que los lineamientos establecidos en los manuales de aseguramiento de la calidad y procedimientos están implantados
- Verificar la información desde la entrada hasta la salida del producto o servicio

#### ***3.8.2.3 Duración de la Auditoría***

El auditor deberá presentar un cronograma que contemple las actividades que comprenderá la auditoria

Es necesario señalar que el auditor de calidad debe ser una persona calificada para efectuar Auditorias de Calidad. Las cualidades que un auditor debe tener son: Ser diplomático, Justo, Imparcial, Honesto, Analítico, Interesado, Capacitado.

El Auditor Líder está en capacidad de llevar a cabo auditorias en cualquier empresa, luego de haber realizado un curso.

El Auditor Externo es formado por empresas que realizan auditorias en otras empresas.

La ISO 8402 define una auditoria de calidad como: “Un examen sistemático e independiente para determinar si las Actividades de Calidad y sus resultados cumplen con disposiciones planeadas y si estas disposiciones son implementadas efectivamente y son adecuadas para alcanzar objetivos.”

#### **3.8.2.4 Objetivos de la Auditoria**

- Determinar si el sistema de calidad ha sido desarrollado y documentado.
- Verificar que el sistema de calidad documentado ha sido implantado.
- Evaluar la suficiencia y efectividad de las disposiciones de calidad de una organización mediante la recolección y uso de evidencia objetiva.
- Verificar la implantación de la acción correctiva de las desviaciones detectadas.
- Identificar y registrar instancias de no-cumplimiento con la disposiciones de calidad e indicar donde sea posible, las razones.

#### **3.8.2.5 Clases de Auditorias**

Existen tres clases de Auditorias:

#### ***3.8.2.5.1 Auditoria de Primera Parte***

Es realizada por la misma organización con sus propios medios y con sus auditores internos

#### ***3.8.2.5.2 Auditoria de Segunda Parte:***

Usualmente es una auditoria realizada por parte del cliente a un *proveedor* o *proveedor potencial*, generalmente se las lleva a cabo a empresas que realizan tercerización.

#### ***3.8.2.5.3 Auditoria de Tercera Parte:***

Es realizada por una organización independiente con el propósito de certificar la capacidad evaluada de un proveedor

#### **3.8.2.6 Tipos de Auditoria**

Auditoría de Suficiencia: A todo el sistema.

Auditoría de Cumplimiento: si cumple con el proceso y procedimiento.

Auditoría de Producto/Proyecto/Proceso: a líneas, productos específicos, etc.

Auditoría Externa

Auditoría Interna

### 3.9 Auditorías Externas

Una vez que la empresa ya ha realizado las auditorías internas que considere necesarias a fin de determinar la correcta implantación del Sistema de Calidad y ya ha comprobado que se encuentra funcionando correctamente, la Gerencia puede optar por solicitar una auditoría externa a su Sistema de Calidad, ésta puede ser realizada por una Empresa Cliente, que quiere tener garantías de los productos que se le proporciona; o, por un organismo acreditado, a quien se le ha solicitado el registro de la Empresa, con fines de obtener la certificación ISO 9000:2000. La auditoría externa es la fase final de la evaluación del sistema de calidad, a su vez se constituye en la parte más importante y fundamental para saber que el mismo está avanzando de buena manera, garantizando así el buen desenvolvimiento de este. En el cuadro N° 3.4 y cuadro N° 3.5, se indica las diferentes entidades acreditadas y las empresas certificadoras.

<b>ENTIDADES ACREDITADORAS</b>	<b>SIGLAS</b>	<b>PAÍS</b>	<b>AÑO</b>
Read Vor de Certificatie	RvC	Holanda	
National Accreditation Council for Certification Bodies	NACCB	Inglaterra	1984
Registrar Accreditation Borrad	RAB	EEUU	1991
Asociación Española de Normalización y Certificación	AENOR	Europa	

**Cuadro N° 3.4 Entidades acreditadas a nivel mundial**

<b>EMPRESAS CERTIFICADORAS</b>	<b>SIGLAS</b>
Bureau Veritas Quality Internacional	<b>BVQI</b>
American Bureau of Shipping Quality Evaluations	ABS Quality Evaluations
British Standards Institution Quality Assurance	BSI
Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación	ICONTEC
Asociación Española de Normalización y Certificación	AENOR

**Cuadro N° 3.5 Empresas Certificadoras**

En Ecuador no existen aún entidades que sean acreditadoras de otras organizaciones que puedan certificar los Sistemas de Calidad en base a las Normas ISO 9000.

Sin embargo en Ecuador existen varias empresas extranjeras certificadoras, las cuales pueden otorgar certificados de calidad con base en ISO 9000, entre otras tenemos: BVQI, ICONTEC, UL, ABS.

Una vez que la Gerencia determina la empresa que los Certificará, se llena y envía una solicitud que debe ser proporcionada por la empresa certificadora, en el cual se establecen derechos, privilegios y expectativas de ambos lados.

Esta solicitud contiene datos generales de la empresa tales como: actividad del negocio, productos, número de empleados, identificación del gerente y representante. Esto con el fin de determinar el alcance de la auditoria de certificación, el tiempo y los costos de la certificación.

Cuando los términos de la aplicación y contestación de la certificadora son de mutuo acuerdo, se firma un contrato para la prestación de estos servicios por parte de la certificadora.

## CAPITULO IV

### DISEÑO DEL TALLER

#### 4.1 FINALIDAD DEL TALLER

El taller que se desea redimensionar tiene como fin prestar los servicios de soldadura para la satisfacción de la producción y el mantenimiento para cada una de las áreas de la

empresa Ecuamatrix Cia.Ltda., bajo instauración de normas propias y sobre todo que se apeguen a los estándares exigidos por ISO 9001:2000.

## 4.2 DISTRIBUCIÓN DEL TALLER

Esta distribución se basa en las recomendaciones dadas en las normas OSHA 29 CFR 1910-Q, ANSI Z 49 y NFPA, mismas que se describen en el Anexo No. 5.

Para la distribución del taller de soldadura se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

### 4.2.1 PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA

Los procedimientos de soldadura que serán utilizados en el taller de soldadura son realizados en base a los procesos más utilizados en la planta, tanto para construcción como para mantenimiento, así como también, a un análisis de factores que sirven para aumentar la productividad.

Entre los factores que pueden aumentar la productividad cabe destacar:

#### 4.2.1.1 *El factor de operador*

Es el tiempo efectivo que se utiliza para soldar. Este factor varía de la siguiente forma: Es bajo cuando el proceso de soldadura es de tipo manual, como en el caso de electrodo revestido, oxiacetilénica, TIG. El factor es alto en los procesos semiautomáticos como son MIG y MAG; siendo el máximo en los procesos de soldadura automáticos.<sup>1</sup>

#### 4.2.1.2 *El material de aporte*

En la actualidad los procesos que en los que existe un mejor aprovechamiento del material son los de arco sumergido, TIG, plasma, seguidos de los procesos MIG, MAG, FCAW, siendo el proceso de arco de electrodo revestido el que menos material aprovecha.<sup>1</sup>

#### ***4.2.1.3 La velocidad de depósito***

Los procesos que poseen una alimentación continua del material de aporte, MIG, MAG, SAW, son los que alcanzan las mayores velocidades de depósito del proceso.<sup>1</sup>

#### **4.2.2 NÚMERO Y TIPOS DE MÁQUINAS**

El taller de soldadura contará con ocho máquinas para realizar los diferentes trabajos de mantenimiento y de construcción, las mismas que se encuentran descritas en el cuadro No. 1.2 del Capítulo I, cabe mencionar que este número de máquinas podría cambiar ya que la empresa pretende conseguir nuevos contratos.

#### **4.2.3 FACTORES DE SEGURIDAD**

Los factores que rigen la seguridad deben estar presentes en todas las operaciones del taller que involucren a los procesos de soldadura, mantenimiento y corte.

Para la mejor comprensión y familiarización de los factores de seguridad, a continuación se describen algunos términos y definiciones de mayor utilización en la prevención de incendios:

##### ***4.2.3.1 Riesgo de fuego***

Se tomarán en cuenta todos los riesgos de fuego si el objeto que será soldado o cortado no puede moverse ágilmente, y se evacuará a un lugar seguro<sup>1</sup>.

- 
- 1 Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001
  - 1 Norma NFPA 51B, 1999

#### **4.2.3.2 Protecciones**

Serán colocadas protecciones para confinar el calor, chispas, además de proteger los riesgos de fuego inmóviles si el objeto a ser soldado o cortado no puede moverse, y si todo los riesgos de fuego no pueden quitarse.

Cuando no se realicen trabajos en condiciones normales se deberán tomar precauciones especiales, como las siguientes:

#### **4.2.3.3 Suelos**

En los suelos donde existan materiales combustibles como: recortes del papel, las virutas de madera, o fibras textiles, es necesario que estos sean barridos y queden limpios en un radio de por lo menos 11 m.

Donde los suelos han estado húmedos, el personal operario que está soldando se protegerá con los equipos necesarios para la situación señalada, además se tendrá cuidado de los suelos con combustibles húmedos, y serán cubiertos con arena de humedad, o protegido por escudos resistentes al fuego.<sup>1</sup>

#### **4.2.3.4 Reagrupación de combustibles**

Donde la reagrupación de combustibles sea impracticable, se protegerán todos los combustibles con tapas a prueba de llamas, para esto también se podrá utilizar metal, mallas de asbesto o cortinas.

Donde sea factible, todos los combustibles se ubicará a una distancia no menor a 11m del sitio de trabajo.<sup>1</sup>

---

• 1 Norma NFPA 51B, 1999

#### ***4.2.3.5 Tapa combustible***

Nunca se debe intentar soldar en una partición de metal, techo o tejado que cubra recipientes de combustible, ni en paredes o particiones de construcciones de tablero de doble pared.<sup>1</sup>

#### ***4.2.3.6 Cañerías***

No se debe cortar o soldar en cañerías u otro metal que sea de paredes en contacto con combustible, ya que puede causar ignición por conducción.<sup>1</sup>

#### ***4.2.3.7 Recomendaciones y autorizaciones***

Las normas estudiadas recomiendan tener personal adicional o el mismo personal de la empresa con adiestramiento en prevención de incendios, que se encargue exclusivamente en posibles incidentes, así como también definen una división, que lleva el nombre de dirección, que como una de sus funciones es la de otorgar o no los permisos de trabajo, para realizar labores seguras dentro del taller.

##### **4.2.3.7.1 Observador de fuego**

- El observador de fuego será consciente de los riesgos inherentes del sitio de trabajo del trabajo en caliente.
- El observador de fuego asegurará que el lugar de trabajo se encuentre en condiciones seguras y que sean mantenidas durante las operaciones de trabajo en caliente.
- El observador de fuego tendrá la autoridad para detener los funcionamientos de trabajo en caliente si se desarrollan condiciones inseguras:
- El observador de fuego tendrá disponible y se entrenará en el uso de un extintor de fuego.

- El observador de fuego estará familiarizado con los medios y procedimientos para hacer sonar una alarma en caso de un fuego.
- El observador de fuego en todas las áreas expuestas solo debe intentar extinguirlos cuando los niveles de fuego estén obviamente dentro de la capacidad del equipo disponible. Si el observador de fuego determina que el fuego no está dentro de la capacidad del equipo, él o ella sonará la alarma inmediatamente.<sup>1</sup>

#### **4.2.3.7.2 Dirección**

La dirección reconocerá su responsabilidad en el uso de las máquinas que se utilicen para cortar o soldar:

- En base a los lugares de la planta que sean más vulnerables para potenciales incendios, se establecerán áreas por cortar y soldar, y también procedimientos para las operaciones mencionadas en otras áreas.
- Designa a un individuo responsable para autorizar o no procesos para cortar o soldar en lugares y áreas destinadas para el efecto.
- Insiste que los cortadores o soldadores y sus supervisores estén adecuadamente especializados en el funcionamiento seguro de su equipo y el uso seguro del proceso, así como el uso adecuado del equipo de protección personal E.P.P.<sup>1</sup>

#### **4.2.3.7.3 Autorización**

Antes de cortar o soldar, el área será inspeccionada por el individuo responsable. Él designará las precauciones a ser seguidas concediendo autorización para proceder, este permiso será preferentemente en la forma de un permiso escrito, ver Anexo No.6

Tomando en cuenta estos conceptos básicos de los parámetros contra incendios, se procede ha enumerar condiciones en las que sea favorable o no trabajar en caliente o realizar soldaduras o cortes:

---

• 1 Norma NFPA 51B, 1999

#### **4.2.3.7.4 Áreas prohibidas**

Las áreas que son prohibidas para soldar o cortar son las que tienen las siguientes restricciones:

- En áreas no autorizadas por la dirección o el encargado.
- En edificios que posean el sprinklered (rociadores) o el sistema de protección dañado.
- En la presencia de atmósferas explosivas (las mezclas de gases inflamables, vapores, líquidos, o polvos con aire), o atmósferas explosivas que pueden desarrollarse dentro lugares que ya no estén limpios o sean inadecuados.
- En áreas cerca de almacenamiento de grandes cantidades de material de fácil ignición como azufre, papel embalado, o algodón.

#### **4.2.3.7.5 Permiso de trabajo caliente**

Para otorgar los permisos de trabajo en caliente se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Los equipos de trabajo en caliente que vayan a ser usados deben estar en perfectas condiciones de operación o hayan tenido una buena reparación.
- Si existen materiales combustibles, como recortes del papel, afeitados de madera, o fibras textiles, que se encuentren en el suelo, éste sea barrido y quede limpio en un radio de 11 m. Se cubrirán con arena húmeda los suelos húmedos de combustible (excepto madera en hormigón), o se protegerá con escudos que tengan compuestos retardantes de fuego.
- Todo los combustibles se relocalizarán horizontalmente a una distancia no menor a 11 m del sitio de trabajo. Los combustibles se protegerán con tapas que tengan retardantes de fuego o por otra parte con escudos de metal con retardantes de fuego o cortinas.
- Aperturas o grietas en las paredes, suelos, o conductos dentro de una distancia de 11 m del sitio serán cubiertas herméticamente con materiales retardantes de fuego o incombustible para prevenir el paso de chispas a las áreas adyacentes.<sup>2</sup>

---

• 2 Norma Osha 29 CFR 1910-Q, 1999

#### **4.2.3.7.6 Número de extintores**

Es necesario que el taller cuente con por al menos un extintor en caso de fuego, ubicado a un lado de la puerta de ingreso, de tal manera que la distancia en caso de un percance no sea grande y se llegue fácilmente para evitar que el fuego pueda disiparse.

Todos estos términos y conceptos podrían ser usados e incorporados en el REGLAMENTO DE SEGURIDAD, HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE, publicado en Abril –2001, elaborado por ECUAMATRIZ CIA. LTDA.

Otras recomendaciones sobre la seguridad e higiene industrial para trabajos de soldadura puede encontrarse en el Anexo No. 7.

### **4.2.4 FACTORES ERGONÓMICOS**

#### **4.2.4.1 Ergonomía**

Es la moderna ciencia del mejoramiento de las condiciones de trabajo humano en función de las facultades y limitaciones reales de los hombres que trabajan.

La ergonomía se propone la adaptación óptima de la vida de trabajo como: operaciones físicas, máquinas, sistemas de mecanismos, métodos de organización, medio ambiente laboral, a las exigencias biológicas, físicas y psíquicas de los trabajadores.<sup>1</sup>

Se deben tomarán en cuenta los siguientes criterios de ergonomía para el diseño del taller, pues esto beneficia en la calidad del trabajo a realizarse:

- En el taller todas las máquinas, accesorios y materiales deben ser de fácil acceso.
- La ropa y accesorios de seguridad que se deben ser de fácil adaptación, flexibles, de alta durabilidad y calidad.

---

• 1 Enciclopedia Encarta 2006

- Las máquinas y herramientas deben ser de fácil utilización, de fácil cambio de los accesorios y que cumplan con los mínimos requerimientos de seguridad.
- El personal debe familiarizarse con toda la maquinaria y herramientas que existan en el lugar de trabajo.
- La temperatura del lugar de trabajo debe ser templada, evitando la presencia de humedad o sequedad del ambiente.
- Los sistemas de ventilación, iluminación, seguridad y las mesas de trabajo e instalaciones eléctricas, deben estar en óptimo funcionamiento y deben ser de fácil utilización.

#### 4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL TALLER

Para el cálculo de las dimensiones del taller, se deben tomar en cuenta principalmente los factores antes vistos en el punto 4.2.4, y para esto se puede concluir que las condiciones no deseadas de trabajo en un taller de soldadura son las siguientes:

- Cuando existan ambientes saturados de gases tóxicos, gases inflamables, vapor de aceite, humedad, llovizna, polvo, radiación nuclear y solar.
- Cuando existan lugares donde el sol incida directamente en el puesto de trabajo o sobre el trabajador
- Cuando el ambiente se encuentre a temperaturas superiores a 40°C ó temperaturas inferiores a 5°C.
- Cuando exista en el lugar de trabajo infestación de bichos o crecimiento abundante de hongos.
- Cuando existan lugares de reducidas dimensiones donde la libertad de movimiento se vea disminuida.
- En lugares donde no se cumplan las mínimas condiciones de asepsia, dependiendo del tipo de trabajo a realizarse.

Considerando lo anterior se recomienda y además por su validez económica y funcional, que los puestos de soldadura se ubiquen contra las paredes del taller, separados unos de otros por estructuras o perfiles metálicos, o también sean separados por divisiones hechas de madera, divisiones que estarán provistas de ganchos o sujetadores, que servirán al usuario para colgar momentáneamente algún tipo de accesorio o indumentaria. Estas divisiones deberán tener un espacio libre de por lo menos 40 cm de altura que servirán de ayuda para la ventilación de una cantidad de los gases emanados en los procesos. Así también, deben existir ventanas a una altura mínima de 2 m con el fin de aprovechar la ventilación que pueden proporcionar y a su vez evitar posibles exposiciones a radiaciones solares de los trabajadores.

#### 4.3.1 PUESTOS DE SOLDADURA

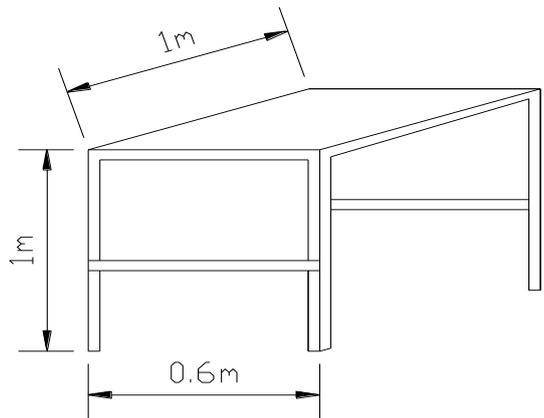
Los puestos de soldadura estarán provistos de mesas metálicas, cumpliendo con los preceptos de ergonomía y seguridad, con las siguientes dimensiones: 100 cm de altura, 60 cm de ancho y 100 cm de largo, estas dimensiones cumplen satisfactoriamente los requerimientos de los trabajos a realizarse en el taller. En el caso de trabajos excepcionales que requieran mesas más grandes, se dispondrán de una mesa central en el taller con dimensiones de 4m de largo por 2 m de ancho y una altura de 1m, éstas mesas también podrán ser usadas de bancada para realizar los acabados de los trabajos a realizarse.

Haciendo una aproximación, ya que los tamaños de las máquinas varían desde la Miller XH 300 que tiene unas dimensiones de 50x27x42 cm, hasta la Hobart que tiene dimensiones de 112x62x78 cm, ver Cuadro No. 4.1, considerando estas dimensiones mas la mesa de trabajo ver Figura No. 4.1, y el espacio que debe tener el operador para su comodidad, llegamos a la conclusión que cada puesto de soldadura es de 3 m de largo y 2 m de ancho ver Figura No. 4.2.

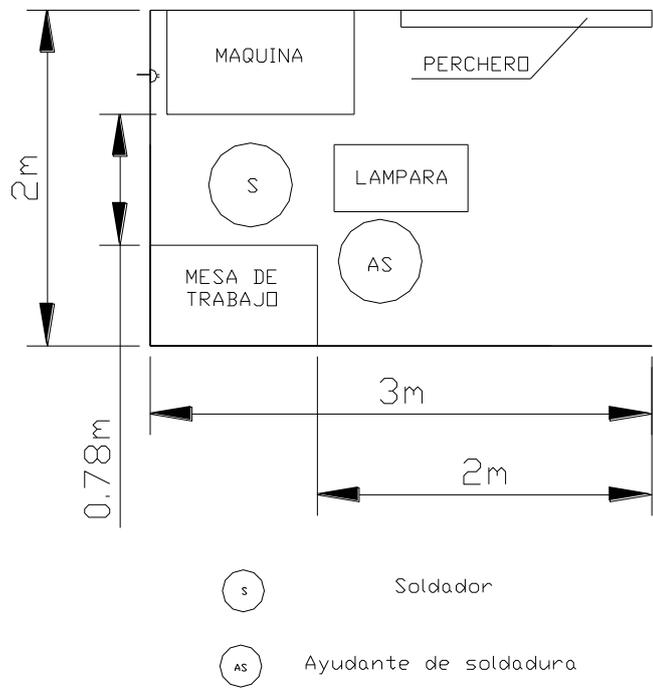
Máquina	Longitud [cm].	Ancho [cm]	Altura [cm]
Miller XH 300cc	50	27	42
Lincoln arc welder	56	51	78
Miller Spectrum	50	65	98

750			
Lincoln idealar R 35	82	57	70
Hobart	112	62	78

**Cuadro No. 4.1 Dimensiones de las máquinas de soldadura**



**Figura No. 4.1 Mesa de trabajo**



**Figura No. 4.2 Puesto de soldadura**

### 4.3.2 ÁREA DEL TALLER DE SOLDADURA.

El taller debe tener las siguientes dimensiones:

Ancho del taller de soldadura = 14 m.

Largo incluida bodega y oficina = 12.50 m.

Área del taller de soldadura = 175 m<sup>2</sup>

Considerando el número de máquinas y los puestos de trabajo se realiza la siguiente distribución; considerar que se aumenta dos puestos por posible crecimiento del taller; véase Figura No. 4.3.

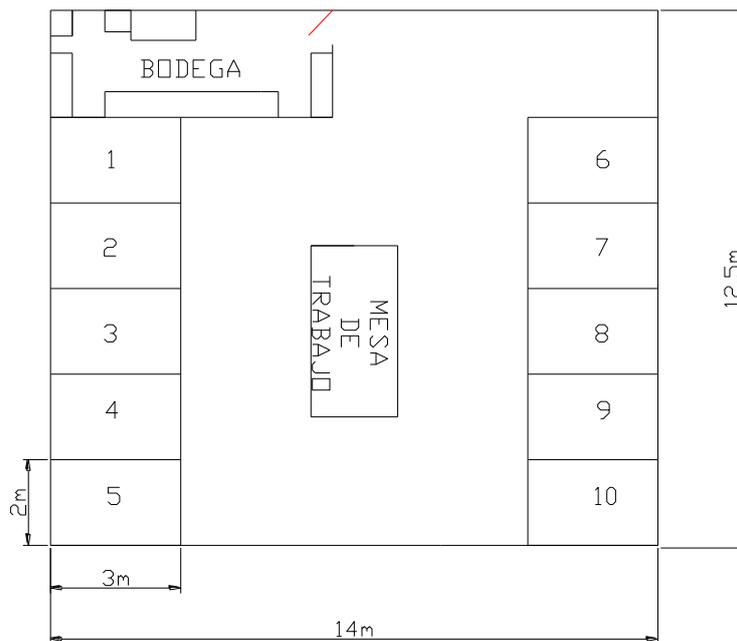


Figura No.4.3 Distribución del taller

### 4.3.3 BODEGA

La bodega que dispondrá el taller almacenará exclusivamente material de consumo diario o de periodos cortos, ya que la empresa dispone de una bodega general donde se almacenan todos los materiales e insumos que se utilizan en el resto de la planta. Las dimensiones de

la bodega están en función de los materiales que se utilizan frecuentemente en el taller, como: gratas, amoladoras y demás suplementos e implementos necesarios cuando se realizan operaciones de corte y soldadura.

Para en manejo de los cilindros que nos permiten soldar como cortar, debemos tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los cilindros deben tener la válvula cerrada inclusive cuando estén vacíos.
- Los cilindros deben estar alejados de fuentes de radiación y de superficies calientes.
- Los cilindros deben estar a una distancia no menor a 6m lejos de materiales combustibles, bien protegidos, bien ventilados, y en un lugar seco.
- Los cilindros deben estar alejados de: escaleras, ascensores.
- Los cilindros siempre deben almacenarse en posición vertical.
- Los cilindros de oxígeno deben estar separados de los cilindros de gas-combustible a una distancia no menor a 6m.<sup>1</sup>

Tomando en cuenta las recomendaciones anteriores, se definen las siguientes dimensiones de la bodega, que incluyen un horno para preservar electrodos especiales y un lugar especial para almacenar tanques de oxígeno, que será 6 m de largo y el ancho será de 2.5 m.

Es justo indicar que en la bodega se ubicará un archivador, que servirá para guardar los permisos de trabajo, procedimiento de soldadura, etc; y un escritorio para el encargado de la bodega y/o taller.

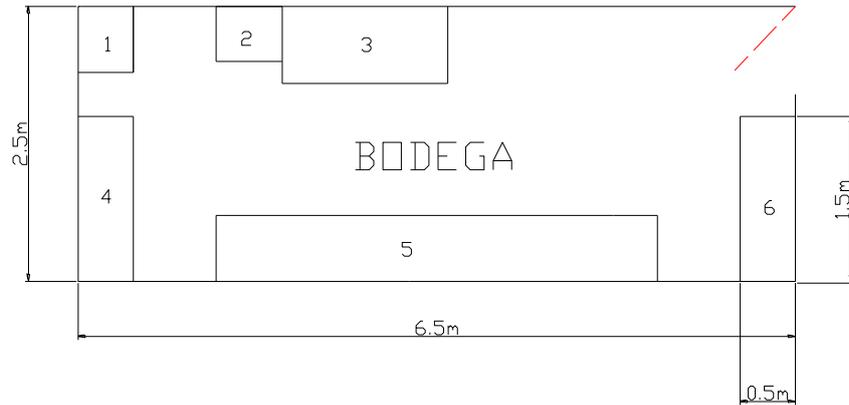
En la figura No. 4.4 se muestra la distribución de la bodega, en la que se indica el espacio respectivo para:

- 1.- Espacio para el horno de electrodos.
- 2.- Archivador.

---

• 1 Norma AWS C2.1 –73,1999

- 3.- Escritorio.
- 4.- Espacio para los cilindros de oxígeno.
- 5.- Estantería.
- 6.- Espacio para los cilindros de acetileno.



**Figura No. 4.4 Bodega**

Luego de obtener las dimensiones básicas del taller, se procede a dimensionar el sistema de ventilación y el sistema de alimentación eléctrica del taller.

#### 4.3.4 SISTEMA DE VENTILACIÓN Y REPOSICIÓN DE AIRE

La ventilación puede producirse de forma natural, y ventilación de forma mecánica.

##### 4.3.4.1 Ventilación para la soldadura general y corte

Debe existir ventilación cuando se cumple una de las siguientes condiciones:

- En un espacio cuya ventilación sea menor a  $284 \text{ m}^3$  de aire por soldador.
- En un cuarto que tenga una altura del techo de menor a 7 m.
- En espacios confinados o donde el espacio para soldar tenga particiones, balcones u otras barreras estructurales que dificulten la ventilación.<sup>1</sup>

#### **4.3.4.1.1 Oxígeno para ventilación**

El oxígeno bajo ningún concepto podrá ser usado para la ventilación de algún trabajo de corte o soldadura.<sup>1</sup>

#### **4.3.4.1.2 Tasa mínima**

La tasa mínima de ventilación será de 57 m<sup>3</sup> por minuto por cada soldador, excepto donde el soldador disponga de capuchas o de respiradores que sean aprobados por los organismos competentes para el efecto, (MSHA y NIOSH), 30 CFR.<sup>1</sup>

#### **4.3.4.1.3 Campanas de extracción**

Las campanas deben ser movibles y de fácil remoción, las mismas que el soldador se pondrá tan cerca como sea posible del lugar de operación, con un flujo de aire suficiente para mantener una velocidad en dirección a la campana de 30 m<sup>3</sup>/min en la zona de soldadura cuando la campana se encuentre a la distancia más remota del punto de soldadura.<sup>1</sup>

#### **4.3.4.2 Ventilación en espacios confinados**

Toda soldadura y cortado que se realice en forma continua y en espacios confinados, se ventilarán para prevenir adecuadamente la acumulación de gases tóxicos.

##### **4.3.4.2.1 Reemplazo aéreo**

Se ventilarán adecuadamente todos los trabajos que se realicen de forma continua que involucren soldadura o corte en espacios confinados para prevenir la acumulación de materiales tóxicos o evitar una posible deficiencia oxígeno. Todo el aire reemplazando será limpio y respirable.<sup>1</sup>

---

• 1 Norma AWS Z49.1,1999

#### **4.3.4.2 Respiradores de líneas de aire**

En circunstancias en las que sea imposible de proporcionar ventilación, se deben usar respiradores de línea de aire o máscaras de manga aprobadas para este propósito bajo 42 CFP.<sup>1</sup>

#### **4.3.4.3 Ventilación Mecánica**

La ventilación mecánica debe darse en los siguientes casos:

- En lugares donde la altura del techo sea menor a 5m.
- En espacios confinados, o si el interior posee divisiones que interrumpen la libre circulación del aire.
- En espacios donde la circulación sea menor a 284 m<sup>3</sup> de aire por soldador.

Teniendo en consideración que existen 10 máquinas de soldadura y dos mesas de bancada ubicadas en la parte central del taller, se tiene que:

El volumen total de trabajo de taller es de: 805 m<sup>3</sup> y el número máximo de personas que podrán estar en taller con todas las máquinas trabajando y por razones de seguridad será de 15 personas, dando como resultado un volumen de 53.6 m<sup>3</sup> de aire por persona.

Por lo tanto, resulta imprescindible que exista ventilación mecánica adicional a la ventilación natural.

#### **4.3.4.4 Diseño de la Campana de Extracción.**

Para el dimensionamiento de la campana de extracción, se deben observar los valores mínimos de extracción de la campana, que es de 46 m<sup>3</sup>/min·m<sup>2</sup>. También se deben tener en cuenta el flujo de gas que existe en cada mesa de trabajo, la presión estática de entrada, así como también el diámetro de la tubería principal que sale de la campana.

##### **4.3.4.4.1 Flujo de gas extraído y velocidad en la cara de la campana.**

$$Q = K \times L \times W \times V_x \quad (1)$$

Donde:

Q = Flujo de gas extraído.

K = 1.6 (constante de forma y disposición de campana)

L = 1 m.

W = 0.6 m.

V<sub>x</sub> = 30.5 m/min (velocidad máxima de aire en el punto más remoto)

Aplicando la formula:

$$Q = K \times L \times W \times V_x$$

$$Q = 1.6 \times 1m \times 0.6m \times 30.5 \frac{m}{\text{min}}$$

$$Q = 29.28 \frac{m^3}{\text{min}}$$

$$Q = 29.28 \frac{m^3}{\text{min}} = 0.488 \frac{m^3}{\text{seg}} = 1756.8 \frac{m^3}{h} = 1034.013 \frac{ft^3}{\text{min}}$$

Con el valor obtenido se verifica en la norma correspondiente para saber si el flujo de gas extraído es el necesario, para esto, se calcula el área de la mesa de soldadura, que es de A<sub>ms</sub> = 0.6 m<sup>2</sup>.

$$Q_{ext} = A_{ms} \times 46 \frac{m^3}{\text{min} \cdot m^2} = 27.6 \frac{m^3}{\text{min}}$$

Por lo tanto, el volumen que se extrae de gases es mayor que el volumen mínimo de caudal requerido.

Para determinar la altura de la campana:

$$A_{cara} = \frac{Q}{V} = L.h \quad (A)$$

Q = flujo de aire extraído.

L = longitud de la mesa de soldadura

V = velocidad aire en la cara de la campana

A<sub>cara</sub> = área de cara de la campana.

Para calcular la velocidad en la cara de la campana se utiliza la siguiente fórmula, la misma que debe ser aplicada en unidades inglesas:

$$V_x = \frac{V}{w^2} \quad (B)$$

La velocidad mínima de aire que debe existir desde la cara de la campana a la mesa de soldadura es de 30.5 m/min. Este valor se reemplaza en la ecuación anterior para obtener la velocidad deseada.

$$V = 30.5 \frac{m}{min} \times 100 \frac{ft}{m} = 3050 \frac{ft}{min}$$

$$V = 387.30 \frac{ft}{min}$$

El valor encontrado se reemplaza en la ecuación A, para obtener el valor de la altura:

$$h = \frac{Q}{L \cdot V}$$

$$h = \frac{1034.013}{(3.28)(387.30)} = 0.82 ft.$$

$$h = 0.25 m.$$

Las siguientes expresiones relacionan L y A:

$$\frac{L}{A} \geq 2 \quad (C)$$

Entonces A = 0.5 m.

El diámetro del ducto que va conectado a la campana puede ser mayor o igual a la dimensión de h.

El ángulo de entrada de la campana  $\phi$  será igual a 45 grados el cual produce la mínima pérdida, generando un factor de pérdidas igual a 0.13 ASA

#### 4.3.4.4.2 Presión estática en la Garganta

La presión estática es la ganancia que se produce debido a la reducción de velocidad.

Para calcular la presión estática en la garganta de la campana se debe asumir que todos los gases emanados en los procesos tienen las mismas características del aire, debido a que no se conoce con precisión los componentes de los gases emitidos. También hay que identificar la presión debida a la velocidad de flujo ( $P_v$ ) y las pérdidas de presión a la entrada de la campana ( $H_e$ ).

Se tienen las siguientes expresiones:<sup>1</sup>

$$P_v = (V / 4005)^2 \quad (D)$$

$$H_e = F \cdot V \quad (E)$$

Donde:

V = velocidad del flujo de aire.

F = factor tabulado de pérdidas, según  $\phi = 45^\circ$  y forma rectangular.

$$P_v = \left( \frac{387.30}{4005} \right)^2$$

$$P_v = 0.00935 \text{ in } H_2O$$

$$P_v \cong 2.32 Pa$$

---

• 1 Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

$$He = F.V$$

$$He = 0.13 \times 2.32 Pa$$

$$He = 0.30 Pa$$

$$Pe = Pv + He$$

$$Pe = 2.32 Pa + 0.30 Pa$$

$$Pe = 2.62 Pa$$

Este valor es equivalente a 0.22 mmca. (milímetros de columna de agua)

#### 4.3.4.4.3 Diámetro del ducto de la campana

Para realizar el siguiente cálculo es preciso conocer el valor del caudal absorbido por la campana y la velocidad recomendada para ductos derivados, estos valores se obtienen mediante el gráfico No.8.1 del anexo 8.

Las velocidades que existen en los ductos secundarios están en función de la velocidad recomendable para la extracción, esta velocidad se la puede obtener mediante el nivel de fluido máximo permisible, ver Cuadro No. 4.2. Considerando que para industrias la velocidad máxima será de 12 m/s, siendo la velocidad recomendada de 9 m/s para ductos principales y 7.5 m/s para ductos derivados. Para el taller se escogerán los valores anteriores recomendados.

Ductos	Caudal de aire [m <sup>3</sup> /s]	Velocidad de aire [m/s]	Diámetro [mm]	Pérdida por rozamiento (mm c.a/m)
Principal	0.488	9	240	0.2
Secundario	0.488	7.5	260	0.18

**Cuadro No. 4.2 Tabla de valores obtenidos en los ductos**

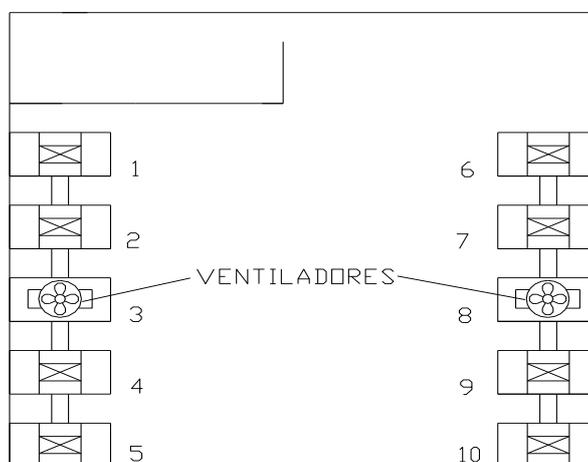
#### 4.3.4.5 Sistemas de ductos.

El cálculo del sistema de ductos se realizó basándose en el procedimiento de recuperación estática, que consiste en dimensionar el conducto de tal forma que el aumento de presión estática en cada rama o boca de expulsión, compense las pérdidas por rozamiento en la

siguiente sección del conducto. De esta forma la presión estática será la misma en cada boca y al comienzo de cada rama.

Para calcular el diámetro de ductos se siguen los siguientes pasos:<sup>1</sup>

1.- Realizar un esquema del sistema de ductos, el que se encuentren perfectamente detallados: caudales, longitudes de los ductos e identificación de accesorios. El caudal que es extraído por cada boquilla es de 28.29 m<sup>3</sup>/min y la distancia que existe entre campanas es de 2m.



**Figura No. 4.5 Esquema de ventilación**

2.- Seleccionar la velocidad inicial del ventilador en el Cuadro No. 4.2, calcular el área del ducto y con este valor escoger el valor de la primera sección del conducto en el Cuadro No.4.2.<sup>1</sup>

Se tienen los siguientes valores para industrias:

Factor de control de ruido	Factor de control – rozamiento de conducto			
	Conductos Principales		Conductos derivados	
	Suministro	Retorno	Suministro	Retorno

• 1 Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

<sup>1</sup> Rodas/Guachamín, Estudio para las Instalaciones de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

12.5	15	9	11	7.5
------	----	---	----	-----

**Cuadro No. 4.3 Velocidades recomendadas para sistemas de baja velocidad**

3.- Para la determinación las dimensiones restantes de los conductos se utiliza el gráfico No. 8.2, Anexo No.8 que sirve para encontrar la relación L/Q conociendo el caudal y la longitud equivalente entre bocas o ramas del conducto que se va a dimensionar. También se utiliza el gráfico No. 8.3, Anexo No. 8 ( recuperación estática en baja velocidad), que sirve para determinar la velocidad del ducto  $V_2$  conociendo la velocidad del flujo  $V_1$  y la relación L/Q( recuperación estática en baja velocidad).

Longitud equivalente entre bocas o ramas = 3 m

4.-Utilizando los valores de la velocidad  $V_2$  junto con el caudal en el ramal se obtiene el área o sección del ducto con la siguiente relación:

$$A = \frac{Q}{3600 \cdot V_2} \quad (F)$$

Donde:

Q = caudal existente en el ducto (  $m^3/h$ )

$V_2$  = Velocidad en el ducto (m/s)

A = Sección del conducto ( $m^2$ )

5.- Con ésta sección se obtiene directamente las dimensiones del ducto en la tabla No. 8.1 del Anexo No.8 y se realiza el procedimiento anterior hasta haber obtenido los valores de todos los ductos de ventilación.

6.- Presión total en la descarga del ventilador es la suma de:

Pérdida de Carga. Para calcular la pérdida de carga en el conducto principal se multiplica la pérdida por rozamiento en el ducto por la longitud equivalente. La pérdida por rozamiento se calcula con la utilización del gráfico No.8.1, Anexo No.8, en la función al caudal y diámetro equivalente del ducto, a su vez la longitud del ducto es igual a la suma de la longitud del ducto más las longitudes equivalentes en accesorios.

Presión estática. La presión estática de las campanas de extracción, cálculo anteriormente determinado.

Presión en la boca de impulsión. La presión en las bocas de expulsión se calcula con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\delta_{aire} \cdot Q \cdot V}{A} \text{ (G)}$$

Donde:

P = Presión en las bocas de impulsión [Pa].

$\delta$  = Densidad del aire a 60°C (temperatura promedio de los gases producto de la soldadura) [Kg/m<sup>3</sup>].

Q = Caudal en la boca de impulsión [m<sup>3</sup>/s].

V = Velocidad del aire de extracción [m/s].

A = Área del ducto en la boca de impulsión [m<sup>2</sup>].

A continuación con los valores del caudal en el ducto principal y la presión total en la descarga del ventilador se selecciona el ventilador en un manual comercial.

#### **4.3.4.6 Sistema de Extracción**

El taller consta de diez puestos de soldadura con la respectiva campana de extracción, distribuidas de la siguiente manera: cinco al lado izquierdo y cinco al lado derecho, tomando como punto de referencia la entrada al taller.

Cada campana de extracción tiene un caudal fijo de 28.29 m<sup>3</sup>/min y están conectadas a una tubería principal.

##### **4.3.4.6.1 Sistema de Extracción Lado Derecho**

Es importante que el sistema de extracción sea simétrico, por ésta razón el puesto número 3 es el que cumple la condición de simetría con respecto al resto de puestos que están ubicados del mismo lado, con un caudal de aire de 29.28 m<sup>3</sup>/min.

En la parte superior de la campana 3 existe un ducto donde convergen los fluidos de aire extraído de los demás puestos, el sistema incluye el ventilador y se encuentra en el interior del taller.

La presión total de descarga del ventilador es el resultado de la suma de:

La pérdida de carga en el ducto más extenso =  $0.2 \text{ mmca/m} \times 10 \text{ m} = 2 \text{ mmca}$ .

La presión estática en la campana de extracción =  $0.22 \text{ mmca}$

La presión en las bocas de impulsión que se calcula con las siguiente fórmulas; F y G, mencionada anteriormente.

$$A = 0.0523 \text{ m}^2$$

$$P = 25.17 \text{ Pa} \cong 2.52 \text{ mmca}$$

$$\text{Presión total} = 2 + 0.22 + 2.52 = 4.74 \text{ mmca} \cong 69.79 \text{ Pa.}$$

Con estos valores se recurre al gráfico No. 8.4 del Anexo No.8 y se obtienen los siguientes valores para un ventilador centrífugo de álabes aerodinámicos.

$$\text{Eficiencia \%} = 70$$

$$\text{Potencia constante} = 1 \text{ Hp.}$$

#### **4.3.4.6.2 Sistema de Extracción Lado Izquierdo**

En esta parte del taller existen cinco puestos con sus respectivas campanas de extracción con un caudal de  $29.28 \text{ m}^3/\text{min}$ . Siendo el puesto número 5 el centra l y simétrico.

Siguiendo la forma de cálculo anterior se tiene que:

La presión total de descarga del ventilador es el resultado de la suma de:

La pérdida de carga en el ducto más extenso =  $0.2 \text{ mmca/m} \times 10 \text{ m} = 2 \text{ mmca}$ .

La presión estática en la campana de extracción =  $0.22 \text{ mmca}$

La presión en las bocas de impulsión que se calcula con la siguiente fórmula F y G, mencionada anteriormente.

- 
- 1 Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

$$A = 0.0523 \text{ m}^2$$

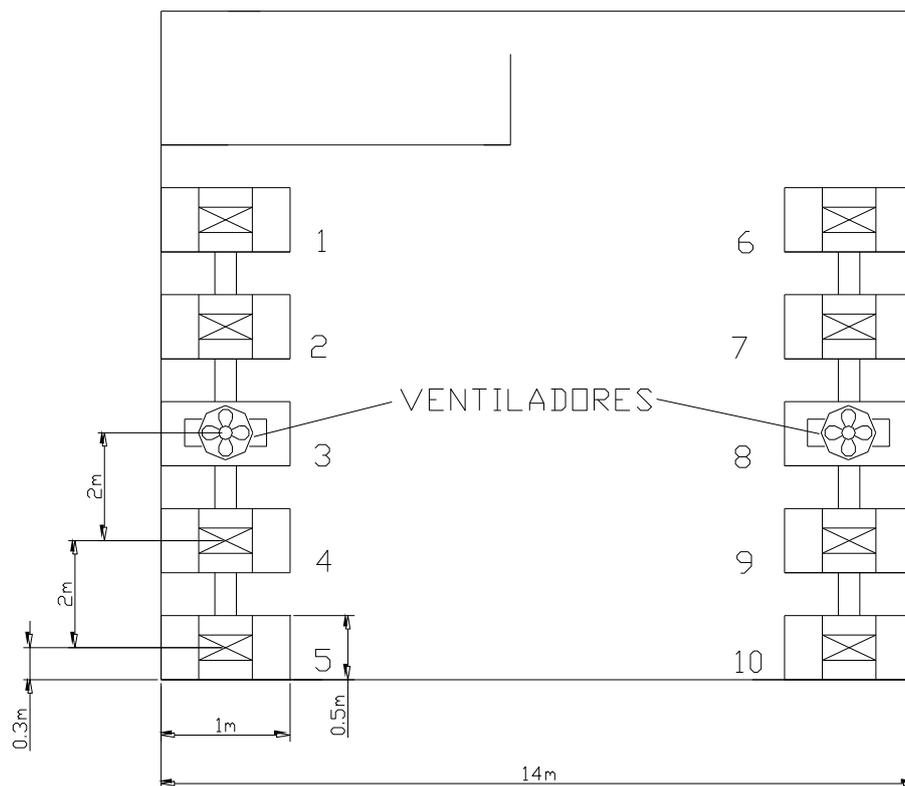
$$P = 25.17 \text{ Pa} \cong 2.52 \text{ mmca}$$

$$\text{Presión total} = 2 + 0.22 + 2.52 = 4.74 \text{ mmca} \cong 69.79 \text{ Pa.}$$

Con estos valores se recurre al gráfico No. 7.4 del Anexo No. 7 y se obtienen los siguientes valores para un ventilador centrífugo de álabes aerodinámicos.

$$\text{Eficiencia \%} = 70$$

$$\text{Potencia constante} = 1 \text{ Hp.}$$



**Figura No. 4.6 Sistema de ventilación**

- 1 Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

#### 4.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En la instalación eléctrica se colocarán los tomacorrientes necesarios para las máquinas soldadoras, máquinas amoladoras, máquinas taladradoras, etc, así también, todo el sistema de iluminación del taller.

Existen los siguientes cables para realizar la instalación eléctrica del taller:<sup>1</sup>

Cable TTU. Este cable es utilizado en instalaciones por ductos, tuberías desde ¼ pulg en adelante o que sean directamente enterradas y tienen un aislamiento de 20000V.

Cable TW. Este cable es utilizado en sistemas de alumbrado, como los que se describen a continuación: edificaciones, conexiones de tableros de control, o en lugares donde el voltaje no sobre pase los 600 voltios.

Cable THW. Este cable tiene la misma aplicación que el TW y además sirve para la interconexión de motores donde las condiciones de operación exigentes y de alta seguridad.

El cable que se usara se del tipo AWG cuyas secciones o calibres serán calculados a continuación, tanto para los circuitos de potencia como para los de iluminación, esto se lo hará teniendo en cuenta las potencias de consumo de cada una de las máquinas soldadoras así como también el número adecuado de lámparas según sea la elección costo beneficio.

Para realizar los cálculos de las instalaciones eléctricas se deben tomar en cuenta la capacidad de corriente máxima, voltaje máximo y la caída de tensión que va existir. Para esto se utilizan las siguientes fórmulas.<sup>1</sup>

$$I = \frac{S}{KV}$$

---

• 1 Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

Donde:

I = intensidad de corriente (A)

S = Potencia Aparente (VA)

V = Voltaje fase – neutro o voltaje entre fases.

K = Variable.

Caída de Tensión:1

$$\Delta V = \frac{K_1 \cdot L \cdot I}{d^2}$$

Donde:

$K_1 = 78.74$  para conductores de cobre.

$\Delta V$  = caída de tensión [V].

L = longitud del conductor [m].

$d^2$  = área de sección transversal (AWG)

Las caídas de voltaje admisible para las diferentes condiciones son:

Circuitos de iluminación 2%.

Circuitos de fuerza 10%

#### **4.4.1 Circuito de iluminación**

Para empezar con este cálculo, definamos los objetivos que tiene el alumbrado en una instalación industrial como es nuestro caso y señalaremos algunos puntos clave para obtener una buena iluminación.

##### **4.4.1.1. Objetivos del Alumbrado**

- Proporcionar una iluminación adecuada para que los trabajos que en él se realicen puedan efectuarse con la rapidez, seguridad y precisión deseadas.

- 
- 1 Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

- Contribuir a la creación de un ambiente visual agradable, cómodo y estimulante que permita conseguir unas aceptables condiciones de seguridad, higiene y bienestar en los puntos de trabajo.
- Satisfacer, además, en algunos casos, una serie de exigencias específicas que pueden presentarse en determinados espacios: potenciar la imagen empresarial, permitir la conclusión ordenada de la tarea en una emergencia, etc.

Pero si conseguir estos objetivos constituyen una exigencia básica y primordial, no es menos importante asegurar que su logro se efectúe con una racional y económica utilización de la energía, que exige su implantación y requiere su uso; de ahí que, conseguir alumbrados que la utilicen con la eficacia que permite la tecnología actual sea una exigencia básica, no sólo bajo el punto de vista empresarial, sino por el propio interés nacional, por tal motivo señalamos en el Anexo No. 9 algunos tipos de lámparas eléctricas

#### **4.4.2.1 Puntos claves para una buena iluminación industrial**

*Luz suficiente*, tener niveles adecuados de luz, según la naturaleza de la tarea visual. Mayores necesidades por: probabilidad de cometer errores es menor, motivos de seguridad, edad del trabajador.

*Iluminación uniforme*, una iluminación general con un alto grado de uniformidad, garantiza total libertad a la hora de situar la maquinaria y los bancos de trabajo. (en cualquier punto 200 lux)<sup>1</sup>

*Buena iluminación vertical*, en ciertos trabajos la tarea visual está localizada en el plano vertical. Se puede recurrir a las empotradas en el techo que ofrecen una distribución asimétrica de la luz.

---

<sup>1</sup> Ministerio de Energía y Minas, Eficiencia Energética Electricidad 2000

*Fuentes de luz bien apantalladas*, en alturas de montaje bajas es fundamental, debido a que las fuentes de luz son relativamente brillantes y producen un flujo elevado en todas direcciones. Las rejillas proporcionan el apantallamiento en la dirección crítica.

*Brillo de equilibrio uniforme*, una iluminación uniforme contribuye a crear una sensación de confort.

*Color de luz agradable*, lo que se necesita es una fuente con una apariencia de color agradable y un buen rendimiento de color.

*Bajo costo de mantenimiento*, es tan importante como la maquinaria moderna y un personal motivado. De instalar una iluminación buena y eficaz, es de sentido común que se obtendrá menores costos de energía y mantenimiento.

#### 4.4.3 Cálculo del alumbrado eléctrico.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques, ver Figura No. 4.7.

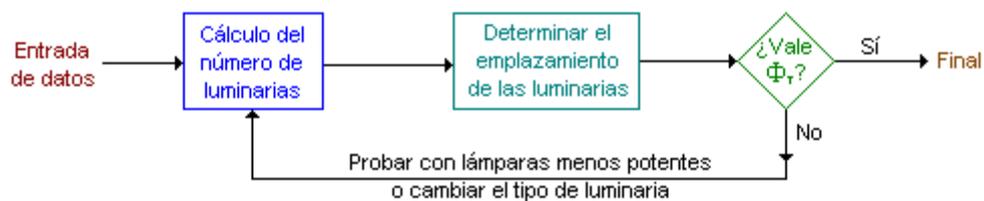
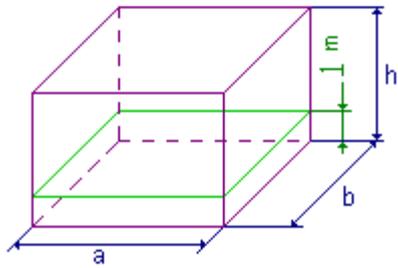


Figura No. 4.7 Diagrama de bloque de cálculo de iluminación

#### Datos de entrada

Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), considerando el alto de las mesas de soldadura que es de 1 m, ver Figura No. 4.8.



**Figura No. 4.8** Altura del plano de trabajo

#### **4.4.3.1 Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ).**

Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones que aparecen en la Tabla No.9.1 del Anexo No 9, y que para nuestro caso (taller industrial de soldadura) es de 300 lux.

#### **4.4.3.2 Selección de la lámpara**

Se selecciona lámparas incandescentes de 400W, la cual da un promedio de 32500 lúmenes, montadas en proyectores, basados en el Cuadro No. 9.1 del Anexo No 9.

#### **4.4.3.3 Sistema de alumbrado**

Se ha determinado usar iluminación difusa ya que da un aspecto monótono al taller y sin relieve a los objetos iluminados, aprovecha la mayor cantidad del flujo de las lámparas que va dirigida directamente hacia el suelo.

#### 4.4.3.4 Cálculo de la altura de suspensión (h)

El cálculo se lo realiza según el sistema de iluminación difusa, ver Cuadro No.9.2 del Anexo No. 9

$$\text{Mínimo: } h = \frac{2}{3} (h^{\wedge} - 1)$$

$$\text{Óptimo: } h = \frac{4}{5} (h^{\wedge} - 1)$$

Donde:

$h$  = altura de suspensión

$h^{\wedge}$  = altura del local

Entonces con los datos que se tienen, se puede calcular  $h$ :

$$\text{Mínima: } h = \frac{2}{3} (h^{\wedge} - 1) = 4\text{m}$$

En conclusión la altura de suspensión mínima será de 4 metros

$$\text{Óptimo: } h = \frac{4}{5} (h^{\wedge} - 1) = 4.8\text{m}$$

En conclusión la altura de suspensión óptima será de 4.8 metros, ver Figura No. 4.9

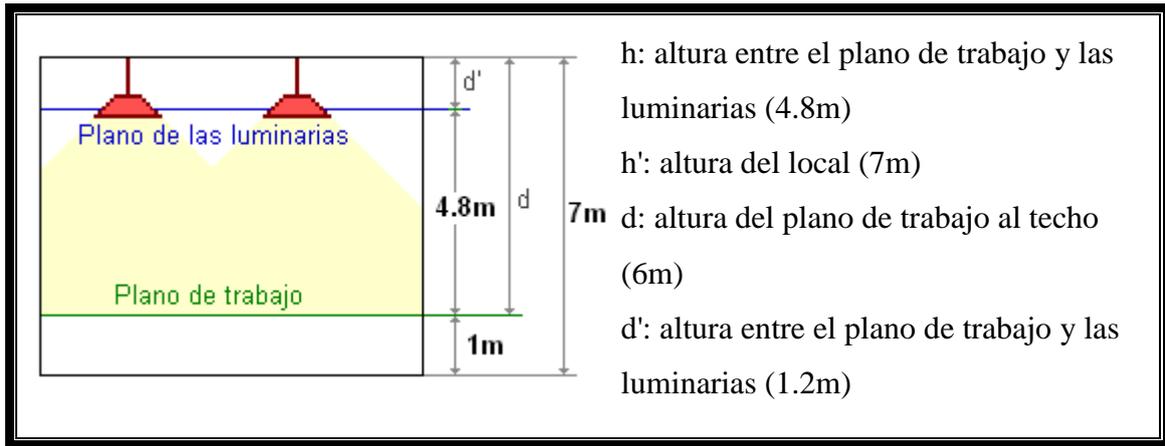


Figura No.4.9 Altura de suspensión

#### 4.4.3.5 Calculo del índice del local (k).

$$k = \frac{a \times b}{h(a+b)}$$

Donde:

$k$  = índice del local

$a$  = ancho del taller

$b$  = largo del taller

$h$  = índice de suspensión (óptimo)

Entonces con los datos que se tienen, se puede calcular  $k$ : ver Figura No. 9.1 del Anexo No. 9.

$$k = \frac{14 \times 12.5}{4.8(4 + 12.5)} = 1.38$$

En conclusión el índice del local es de 1.38

Donde **k** es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable; ver Figura No.9.2 del Anexo No.9.

#### 4.4.3.6 Determinar los coeficientes de reflexión ( $\rho$ ).

Esto se lo debe hacer del techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado ver Cuadro No. 4.6.

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
<b>Paredes</b>	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
<b>Suelo</b>	claro	0.3
	oscuro	0.1

**Cuadro No. 4.4 Factores de reflexión.**

En su defecto tomamos 05 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

#### 4.4.3.7 Factor de utilización ( $\eta$ ).

A partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de

luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar como es nuestro caso, dándonos como resultado un factor de utilización de 0.15 Ver Anexo 9. Tabla No. 9.1

#### 4.4.3.8 Determinar el factor de mantenimiento ( $f_m$ ).

Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual tomamos un valor de 0.7<sup>1</sup>, ver Cuadro No. 4.7

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Cuadro No. 4.5 Factor de mantenimiento

#### 4.4.3.9 Cálculo del flujo luminoso total necesario.

Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_{\tau} = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

---

<sup>1</sup> Apuntes de Instalaciones Eléctricas, Ernesto Abril, E.S.P.E.L. 2003

$\Phi_t$ = el flujo luminoso total

E= iluminancia media deseada

S= superficie del plano de trabajo

$\eta$ = factor de utilización

$f_m$ = factor de mantenimiento

$$\Phi_t = \frac{300 \times 175}{0.15 \times 0.7} = 500000 \text{ lm}$$

En consecuencia tenemos un flujo luminoso total de 500000 lúmenes

#### 4.4.3.10 Cálculo del número de luminarias.

Para ello aplicaremos la fórmula

$$N = \frac{E \times A}{\eta \times F_m \times \Phi_{lamp}}$$

Donde:

N= número de luminarias

E= iluminación o nivel de iluminación

$\Phi_{lamp}$ = flujo luminoso de la lámpara

$\eta$  = factor de utilización

A= área del taller

$$N = \frac{(600 \text{ lx}) (75 \text{ m}^2)}{0.15 \times 0.7 \times (2500 \text{ lm})} = 15.3$$

Entonces tenemos 15 lámparas para instalar.

#### 4.4.3.11 Emplazamiento de las luminarias.

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas procederemos a distribuirlas sobre el taller de soldadura; considerando que nuestro taller es rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local, ver Figura No. 4.10

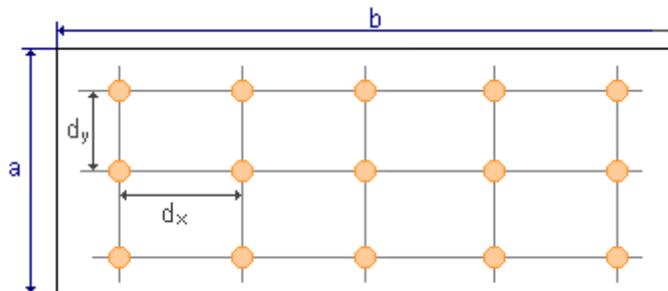
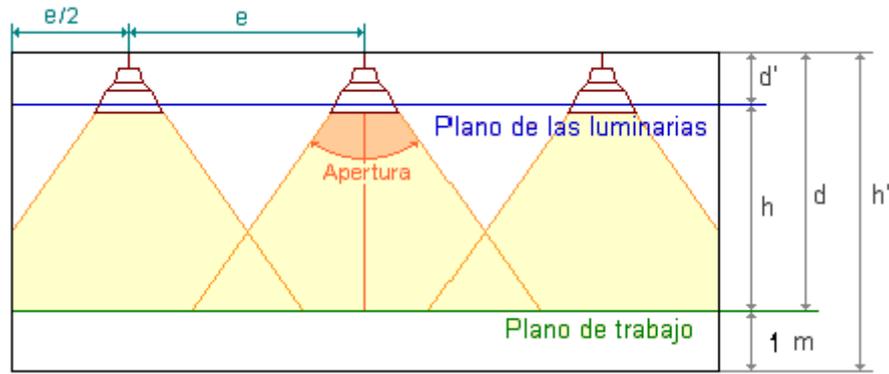


Figura No. 4.10 Distribución de las luminarias

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo, como se muestra en la Figura No. 4.11



**Figura No. 4.11 Distancia máxima de separación entre las luminarias**

Como puede verse, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo.

De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia). Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir en el Cuadro No. 4.6

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	$\leq 4$ m	$e \leq 1.6 h$

**Cuadro No. 4.6 Distancias entre la pared y las luminarias.**

Después de haber realizado los cálculos y determinado el numero y la disposición de las luminarias queda distribuido de la siguiente manera, ver Figura 4.12 y 4.13

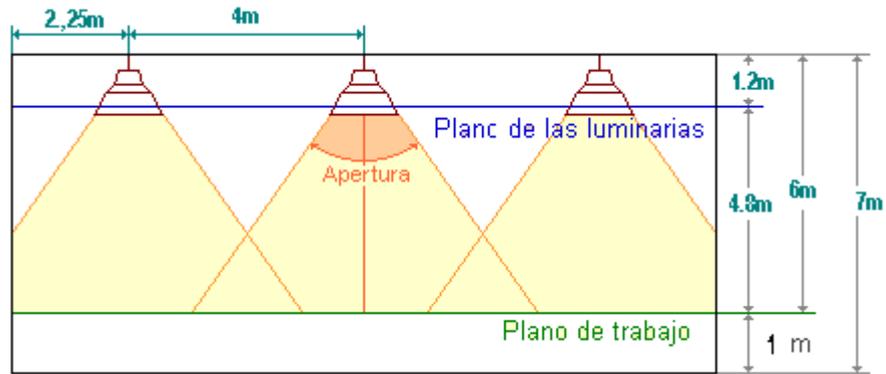


Figura 4.12 Plano de las luminarias

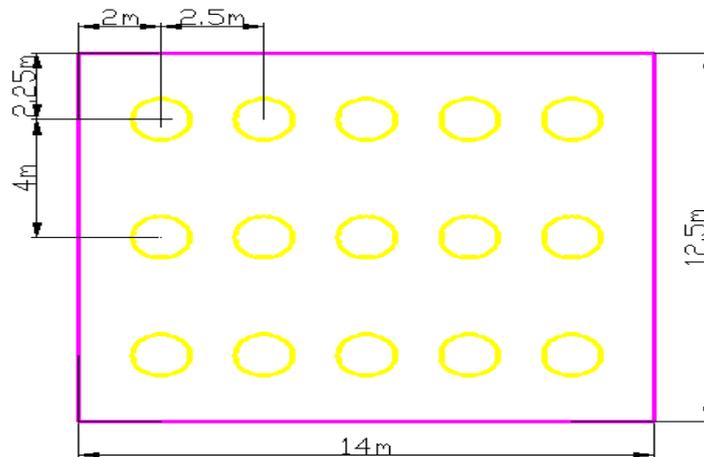


Figura No. 4.13 Distribución de las luminarias

#### 4.4.3.12 Luminaria

Lámpara de halógeno de descarga en gas de 400 W, la cual da un promedio de 32,500 lúmenes.

Reflector de campana con el casco de aluminio anodizado y difusor alrededor.

### 4.5 CIRCUITO DE FUERZA

El circuito de fuerza será trifásico por lo que en los tomacorrientes servirán para conectar aparatos que requieran una alimentación de 120V y de 220V encontrará, diferenciándolos

entre ellos mediante distintos tipos de enchufes, además se requerirá de un disyuntor de 15 a 75 A, ya que los amperajes a manejarse son elevados.

Para el dimensionamiento del circuito de fuerza tomaremos en cuenta la potencia de consumo de cada máquina soldadora, ver Cuadro No. 4.7

No	Marca	Datos de placa		Potencia de Consumo Kw	Código de Maquina
		Entrada	Salida		
1	Miller XH 300 MIG-MAG	V=230/460 V I= 40/20 A Pot= 8.2 KW AC/DC	28 V 200 A OCV= 42V Duty Cycle: 60%	8.2	SM-04
1	Linc Welder N225 Lincoln SMAW	V=220/440 V I=32/16 A DC	50 V 250 A Duty Cycle 30%	7.5	SA-02
1	Oxiacetilénica OAW	-----	----- --	-----	Sin Referencia

No	Marca	Datos de placa		Potencia de consumo Kw	Código de Maquina
		In	Out		
1	Miller Dialarc HF GTAW	V=200/230/ 460V I=103/90/45 A AC/DC	30 V	10	SM-03
			125/200/ 250A		
			OCV=75V Duty Cycle 100/40/40		
			59 V		
1	ESAB, LHE 200 SMAW	V=230V I=50 A AC	225 A	8	SA-01
			OCV= 79V Duty Cycle 35% a 170A		
			26000 A		
			OCV= 80V Duty Cycle 6.1%		
1	AMERICAN CHOWEL RSW	V=220/440V I=104/94/47 A Pot=75KVA DC	30 V	7	SP-01
			250 A		
			OCV= 75V Duty Cycle 30%		
			30 V		
1	Hobart TR 250 SMAW	V=230/460 V I=96/48 A AC/DC	250 A	10	SA-03
			OCV= 75V Duty Cycle 30%		
			30 V		
			250 A		

Cuadro No.4.7 Maquinaria de soldadura y potencias de consumo

#### 4.5.1 Cálculo de la corriente de consumo

Para este cálculo nos ayudaremos de la siguiente formula.

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \text{Cos}\phi$$

Despejando queda:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Cos}\phi}$$

Donde:

P= Potencia de consumo

$\sqrt{3}$  = Constante

I = Corriente de consumo

Cos $\phi$ = factor de potencia

En este caso consideramos al factor de potencia con valor de 1 puesto que las maquinas soldadoras nos dan un efecto netamente resistivo.

Entonces:

$$I = \frac{8.2Kw}{\sqrt{3} \cdot 220} = 21.5A$$

Así calcularemos las corrientes para cada una de las máquinas soldadoras.

Esta corriente nos permitirá seleccionar de la tabla No.9.2 del Anexo No. 9, el conductor técnica y económicamente recomendado, que alimentaría cada máquina soldadora<sup>15</sup>

Según este primer caso cuya corriente de consumo es de 21.5 amperios la tabla No 9.2 del Anexo No.9 recomienda usar un conductor calibre 10 AWG.

Este cableado estará dentro de tubos de acero galvanizado, conocidos en el mercado ecuatoriano como tubos conduit, prescritos por el código eléctrico nacional; como se esta tratando de un sistema trifásico pasaremos 3 conductores fases mas un neutro, según la Tabla No. 9.3 del Anexo No.9 se debe usar tubería conduit de ¾" aproximadamente 19 mm.

---

<sup>15</sup> Apuntes de Instalaciones Eléctricas, Ernesto Abril, E.S.P.E.L. 2003

Determinación del factor de coincidencia, es el que nos relaciona la demanda con la carga instalada siendo directamente proporcional a la demanda e inversamente proporcional a la carga instalada, que para nuestro caso será de 25%<sup>1</sup>

Entonces bajo este factor encontraremos nuestra nueva corriente de consumo que a su vez nos permitirá selección nuestro termo magnético adecuado por la siguiente ecuación:

$$I_s = I_x f_c$$

Donde:

$I_s$  = corriente de selección

$I_x$  = corriente de consumo

$f_c$  = factor de coincidencia

$$I_s = 21.5 \times 1.25 = 26.8 \cong 27A$$

Según la corriente de selección de nuestro primer caso, seleccionamos el interruptor termo magnético, que ira ubicado en el STDI (sub tablero de distribución interna), mismo que será de 30 A ya que no existe en nuestro mercado uno de 27 A, según el código eléctrico nacional, ver Tabla No. 9.4 del Anexo No.9

Encontrado en conductor y la protección para cada una de las maquinas soldadoras describimos en el Cuadro No. 4.8 cada uno de los cálculos realizados en base a nuestro primer caso.

No	Máquina Soldadora	Potencia de Consumo Kw	Corriente de Consumo A	Calibre del Conductor AWG	Diámetro de la Tubería Recomendada mm	Protección Termo Magnética A
1	Miller XH 300 MIG-MAG	8.2	21.5	10	19	30
1	Linc Welder N225 Lincoln	7.5	19.6	10	19	30

	SMAW					
1	Miller Dialarc HF GTAW	10	26.2	10	19	40
1	ESAB, LHE 200 SMAW	8	21	10	19	30
1	AMERICAN CHOWEL RSW	7	18.3	10	19	30
1	Hobart TR 250 SMAW	10	26.2	10	19	40

**Cuadro No. 4.8 Determinación del Circuito de Fuerza**

#### **4.6 Conexión a tierra**

La conexión a tierra sirve para proteger de posibles descargas eléctricas al personal que labora en el taller.

En todos los sistemas y dispositivos eléctricos, las partes metálicas accesibles, como armazones, carcasas o interruptores, suelen conectarse a tierra. Si no se actúa así, un fallo del aislamiento o algún otro accidente puede hacer que dichas partes queden a un potencial distinto del de la tierra, con el consiguiente peligro de descarga eléctrica.

Las instalaciones a tierra son cuerpos metálicas, que se los denomina electrodos, estos pueden ser: tipo pica, placa, anillo y malla que van enterrados en la tierra y dispersan la corriente,

Se recomienda hacer las conexiones pertinentes para que el circuito eléctrico este conectado a al sistema general de protección de la planta.

## CAPITULO V

### DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE SOLDADURA Y DISEÑO DE LOS DOCUMENTOS SEGÚN ISO 9001:2000

#### 5.1 FORMATOS UTILIZADOS EN SOLDADURA

Estos formatos son el lenguaje utilizado por los técnicos e ingenieros dedicados a la soldadura. En estas hojas especiales se detallan con el menor número de palabras todos los datos, parámetros, procesos, variables, etc., que sean necesarios para comprender la soldadura que se quiere realizar y las pruebas necesarias para aprobar o rechazar esta soldadura.

Existen tres formatos principales llamados comúnmente por las siglas en inglés: WPS, PQR y WPQ.

#### **Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)<sup>16</sup>**

El WPS (Welding Procedure Specification) es un formato en el que se detallan todas las variables necesarias y suficientes para realizar una soldadura. Los datos contenidos en el WPS deben permitirle al soldador ajustar todos los parámetros de soldadura sin dejar nada a la libre interpretación.

Para que un WPS sea considerado aceptable, este debe ser calificado. La calificación consiste en ciertas pruebas que se realizan a la junta soldada y que se detallan en la norma utilizada como referencia. Los resultados de todas las pruebas exigidas se colocan en otro formato llamado PQR.

---

<sup>16</sup> J. Becarías, Folleto de Tecnología de Soldadura, 2001.

Para facilitar su comprensión se debe tener las siguientes consideraciones al realizar un WPS:

- Los datos afines se agrupan; por ejemplo al referirse al metal de aporte se debe aclarar la marca, la denominación comercial, la clasificación AWS, el diámetro, es decir, solo lo referente al material de aporte.
- El WPS debe numerarse y se debe mantener una concordancia en la numeración de todos los WPS's que se realicen dentro de un mismo proyecto.
- Todos los valores medibles deben ser tolerados, es decir, deben estar dentro de un rango.
- Se debe mantener uniformidad con las unidades de medida utilizadas. Se recomienda utilizar los milímetros para longitudes y los ángulos decimales para las medidas angulares.
- El formato de WPS se debe adaptar al proceso de soldadura utilizado, y no el proceso al formato. No hay que olvidar que cada proceso tiene variables diferentes y que estas deben estar claramente definidas dentro del WPS.
- Si se cambia alguna de las variables esenciales en el WPS, el mismo debe describirse y recalificarse.
- El esquema es la mejor manera de detallar la junta. Este debe ser claro y representado en corte de la sección de soldadura, no en tres dimensiones.
- Siempre debe existir un cuadro de notas, mismas que deben ser cortas y aclaratorias de aspectos no tratados en el WPS.

El formato de WPS utilizado se encuentra en el Anexo No. 10.

## REGISTRO DE PROCEDIMIENTO DE CALIFICACIÓN (PQR)<sup>17</sup>

El PQR (Procedure Qualification Record) es un formato en el cual se detallan con claridad los datos reales utilizados para fabricar una probeta de soldadura, así como los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la misma probeta.

Cuando se quiere realizar un proyecto de soldadura todos los WPS utilizados en el mismo deben ser calificados. Como no se puede realizar las pruebas destructivas de soldadura en los elementos mecánicos reales se utilizan las llamadas probetas o cupones de prueba, que son muestras representativas de la soldadura que se quiere calificar. Las formas y dimensiones de estas probetas están dadas en las normas y códigos internacionales del Soldadura.

Para cada proyecto de soldadura que se quiera realizar existe por lo menos una norma específica que lo contempla. Por ejemplo, para la soldadura de tubería de oleoducto existe la norma API 1104, para soldadura de puentes de acero existe la norma AWS D1.5, para la soldadura de un Tanque de Almacenamiento y Recipientes de Presión existe el código ASME sección IX, etc.

Al enmarcar un determinado proyecto de soldadura dentro de una norma, esta misma nos indica cuales y cuantas son las pruebas que se debe realizar, así como los criterios de aceptación y rechazo que se deben aplicar a estas pruebas.

Algunas de las pruebas más comunes que se solicitan para calificar un procedimiento de soldadura se indican en el cuadro N° 5.1.

Ensayos no destructivos	Ensayos destructivos
Inspección visual	Tensión
Rayos X	Doblado guiado(raíz, cara o lateral)
Rayos Gama	Nick-Break
Ultrasonido	Micrografía

<sup>17</sup> J. Becarías, Folleto de Tecnología de Soldadura, 2001

## **Cuadro N° 5.1 Ensayos para calificación de Procedimientos de Soldadura.**

En el anexo 10 se encuentra el formato del PQR utilizado.

### **Calificación de Soldadores (WPQ)<sup>18</sup>**

El WPQ (Welding Performance Qualification) es un formato donde se especifican los resultados de las pruebas realizadas a la junta soldada, no para calificar un procedimiento sino para determinar la habilidad de una persona (soldador) en realizar soldaduras de buena calidad.

Para que se pueda conocer verdaderamente la habilidad del soldador, se debe utilizar un procedimiento de soldadura previamente calificado, esto es, con el fin de descartar la posibilidad de que un eventual fallo en la calificación del soldador pudiese deberse a un mal procedimiento de soldadura.

identificación de la necesidad

Se realizó un estudio para identificar las principales necesidades de soldadura de la empresa ECUAMATRIZ, misma que serán objeto de calificación según códigos internacionales de construcciones metálicas soldadas.

### **Estructuras metálicas**

Se requiere constantemente de trabajos de soldadura en estructuras de soporte tipo canastillas que se encuentran en el proceso primario. La soldadura es en placas de acero A36, de espesor menor a 10 mm.

---

<sup>18</sup> J. Becarías, Folleto de Tecnología de Soldadura, 2001

Esta soldadura se realiza tanto para reparación como para construcción, y regularmente se emplea el proceso, SMAW.

El código seleccionado para esta aplicación es: AWS D1.1: 2006 “Structural welding Code-Steel”.

### **Tubería de conducción y vacío**

Se requiere soldadura de producción y de mantenimiento en líneas de tubería que varían en diámetros entre 50 y 250 mm con espesores de entre 3 y 10 mm.

Estas tuberías son todas de acero de bajo carbono y están sometidas a presiones positivas de hasta 75 psi, y negativas de hasta 400 mm de mercurio (Línea de vacío).

Esta tubería se encuentra en el proceso primario y secundario de producción.

El código seleccionado para esta aplicación es: ASME sección IX: 2005. “Boiler & Pressure Vessel Code”.

### **INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN<sup>19</sup>**

Para la ejecución de la soldadura, a más del equipo o fuente de poder que será el que suministre la energía necesaria, se necesitan algunos instrumentos de medida que permitirán una adecuada calibración de los parámetros de soldadura. En este sentido, se utilizaron aparatos apropiados para medición de: amperaje, voltaje, y además, instrumentos que permitan medir tiempo y longitud (estos dos últimos consistieron en un cronómetro y un flexómetro respectivamente).

---

<sup>19</sup> Peralta – Sánchez, Elaboración y Calificación de WPS's para la Soldadura de Placas de Acero de Bajo Carbono con el Proceso GMAW, utilizando gases comercializados por AGA., 2005

## Medición de Tiempo

Para medir el tiempo se uso un cronómetro marca CASIO. Cuya escala era en segundos.

## Medición de Distancia

Para tomar las medidas de las placas se uso un flexómetro y para tomar medidas más precisas del cordón de soldadura como son abertura de raíz, sobremonta, penetración, ancho de cordón se uso el calibrador pie de rey.

## Medición de Amperaje

En lo que respecta a la medición de amperaje, ésta fue realizada con la ayuda de una pinza de marca FLUKE, modelo 337, la misma que está diseñada para registrar lecturas de amperaje a través de una pantalla digital, cuando cualquier tipo de corriente (continua en este caso) fluye a través del cable de la pistola de soldadura, el mismo que tiene que ser cercado por las tenazas del aparato de medición, como se aprecia en la figura No. 5.1.



**Figura 5.1 Instrumento utilizado para medir amperajes y voltajes**

1. Cavidad destinada al paso del cable de la pistola de soldadura
2. Perilla selectora utilizada para escoger la modalidad de uso del instrumento de medida, ya sea como amperímetro ( $DC^+$ ,  $DC^-$  o CA), voltímetro (para voltaje continuo o alterno), óhmetro o frecuencímetro.
3. Pantalla digital a través de la cual se registran las mediciones que arroja la pinza.
4. Terminales utilizados por el instrumento para registrar ya sea diferencia de potencial (voltaje), ó continuidad (resistencia eléctrica).

5. Tenazas de la pinza que permiten el acceso o no del cable de soldadura.
6. Gatillo que acciona las tenazas del instrumento.

Este instrumento tiene la capacidad de registrar mediciones de amperaje hasta de 1000 A con una décima de precisión, además, puede ser encerado, y provee de valores máximos y mínimos de amperaje registrados en un intervalo de tiempo durante el cual fluya la corriente por entre las tenazas de la pinza.

### **Medición de Voltaje**

Con la ayuda de la misma pinza que fue utilizada para la medición de amperajes, se puede registrar valores de voltaje posicionando adecuadamente la perilla del instrumento. Estos valores son al igual que en el caso anterior, registrados a través de la pantalla digital de la pinza, cuando existe una diferencia de potencial (voltaje) entre los terminales del aparato (ver figura No. 5.1), que ocurre al entrar en contacto cada uno con los respectivos bornes de la máquina soldadora al momento de soldar.

## **CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS**

En el caso particular de la tesis se tomo como referencia para calificar los procedimientos las normas; AWS D1.1:2006 para placas y la norma ASME IX: 2005 para tubería. Uno de los requerimientos de la norma ISO 9001:2000 es utilizar las normas técnicas más actuales para la calificación de procedimientos.

### **Calificación de Procedimientos según AWS D1.1:2006**

Con el objeto de facilitar la comprensión de este capítulo se utilizará una notación especial para la designación de las referencias correspondientes al Código D1.1. En este sentido, se utilizará el prefijo N junto a los numerales de párrafos,

ilustraciones, tablas y anexos pertenecientes a este Código. Así por ejemplo para referirse a la figura 3.3 del Código, se utilizará la siguiente notación: figura 3.3N.

Todas las tablas referentes a este Código se encuentran en el Anexo 11. Sus WPS's y PQR's estan en el Anexo 12.

### ***Alcance de la norma***

Esta norma cubre los requerimientos para la fabricación de estructuras de acero soldadas, diseño de juntas soldadas, precalificación de soldadura, calificación de soldadura, fabricación, inspección, montaje, soldadura de espárragos, refuerzo y reparación de estructuras ya existentes.

### ***Limitaciones de la norma***

- Esfuerzo de fluencia mínimo especificado mayor que 100 Kpsi (690 MPa).
- Láminas (placas) de acero de menos de 1/8 de pulgada (3.2 mm).
- Tanques de presión o conductores de presión.
- Metales base diferentes al acero al carbón o de baja aleación.

### ***Análisis de variables para soldadura según AWS D1.1:2006.***

Se realizará un análisis de las variables involucradas en la soldadura de estructuras metálicas de ECUAMATRIZ, las mismas que son la base para la definición de los procedimientos de Soldadura

Este análisis se realiza según el Código AWS D1.1:2006

### ***Proceso***

ECUAMATRIZ, realiza procesos de soldadura SMAW, GMAW, GTAW, FCAW, sin embargo como se demostró en el Capítulo I, el proceso primordial es el SMAW porque

se usa en un 70% de los trabajos. Por lo tanto se calificaran los procedimientos de soldadura en este proceso.

### ***Tipo de junta y tipo de soldadura***

Según los proyectos realizados se tienen juntas a tope con soldadura de ranura, y juntas en “T” y a traslape con soldadura de filete.

Según la tabla 4.1N toda junta a tope con soldadura de ranura califica a la junta en “T” y traslapada con soldadura de filete.

El tipo de bisel seleccionado es el V simple con penetración completa, que según la tabla 4.5N, numeral 32 se puede variar las dimensiones del bisel sin que se requiera recalificación del WPS. Es importante acotar que no se puede cambiar de bisel simple a doble (Por ejemplo X, J, U) o bisel recto.

Al realizar soldadura por un solo lado con penetración completa se cubre soldadura con respaldo (sea esta con placa o cordón de soldadura).

### ***Posición***

*La soldadura de estructura metálica se realiza en 2 etapas: en taller y en sitio (in situ). Cuando se realiza en los talleres de ECUAMATRIZ, se ha identificado que se utilizan las posiciones plana y horizontal por la facilidad de dar vuelta a los elementos.*

En sitio se utiliza a mas de las posiciones plana y horizontal, la posición vertical. La posición sobrecabeza no es muy usual.

Según la tabla 4.1N la calificación en posición 2G califica en horizontal y plano, y la posición 3G califica vertical.

Por lo tanto se deben realizar pruebas de procedimientos en 2G y 3G. Además tomando en cuenta el punto anterior concluimos que la posición 3G y 2G califican a las posiciones 3F y 2F respectivamente.

### ***Electrodo***

Definiendo que el proceso es SMAW y que la soldadura se realiza principalmente en acero de bajo carbono se han seleccionado los electrodos E6010 y E7018 por sus excelentes características. Esta selección se la hizo en base a la experiencia obtenida durante nuestra formación como Ingenieros de Ejecución en Electromecánica.

### ***Características eléctricas***

Para el electrodo E6010 se trabajará con polaridad directa “DC<sup>-</sup>” en el pase de raíz y la polaridad inversa “DC<sup>+</sup>” para el pase en caliente, y el electrodo E7018 polaridad inversa “DC<sup>+</sup>” en cualquier otro pase. Los valores de intensidad están dados por el fabricante.

### ***Pruebas de Calificación<sup>20</sup>***

Para la calificación de un procedimiento de soldadura, se debe seguir los siguientes pasos:

- a. Soldar un cupón de prueba con los datos del WPS.
- b. Satisfacer los requerimientos de la inspección visual de las juntas soldadas, de acuerdo con la referencia 4.8.1N, y los criterios de aceptación de expuestos en la tabla 6.1N (ver Anexo 11).
- c. Cumplir con las pruebas no destructivas de acuerdo con la referencia 4.8.2.1N, que permite utilizar tanto Radiografía como Ultrasonido. En este estudio se realizó una

---

<sup>20</sup> Peralta – Sánchez, Elaboración y Calificación de WPS's para la Soldadura de Placas de Acero de Bajo Carbono con el Proceso GMAW, utilizando gases comercializados por AGA., 2005

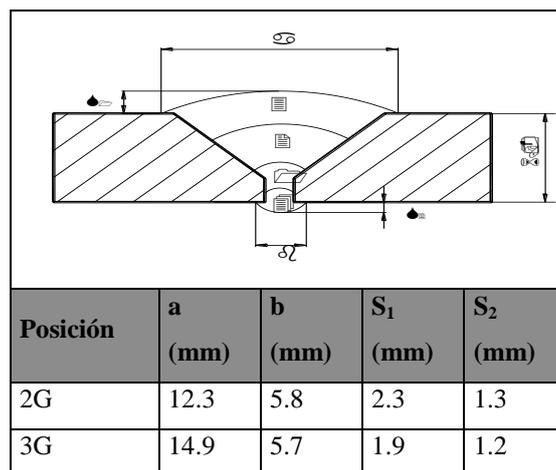
inspección radiográfica a la longitud total de los cordones de soldadura en las placas de prueba, excepto a las longitudes de rechazo de los bordes, y se evaluó las placas radiográficas resultantes de acuerdo a la referencia 6.12.1N.

- d. Realizar el número y tipo de pruebas mecánicas solicitadas por la Tabla 4.2N (ver Anexo 11) de acuerdo al espesor de las placas de soldadura (10 mm). Así, se tuvo que realizar dos pruebas de tensión de sección reducida, dos pruebas de doblado de cara y dos pruebas de doblado de raíz, las mismas que fueron evaluadas según 4.8.3.3N y 4.8.3.5N, respectivamente.

**Ensayo no destructivo**

**Inspección Visual**

Antes de la extracción de probetas y luego de realizadas las soldaduras y su limpieza posterior se procedió a la realización de la inspección visual de los test cupons (placas de prueba) según los requerimientos de la tabla 6.1N (ver Anexo 11), sin encontrar en ellas la presencia de defectos superficiales y observando las dimensiones que se presentan en el cuadro No. 5.2



**CUADRO N° 5. 2 Dimensiones de los cordones de soldadura para placas según AWS D1.1: 2006**

**Radiografía**

Habiendo superado la inspección visual todas y cada una de las placas soldadas, se procedió a realizar la inspección radiográfica de las mismas siguiendo los siguientes pasos:

- a. Medir un espesor promedio a lo largo de la longitud total del cordón que sea el resultante de la suma del espesor de placa y de las alturas de refuerzo  $S_1$  y  $S_2$  (ver CUADRO No 5.2).
- b. De acuerdo a la longitud de la placa soldada a radiografiar, se seccionan en el numero necesario de fracciones a la película, las cuales deben ser empacadas en chasis provistos de láminas de plomo (este proceso de empacado se lo realiza en un cuarto sin luz).
- c. Se coloca una identificación de placa por medio de números y letras que deben ir adheridos al chasis donde se encuentra la película. Mediante el espesor promedio placa – cordón calculado inicialmente, se selecciona el ICI (indicador de calidad de imagen) de acuerdo a la tabla 6.4N, y se lo adhiere al extremo del chasis con ayuda de placas metálicas, las cuales son utilizadas con el fin de compensar la parte del espesor promedio que no corresponde al espesor del metal base.
- d. Se posiciona el chasis (con el ICI e identificación adheridas) sobre la cara del cordón de soldadura mediante cinta adhesiva.
- e. Una vez retirada la película del chasis, esta entra al proceso de revelado.
- f. Finalmente se evalúa la película resultante con ayuda de un negatoscopio.

Los resultados de la inspección radiográfica que se hizo a las placas de soldadura, se encuentran registradas en la cuadro No. 5.3, datos del reporte tecnico de inspeccion radiografica – Laboratorio de E.N.D.

Posición	Identificación de placa	Observaciones
3G	VE3 1 – 2	No existen defectos
	VE3 2 – 3	1 poro de 1.5 mm
2G	VE P2 1 – 2	5 poros de 0.3 mm y 1 poro de 1 mm
	VE P2 2 – 3	1 poro de 0.5 mm

**CUADRO N° 5. 3 Evaluación de las pruebas radiográficas**

### ***Extracción de probetas para ensayo mecánicos.***

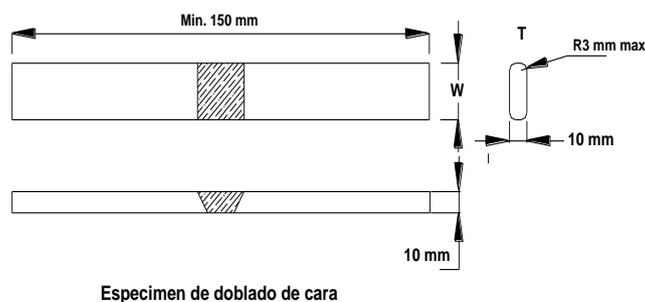
La forma de extracción de los especímenes o probetas para la realización de los ensayos mecánicos, se encuentra detallada en la figura 4.11(2)N, se realiza a través de corte térmico y se identifican mediante un código de números y letras.

### ***Probetas para ensayo de doblado.***

Luego de la extracción de las probetas, tanto el refuerzo como la raíz fueron maquinadas hasta formar un solo plano con el material base. Las dimensiones de las mismas se encuentran especificadas en la figura 5.2 (figura 4.12-2N) y 5.4.

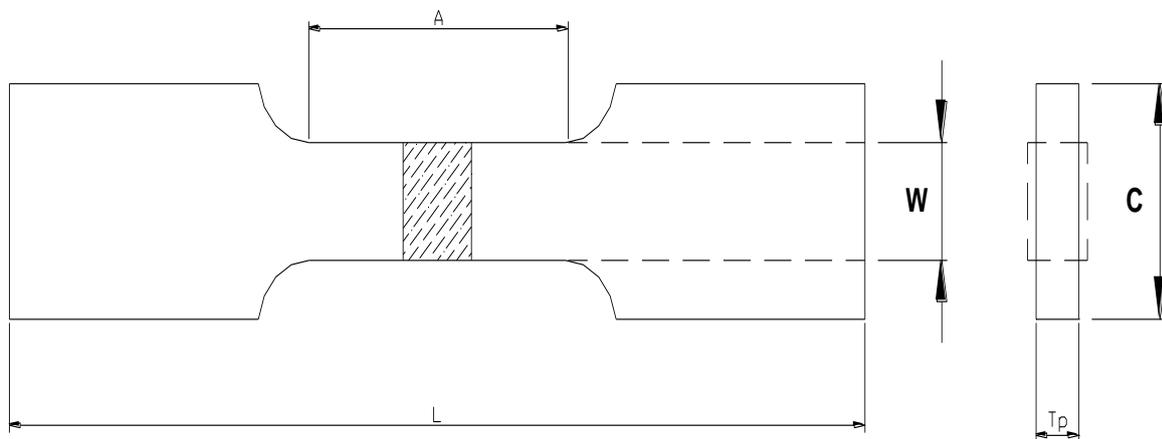
### ***Probetas para ensayo de tracción de sección reducida.***

Del mismo modo, con las probetas ya extraídas, se preparó los especímenes de prueba de acuerdo a la figura 4.14N (figura 5.3) hasta obtener las dimensiones recomendadas (ver figuras 5.3 y 5.4)



Dimensiones	
Soldadura de prueba	Ancho del espécimen de prueba, W
Placa	40 mm (1-1/2 in)

**FIGURA No. 5. 2 Dimensiones de probetas de doblado de cara y doblado de raíz**



Dimensiones para espesor de placa $T_p = 10 \text{ mm}$	
A – Longitud de la sección reducida	60 mm (2-1/4 in) min.
L – Longitud total de la probeta	De acuerdo al requerimiento del equipo de ensayos 360 mm (14 in)
W – Ancho de la sección reducida	20 mm (3/4 in)
C – Ancho de la sección de sujeción	40 mm (1-1/2 in)
t – espesor del espécimen	Espesor de placa $T_p = 10 \text{ mm}$ (3/8 in)
r – radio de acuerdo	12 mm (1/2 in) min.

**Figura N° 5.3 Dimensiones de la probeta de tracción de sección reducida**



**Figura N° 5.4 Probetas de tracción y doblado cortadas y maquinadas**

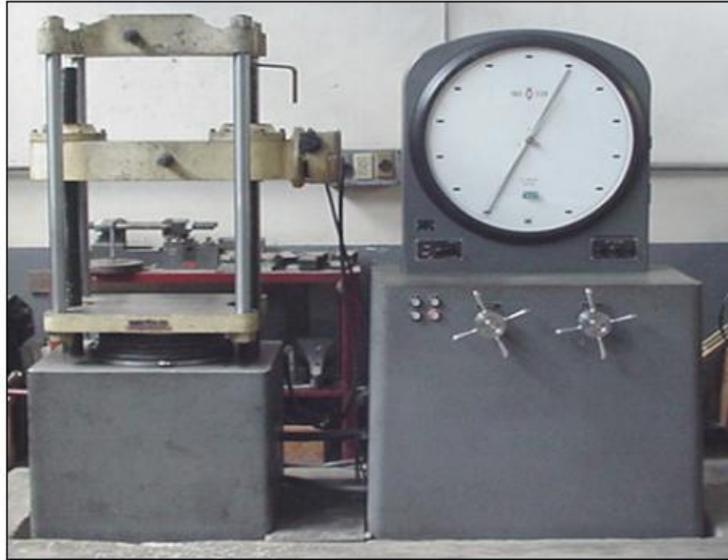
## ***Ensayos Destructivos***

Para la realización de los ensayos destructivos de tensión y doblado se utilizó la Máquina Universal de Ensayos Tinius Olsen (ver figura No. 5.5)

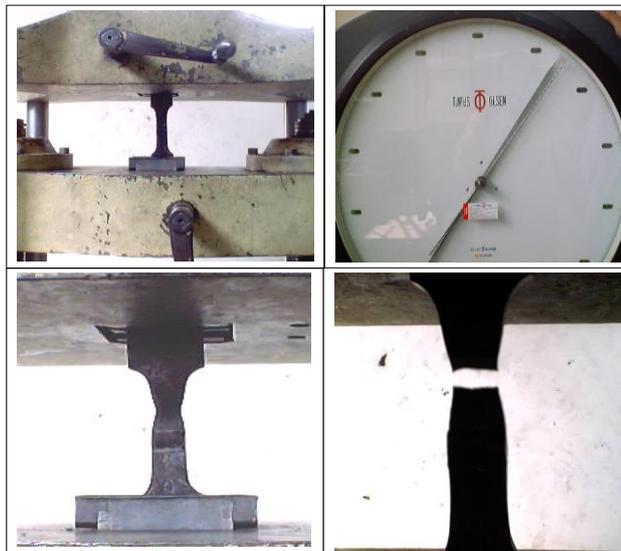
### **Ensayo de Tracción**

El ensayo de tracción de sección reducida fue realizado de acuerdo a la referencia 4.8.3.4N (ver figura No. 5.4) en todas y cada una de las probetas, considerando lo siguiente:

- Antes de la realización del ensayo, se midió el menor ancho y el espesor correspondientes a la sección reducida.
- Se obtuvo el área de la sección transversal mediante la multiplicación del ancho por el espesor.
- Se colocó la probeta en la máquina de ensayos sujetando sus extremos en las mordazas de la misma.
- Se aplicó la carga de tensión hasta que la probeta alcance la ruptura, y se registró el valor de la carga última de tensión (carga en la cual la máquina empieza a descargar debido a que el material entra en la zona de ruptura inminente).
- Se divide esta carga por el área calculada y así se obtiene el esfuerzo último a la tensión.



**FIGURA N° 5.5 Máquina Universal de Ensayos Tinius Olsen**

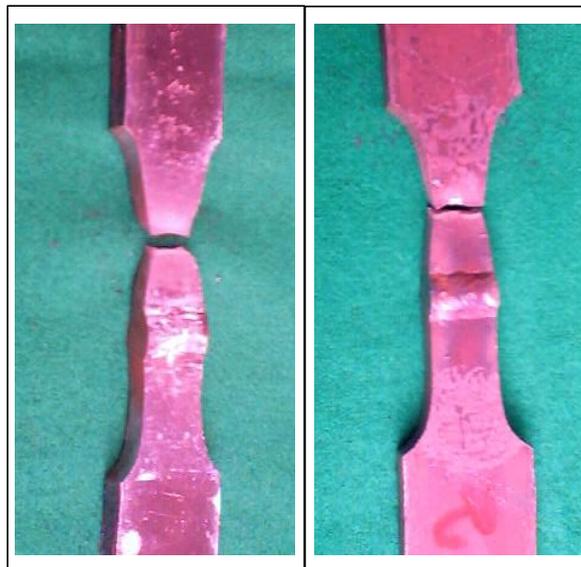


**Figura N° 5.6 Realización del ensayo de tracción**

Los resultados arrojados al ser ensayadas las diferentes probetas se presentan a través de la cuadro No 5.4 y las probetas ensayadas se presentan por medio de la figura No. 5.6.

Probeta N°	Código	Esfuerzo de Fluencia MPa (Psi)	Resistencia máxima MPa (Psi)	Observaciones	Calificación
1	T1 2G	301 (43577)	387 (56027)	Rotura en el material base.	Aceptada
2	T2 2G	305 (44211)	388 (56219)	Rotura en el material base.	Aceptada
1	T1 3G	274 (39615)	383 (55461)	Rotura en el material base.	Aceptada
2	T2 3G	285 (41236)	378 (54807)	Rotura en el material base.	Aceptada

**Cuadro N° 5.4 Reporte de los ensayos de tracción realizados según AWS D1.1**

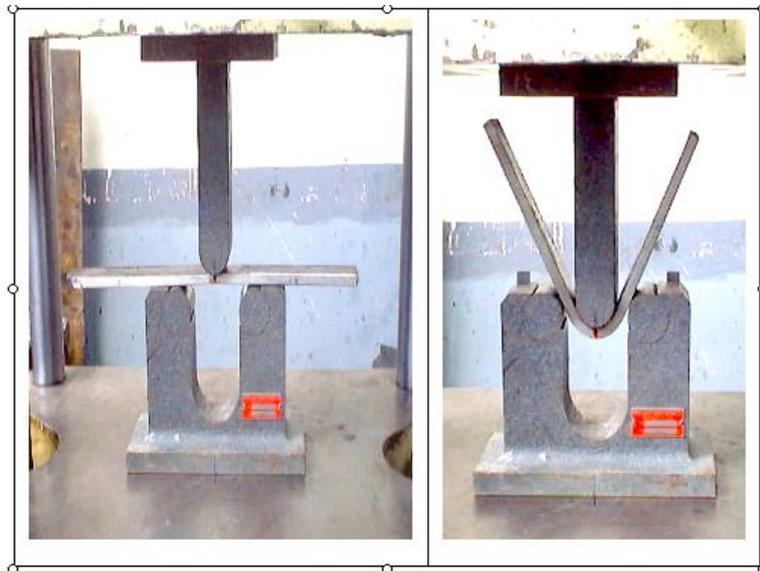


**Figura N° 5.7 Probetas de tracción luego del ensayo**

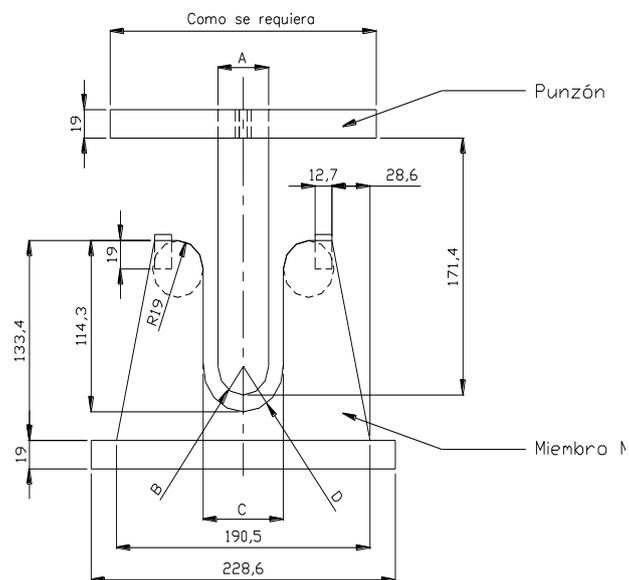
***Ensayo de doblado de cara y raíz.***

El ensayo de doblado de cara y raíz fue realizado de acuerdo a 4.8.3.1N (ver figura No. 5.7) en todas y cada una de las probetas, considerando lo siguiente:

Cada probeta tiene que ser doblada en un "jig" de pruebas de doblado que cumpla con los requerimientos de la figura 4.15N (ver figura No. 5.8) debido a que el acero del metal base es el A-36 (36 ksi de esfuerzo de fluencia).



**Figura N° 5.8 Fotos de los ensayos de doblado**



<b>Esfuerzo de Fluencia del metal base</b>	<b>A (mm)</b>	<b>B (mm)</b>	<b>C (mm)</b>	<b>D (mm)</b>
Menores a 50 kpsi (345 Mpa)	38.1	19	60.3	30.2

**Figura N° 5.9 Jig de doblado utilizado para realizar el ensayo de doblado**

Se coloca el "jig" en la Máquina Universal de Ensayos en el sitio destinado a la compresión (ver figura No. 5.7).

Se ubica correctamente la probeta con la cara hacia abajo (si se trata de un doblado de cara) o con la raíz hacia abajo (si se trata de un doblado de raíz) sobre la luz del miembro muerto del jig, asegurando que el cordón de soldadura se ubique en la mitad de la luz.

Se abre la válvula de carga de la máquina de ensayos a fin de que el punzón comprima a la probeta y la inserte dentro del miembro muerto hasta que esta obtenga la forma de una "U".

Probeta N°	Código	Doblado de	Angulo de doblado	Observaciones	Calificación
1	DC1 3G	Cara	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
2	DR1 3G	Raíz	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
3	DC2 3G	Cara	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
4	DR2 3G	Raíz	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
1	DC1 2G	Cara	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
2	DR1 2G	Raíz	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
3	DC2 2G	Cara	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
4	DR2 2G	Raíz	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada

**Cuadro N° 5.5 Reporte de inspección de las probetas de doblado según AWS D1.1**

Los resultados cualitativos observados una vez que se doblaron las probetas se presentan a través de la cuadro No. 5.5, y la forma de las probetas se encuentra en la figura No. 5.10.



**Figura N° 5.10 Probetas de doblado de cara y doblado de raíz luego del ensayo**

### ***Reporte de calificación del procedimiento de Soldadura (PQR).***

Todos los valores específicos de los parámetros utilizados en la realización de las soldaduras, así como los resultados de las pruebas destructivas y no destructivas deben escribirse en el Registro de Calificación del Procedimiento de Soldadura (PQR).

### ***Rangos de calificación.***

En el PQR debe registrarse el rango de calificación de cada una de las variables para el cual el WPS no necesita recalificación de acuerdo a la tablas 4.1N (posición de soldadura) (ver Anexo 11), 4.2N (espesor de material base) (ver Anexo 11), 4.7N (tipo de material base) (ver Anexo 11) y 4.5N (ver Anexo 11) para el resto de variables esenciales para el proceso SMAW.

### **Calificación de procedimientos según ASME IX: 2005**

La norma ASME IX utiliza los prefijos QW para soldadura (welding) y QB para soldadura fuerte (brazing) para referirse a sus párrafos.

En este caso particular, el proceso para realizar los ensayos mecánicos de tracción y doblado es idéntico al escrito en la sección anterior según la norma AWS D1.1: 2006.

Los rangos de calificación, las dimensiones de las probetas, forma de extracción de las mismas, y de los criterios de aceptación y rechazo se analizarán en detalle, ya que son propios de la norma de referencia, que en este caso es ASME IX:2005

Todas las referencias de los subsecciones de la norma ASME IX se encuentran en el Anexo 13, mientras que su WPS y PQR en el Anexo 14.

### *Alcance de la norma*

La sección IX del código ASME sobre calderos y tanques de presión trata de la calificación de soldadores, operadores de máquina soldadora, operadores de brazing, y los procedimientos empleados en soldadura y de acuerdo al código ASME de calderos y tanques de presión y el código ASME B31 para tuberías de presión.

### *Análisis de variables*

El listado de variables dependiendo del proceso de soldadura se encuentran en QW-253 hasta QW-265. Estas variables están subdivididas variables esenciales, suplementarias y no esenciales (QW-401). En el caso de soldadura mediante proceso de electrodo revestido las variables se encuentran especificadas en QW-253.

**5.4.2.2.1 Variables esenciales.** El cambiar una de estas variables implica una recalificación del WPS.

**5.4.2.2.2 Variables esenciales suplementarias.** Son las variables que ayudan a complementar las variables esenciales, por lo tanto se consideran también esenciales.

**5.4.2.2.3 Variables no esenciales.** Su modificación no representa un cambio mayor en el procedimiento y por lo tanto no se requiere de recalificación.

#### ***Proceso***

ECUAMATRIZ realiza procesos de soldadura SMAW, GMAW y GTAW, sin embargo como se indica en el capítulo 1, el proceso más utilizado es el SMAW, además la mayoría de máquinas que posee la empresa es adecuada para el proceso SMAW, por lo que el proceso de soldadura será realizado para trabajos de soldadura con electrodo revestido.

El proceso es una variable esencial.

#### ***Tipo de junta y tipo de soldadura***

Debido a que es soldadura de tubería de diámetro pequeño, el acceso al interior es restringido, por lo tanto se tienen principalmente juntas a tope con soldadura de ranura y en muy poca proporción juntas traslapadas y en “T” con soldadura de filete.

Según la subsección QW-253 se muestra que el cambio en el diseño de la ranura y el espacio existente en la raíz son variables no esenciales.

Por lo tanto se selecciona el tipo de bisel en “V” ( Vee groove weld) con soldadura por un solo lado, penetración completa y en dirección ascendente.

#### ***Posición***

La soldadura de tuberías se la realiza generalmente en el sitio. Las posiciones más utilizadas son con tubo horizontal y tubo inclinado, por lo tanto, la posición que se utilizó para la calificación fue 6G ascendente, ya que ésta califica a todas las posiciones según la norma ASME IX:2005 en el apartado QW-405.2

## ***Electrodo***

Definiendo que el proceso es SMAW y que la soldadura se realiza principalmente en acero de bajo carbono se han seleccionado los electrodos E6010 y E7018 por sus excelentes características.

## ***Características eléctricas***

Para el electrodo E6010 se trabajará con polaridad directa “DC<sup>-</sup>” en el pase de raíz y la polaridad inversa “DC<sup>+</sup>” para el pase en caliente, y el electrodo E7018 polaridad inversa “DC<sup>+</sup>” en cualquier otro pase. Los valores de intensidad están dados por el fabricante.

## ***Pruebas de Calificación***

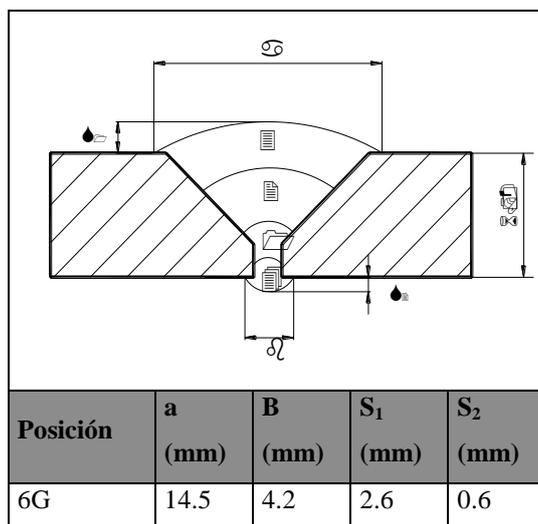
Para la calificación de un procedimiento de soldadura según ASME IX:2005 se debe, seguir los siguientes pasos:

- Soldar un cupón de prueba con los datos del WPS.
- Satisfacer los requerimientos de la inspección visual de las juntas soldadas, de acuerdo con las subsecciones QW-144 y QW-194.
- Cumplir con las pruebas no destructivas de acuerdo con la referencia QW-191 para radiografía.
- Realizar el número y tipo de pruebas mecánicas solicitadas por la subsección QW-141 (ver Anexo 13). Así, se tuvo que realizar dos pruebas de tensión de sección reducida, dos pruebas de doblado de cara y dos pruebas de doblado de raíz, las mismas que fueron evaluadas según las subsecciones QW-153 y QW-163, respectivamente.

## Ensayo no destructivo

### 5.4.2.3.1.1 Inspección Visual

Antes de la extracción de probetas y luego de realizadas las soldaduras y su limpieza posterior se procedió a la realización de la inspección visual de los test cupons (placas de prueba) según los requerimientos de la subsección QW-194 (ver Anexo 13) y aplicando criterios generales de inspección de soldadura, sin encontrar en ellas la presencia de defectos superficiales y observando las dimensiones que se presentan en el cuadro No. 5.6



Cuadro N° 5.6 Dimensiones de los cordones de soldadura de la tubería según ASME IX:2005

### 5.4.2.3.1.1 Radiografía

Habiendo superado la inspección visual todas y cada una de las placas soldadas, se procedió a realizar la inspección radiográfica siguiendo los mismos pasos que en el punto 5.4.1.4.4

Cabe recalcar que según el código ASME IX:2005 no es necesario realizar una evaluación radiográfica para la calificación de procedimientos, solo es necesaria para la

calificación de soldadores y operadores de soldadura, pero basado en el prologo de este código el cual permite que se aplique criterios propios del ingeniero se decidió para obtener un mejor resultado radiografiar el perímetro total del tubo soldado..

Los resultados de la inspección radiográfica que se al tubo soldado, se encuentran registradas en la cuadro No. 5.7, según reporte técnico de inspección radiográfica – Laboratorio de E.N.D.

Posición	Identificación de placa	Observaciones
6G	VE 1 – 2	Falta de espesor de 4 mm
	VE 2 – 3	1 poro de 1.3 mm
	VE 3-1	1 poro de 0.5 mm y 4 poros de 0.3 mm

**Cuadro N° 5.7 Evaluación de las pruebas radiográficas según ASME IX:2005**

### ***Extracción de probetas para ensayo mecánicos.***

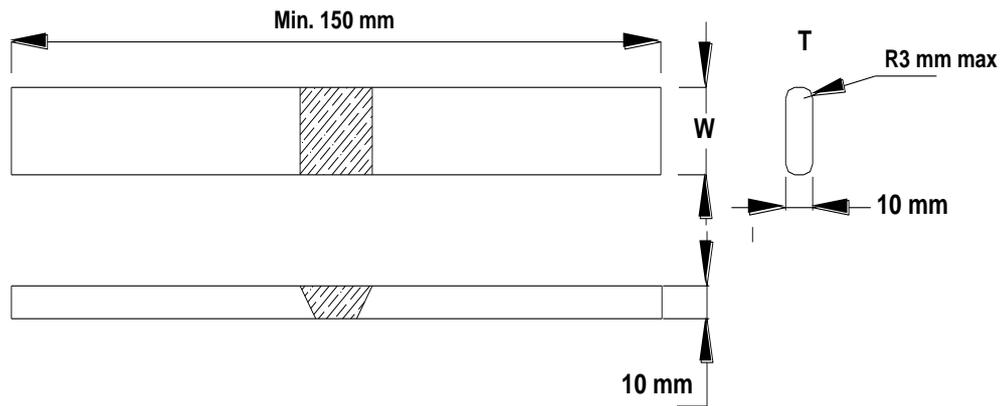
La forma de extracción de los especímenes o probetas para la realización de los ensayos mecánicos, se encuentra detallada en la subsección QW-463.1 (d). El corte se realiza a través del proceso oxiacetilénico, y se identifican mediante un código de números y letras.

### ***Probetas para ensayo de doblado.***

Luego de la extracción de las probetas, tanto el refuerzo de cara como el de raíz fueron maquinadas hasta formar un solo plano con el material base. Las dimensiones de las mismas se encuentran especificadas en la figura 5.2 [QW-462.3 (a)].

**Probetas para ensayo de tracción de sección reducida.**

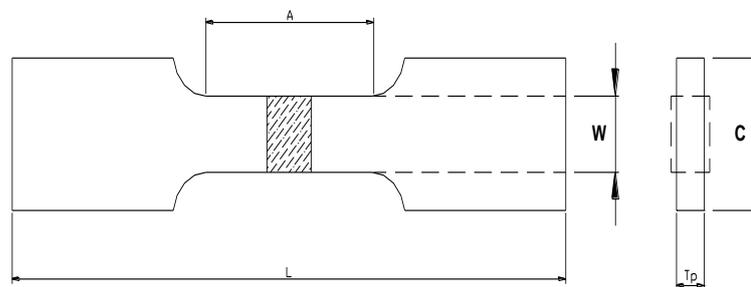
Del mismo modo, con las probetas ya extraídas, se preparó los especímenes de prueba de acuerdo a la subsección QW-462.1 (b) [figura No.5.12] hasta obtener las dimensiones recomendadas (ver figuras 5.12)



**Especimen de doblado de cara**

Dimensiones	
Soldadura de prueba	Ancho del espécimen de prueba, W
Tubería	40 mm (1-1/2 in)

**FIGURA N° 5. 11 Dimensiones de probetas de doblado de cara y doblado de raíz**



Dimensiones para espesor de placa $T_p = 6 \text{ mm}$	
A – Longitud de la sección reducida	60 mm (2-1/4 in) min.
L – Longitud total de la probeta	De acuerdo al requerimiento del equipo de ensayos 254 mm (10 in)

W – Ancho de la sección reducida	19 mm (3/4 in)
C – Ancho de la sección de sujeción	31 mm (1-1/4 in)
t – espesor del espécimen	Espesor de placa $T_p = 6$ mm (1/4 in)
r – radio de acuerdo	25 mm (1 in) min.

**FIGURA N° 5. 12 Dimensiones de la probeta de tracción de sección reducida**

### ***Ensayos Destructivos***

Para la realización de los ensayos destructivos de tensión y doblado se utilizó la Máquina Universal de Ensayos Tinius Olsen (ver figura No. 5.5) y se siguió los lineamientos de la subsección QW-150.

#### **5.4.2.3.5.1 Ensayo de Tracción**

El ensayo de tracción de sección reducida fue realizado de acuerdo a la subsección QW-150.2 en las 2 probetas y cada una de las probetas. Para la realización de los mismos se siguió con los pasos del punto 5.4.1.4.5 de esta tesis.

Los resultados arrojados al ser ensayadas las diferentes probetas se presentan a través de la cuadro No 5.8.

<b>Probeta N°</b>	<b>Código</b>	<b>Esfuerzo de Fluencia MPa (Pksi)</b>	<b>Resistencia máxima MPa (Pksi)</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Calificación</b>
1	T1 6G	415 (60108)	588 (85153)	Rotura en el material base.	Aceptada
2	T2 6G	419 (60635)	559 (81009)	Rotura en el material base.	Aceptada

**CUADRO N° 5. 8 Reporte de los ensayos de tracción realizados según ASME IX:2005**

#### **5.4.2.3.5.2 Ensayo de doblado de cara y raíz**



**FIGURA N° 5.13 Jig de doblado utilizado para realizar el ensayo de doblado**

Los resultados cualitativos observados una vez que se doblaron las probetas se presentan a través de la cuadro No. 5.9, y la forma de las probetas se encuentra en la figura No. 5.11.

<b>Probeta N°</b>	<b>Código</b>	<b>Doblado de</b>	<b>Angulo de doblado</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Calificación</b>
1	DC1 6G	Cara	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
2	DR1 6G	Raíz	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
3	DC2 6G	Cara	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada
4	DR2 6G	Raíz	180°	Ausencia de grietas fisuras y otros defectos en la zona de doblado	Aceptada

**CUADRO N° 5.9 Reporte de inspección de las probetas de doblado según ASME IX:2005**

### ***Reporte de la calificación del procedimiento de soldadura (PQR)***

Para la realización del PQR se utilizó como material base acero ASTM A 500 grado B de diámetro de 8 pulgadas y espesor 6 mm. Según la subsección QW-403.5 si se tiene el mismo número de grupo esto implica que no se requiere una recalificación del WPS)

### ***Rangos de calificación***

En el PQR debe registrarse el rango de calificación de cada una de las variables para el cual el WPS no necesita recalificación de acuerdo a las tablas QW 253, QW/QB 422 y la subsección QW 461.9.

## HOMOLOGACIÓN CON ISO 9001:2000

En este punto se acoplará la información de los WPS's y PQR's a los formatos de la Norma ISO 9001:2000 tratados más ampliamente en el capítulo III en el cuadro No. 5.10 se citará los documentos necesarios y su ubicación.

Nivel de la pirámide	Tipo de documento	Ubicación
1	Manual de la Calidad	EMPRESA ECUAMATRIZ
2	Manual de procedimientos	Anexo 15
3	Instructivos de trabajo	Anexo 16
4	Registros.	Anexo 17

**CUADRO No. 5.10 Documentación ISO 9001:2000**

Cabe recalcar que los formatos diseñados en esta tesis no tienen ningún tipo de denominación o codificación, esto obedece a que la denominación y codificación de los mismos es una función propia de la empresa. En el capítulo III se hizo algunas sugerencias de cómo codificar a los distintos procesos.

La principal homologación es que técnicamente un WPS es un Instructivo de Trabajo mientras que un PQR es un registro de trabajo que a la vez puede ser utilizado como Instructivo de Trabajo para posibles calificaciones posteriores basándose en los rangos de calificación que estos contienen.

## **Manual de la calidad**

Por ser un documento propio de la empresa que abarca todos los departamentos de la misma y además ser muy extenso no puede ser citado en esta tesis. Los lineamientos para el diseño de este manual se encuentran en el capítulo III.

## **Manual de procedimientos**

Se ha diseñado un manual tentativo para el proceso de mantenimiento en el Anexo 15.1 y su formato dado por la empresa ECUAMATRIZ en el Anexo 15.2, dentro del proceso de mantenimiento se encuentra inmerso el taller de soldadura. Los lineamientos para el diseño de este manual se encuentran en el capítulo III.

## **Instructivos o Instrucciones de Trabajo**

Se han diseñado algunos instructivos de trabajo para la soldadura, seguridad durante la ejecución de un trabajo, evaluación de soldadores e inspección visual en la soldadura los mismos se encuentran en los Anexos 16.1, 16.2, 16.3 y 16.4 respectivamente. El formato a usar, determinado por la empresa, se encuentra en el Anexo 15.2. Los lineamientos para el diseño de los instructivos o instrucciones de trabajo se encuentran en el capítulo III.

## **Registros**

Se han diseñado algunos registros para el mantenimiento de los equipos de soldadura, evaluación del trabajo, evaluación de los soldadores los mismos se encuentran en los Anexos 17.1, 17.2, 17.3. Los lineamientos para el diseño de los instructivos o instrucciones de trabajo se encuentran en el capítulo III.

En el Anexo 17.1.1 se adjuntan un informe evaluatorio hecho por la empresa AGA al equipo oxiacetilénico y una orden de trabajo, las mismas que pueden ser usadas como un formato de registro. En el Anexo 17.2.1 se encuentra un ejemplo de cómo llenar un registro para evaluación del trabajo. En el Anexo 17.3.1 se encuentra una encuesta que ayuda a evaluar a los soldadores de una manera más simple.

## CAPITULO VI

### 6.1 CONCLUSIONES

- Trabajar en función de técnicas de soldadura adecuadas para la empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA. le dará seguridad y mejoramiento al operador para realizar trabajos de óptima calidad.
- De acuerdo a la interpretación y analogía de las normas, ISO, ASME IX 2003 y AWS D1.1:2000, se logró obtener una correcta interrelación y conceptos técnico-científicos necesarios para que un taller de soldadura sea calificado bajo la norma ISO 9001-2000.
- El desarrollo de los procedimientos de soldadura y el uso correcto de los mismos, evitará incurrir en posibles errores que perjudicarían el desarrollo óptimo del proceso de soldadura y a pérdidas que indujeran a posible decrecimientos a la empresa..
- El mejoramiento continuo es indispensable para todo proceso, mismo que genera ventajas para la misma, no solamente en su desarrollo y progreso sino en el plano competitivo frente al avance global de la ciencia y de la técnica. La optimización de procesos trae como consecuencia la reducción de costos, en relación directa al

consumo menor de recursos, con el incremento gradual de la productividad.

- Un taller diseñado bajo normas OSHA, AWS y ASME para la empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA. permitirá la creación de ventajas vanguardistas que generara procedimientos calificados de soldadura, necesarios para tecnificar los procesos de soldadura.
- Mediante la investigación se concluye que el proceso de soldadura mediante electrodo revestido (SMAW) es el predominante en las empresas cuyo proceso primario no es la soldadura, ya que éste es muy versátil y uno de los más conocidos en la industria ecuatoriana.

## 6.2 recomendaciones

- Mantenerse manejando parámetros de seguridad y el completo cumplimiento de los procedimientos, dará lugar a un entorno laboral saludable tanto para el empleador como para el empleado.
- ECUAMATRIZ CIA. LTDA. debe crear o construir el Taller de soldadura con las normas técnicas ya señaladas, como necesidad primordial ya que debe continuar siendo una empresa competitiva y manteniendo grandes estándares de calidad en sus productos.
- Dentro de la coordinación del sistema de calidad se deberá contar con un inspector de soldadura, como elemento fundamental en la realización adecuada de los trabajos, pues se encargara de la de interpretación de los PQR`s para futuras calificaciones.
- Recomendamos, a la Empresa ECUAMATRIZ CIA. LTDA., incluir en su planeamiento anual el proyecto de reestructuración del taller de soldadura siguiendo los lineamientos de la Norma ISO 9001:2000, de acuerdo a las técnicas y

procedimientos desarrollados en el presente estudio.

## **BIBLIOGRAFIA:**

- BECARIA J., Folleto de Tecnología de Soldadura, Ecuador, 2002.
- NORMA AWS D1.1:2000
- NORMA NFPA 51B, 1999.
- NORMA OSHA 29 CFR 1910-Q, 1999.
- MICROSOFT, Enciclopedia Encarta 2006
- NORMA AWS C2.1, 1999.
- NORMA AWS Z49.1, 1999.
- RODAS-GUACHAMÍN, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, Ecuador, 2001.
- ENRIQUEZ G., Manual de Instalaciones Eléctricas, Residenciales e Industriales, Ecuador, 1995
- ENCICLOPEDIA CEAC, Instalaciones de Baja Tensión Calculo de Líneas Eléctricas
- CEVALLOS A., Guía del Seminario de Instalaciones Eléctricas Industriales y Conexión a Tierra, Ecuador, 2001
- PERALTA-SANCHEZ, Elaboración y Calificación de WP's para la Soldadura de Placas de Acero de Bajo Carbono con el Proceso GMAW, Utilizando Gases Comercializado por AGA, Ecuador. 2003.
- GUEVARA G., Guía para Implementar la Norma ISO 9000 Para Empresas de todos Tipos y Tamaños, McGraw-Hill, México, 1998.
- INEN, Norma Técnica Ecuatoriana: Sistema de Gestión de la Calidad, Requisitos Ecuador INEN ISO 9001-2000. Ecuador, 2000.
- VOEHL F, ISO 9000 Guía de Instrumentación para Pequeña y Medianas Empresas, McGraw-Hill, 1997.
- AENOR, <http://www.AENOR.es/frpriso9-4htm>, Nuevas Normas de Gestión de la Calidad ISO 9001 e ISO 9004.
- ASSURANCE QUALITY ACSESSORS. <http://aqa.es/servicios/iso9000.htm>. ISO 9000.
- ISO, [http://www.iso.ch/iso/en/aboutiso/introduction/what's iso.html](http://www.iso.ch/iso/en/aboutiso/introduction/what's%20iso.html)., Normas ISO 9000.
- PAZMIÑO-MOREIRA, Metodología para la Implementación de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad en la Empresa Vicuña Cia. Ltd. Basada en la Norma ISO 9001-2000. Ecuador 2002.
- IBIDEM, Guía de Instrucciones para Procedimientos de Calidad, McGraw-Hill, Mexico, 2000.
- PALOM RICO S., ISO 9000. El Proceso de Certificación Paso a Paso, Granica, España, 1997.
- POLA MASEDA A., ISO 9000. Las Auditorias Internas del Sistema de Calidad, Tomo I, Granica, España, 1997.
- POLA MASEDA A., ISO 9000. Las Auditorias Internas del Sistema de Calidad, Tomo II, Granica, España, 1997

PALOM RICO S, ISO 9000. El Proceso de Certificación Paso a Paso, Granica, España, 1997.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Aseguramiento de la calidad** Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implementadas en el Sistema de Calidad, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto satisfará los requisitos dados sobre la calidad.

**Agentes** Conjunto de criterios englobados en el modelo de la EFQM cuyo enfoque realizado por la organización es relevante para la consecución de la excelencia de los resultados empresariales.

**Auditoría** Es una herramienta de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva del funcionamiento de la organización en su conjunto o de alguna de las unidades que la integran.

**Auditor Líder** Es la persona encargada de llevar a cabo una auditoria, es el primer responsable de la implementación de un sistema de calidad.

**Autoevaluación** Es un examen global, sistemático y regular de las actividades y resultados de una organización comparados con un modelo de excelencia.

**AWS** American Welding Society (Sociedad Americana de la Soldadura).

**ASME** American Society Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).

**Abertura de raíz** Separación en la raíz de una junta entre las piezas de trabajo.

**Amolado** Esmerilado.

**Amoladora** Esmeriladora que utiliza disco abrasivo.

**AC** Corriente alterna.

**Benchmarking** Proceso continuado y analítico para medir de forma sistemática las actividades, procesos, operaciones y prácticas de la propia organización frente a las análogas de organizaciones reconocidas como líderes o excelentes, sean competidoras o no.

**Cadena de valor** Consiste en desagregar la actividad general de la empresa en actividades tecnológicas y económicas distintas, las cuales tienen diferente influencia en la posición relativa de costes de la organización (ventajas competitivas) o suponen distintas bases de diferenciación hacia el producto y el mercado.

**Calidad total** Concepto de gestión empresarial que sitúa como primer objetivo de la misma la calidad del bien o servicio ofrecido y la satisfacción del cliente, a través de la mejora continua.

**CJP** Una condición de la raíz de una junta en una soldadura de ranura, en la cual el metal de soldadura se extiende a través del espesor de la junta.

**Clientes** Persona que demanda los servicios o productos que presta una Organización/Unidad Administrativa. Es el más próximo destinatario de los servicios o productos que ofrece una Unidad Administrativa.

**Cultura de la organización** Es el conjunto de valores, símbolos, mitos, pautas de conducta y normas de actuación que influyen en la organización y que permiten una integración social y cultural de sus miembros.

**DC** Corriente continua (Direct current) puede ser de polaridad positiva(+) o negativa (-).

**Defectología** Conocimiento sobre defectos.

**Eficacia** Se mide comparando los resultados realmente obtenidos con los previstos independientemente de los medios utilizados. También puede entenderse como la comparación entre los resultados obtenidos y un óptimo posible.

**Eficiencia** Consiste en obtener el máximo resultado posible con unos recursos determinados, o en mantener con unos recursos mínimos la calidad y cantidad adecuada de un determinado servicio/producto.

**Escorias** Óxidos depositados en la superficie del cordón de soldadura.

**Estándar** Fijación de normas o reglas a las que se deben ajustar las especificaciones de un servicio/ producto o los métodos y procedimientos seguidos en su prestación/elaboración.

**Estándar de calidad** Compromiso respecto al mantenimiento de un nivel de calidad en el contenido de sus prestaciones por parte de una unidad administrativa.

**Estrategia de la organización** Es el modelo de objetivos, propósitos o metas y de las principales políticas y planes para alcanzarlos, planteados de tal manera que definen qué servicios se prestan o se van a prestar y la forma de su prestación.

**Excelencia** Hace referencia a la forma de actuar de las organizaciones que satisfacen las necesidades del mercado, son líderes en su sector, están bien gestionadas, cumplen sus objetivos y obtienen una elevada rentabilidad.

**Evaluación** Es la valoración de la capacidad de la empresa para lograr sus objetivos iniciales o revisados, de forma que se recomiende el «tipo de tratamiento», es decir, se formulen las políticas y procedimientos que regulan las desviaciones observadas en el funcionamiento de los sistemas.

**FCAW** Flux Cored Arc Welding (Soldadura por arco bajo protección de gas con alimentación continua de electrodo tubular)

**Filete** Una soldadura que tiene sección transversal aproximadamente triangular, que une dos superficies que prácticamente forman un ángulo recto.

**Fisura** Agrietamiento.

**Gestión de procesos** Consiste en dotar a los procesos de las herramientas necesarias para lograr que éstos sean a la vez eficaces y eficientes, permitiendo un seguimiento y control sobre todas las actividades que forman parte de los mismos.

**GMAW** Gas Metal Arc Welding (Soldadura de arco de metal y gas).

**Grata** Cepillo metálico rotativo.

**GTAW** Gas Tungsten Arc Welding (Soldadura de arco con electrodo de tungsteno bajo protección gaseosa).

**Indicador** Unidad de medida que permite el seguimiento y evaluación periódica de las variables clave de una organización, mediante su comparación con los correspondientes referentes internos y externos.

**ISO** Internacional Organization for Standardization (Organización Internacional para Estandarización).

**Jig de prueba de doblado** Sistema utilizado para la realización de pruebas de doblado.

**Material de aporte** El metal que tiene que ser depositado para la realización de una junta soldada.

**Material base** El metal a ser soldado.

**Mejora continua** Consiste en la mejora sistemática y continua de los procesos y del rendimiento operativo mediante el uso de metodologías apropiadas.

**Misión** Finalidad fundamental que justifica la existencia de la organización.

**Motivación** Es una predisposición general que dirige el comportamiento hacia la obtención de lo que se desea.

**Mordedura** Ranura fundida dentro del metal base, adyacente al pie de la soldadura

**Norma** Especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada cuya observancia no es obligatoria, establecida con participación de todas las partes interesadas, que aprueba un organismo reconocido a nivel nacional o internacional, por su actividad normativa.

**Normalización** Actividad por la que se unifican criterios respecto a determinadas materias y se posibilita la utilización de un lenguaje común en un campo de actividad concreto.

**OAW** Oxi Acetilenic Welding (soldadura oxiacetilenica).

**OFC** Oxi Fuel Cutting (corte oxiacetilenico).

**Objetivos** Fines o metas que la organización se propone alcanzar con una estrategia determinada.

**Planificación estratégica** Consiste en la fijación de objetivos a largo plazo, con su correspondiente asignación de recursos y diseño de sistemas de decisión y control que permitan la consecución de aquellos, una vez alcanzados los objetivos a corto plazo.

**PJP** Una condición de la raíz de una junta en una soldadura de ranura, en la cual existe una penetración de una junta completa.

**Política de la organización** Marco general de la organización bajo el que se establece su misión esencial, valores, visión, objetivos y estrategias.

**Porro** Discontinuidad o cavidad formada por un entrapamiento de gas durante la solidificación del metal de aporte.

**PQR** Procedure Qualification Record (Registro de Calificación de Procedimiento de Soldadura)

**Ranurado** Acanalado mediante arranque de viruta utilizando una amoladora.

**Recursos** Bienes económicos y no económicos susceptibles de ser empleados en cualquier proceso productivo.

**Resistencia a la tracción** La resistencia máxima a la tracción es la tensión máxima alcanzada en la curva esfuerzo-deformación.

**RSW** Resistent Spark Welding (Soldadura de resistencia por chispa).

**Salpicadura** Pequeñas proyecciones de metal fundido.

**Satisfacción del cliente** Está relacionado positivamente con la calidad percibida (a mayor calidad percibida, mayor satisfacción), y con la diferencia entre la calidad percibida y las expectativas previas a la recepción del servicio o producto.

**Sistema de gestión de calidad** Conjunto de la estructura de la organización, las responsabilidades, los procedimientos, procesos y recursos establecidos para conseguir los objetivos en materia de calidad.

**Sobremonta** Altura o refuerzo del cordón de soldadura.

**Talón** Porción de la cara de una ranura dentro de la raíz de una junta.

**Test cupon** Muestra para ensayo de material base.

**Visión** Describe las razones fundamentales de la existencia de la organización inspirando claramente la dirección a seguir. Incluye la calidad y la satisfacción del cliente, indicando donde se puede estar en el futuro, adelantándose a las nuevas necesidades de la sociedad.

**WPQR** Welding Performance Qualification Record (Registro de Calificación del Desempeño en la soldadura).

**WPS** Welding Procedure Specification (Especificación del Procedimiento de Soldadura).

# **ANEXO 1**

**LAYOUT ECUAMATRIZ CIA. LTDA**

## Norma ISO 9001:2000

### **Objeto**

#### **Generalidades:**

- a) Necesita demostrar su capacidad para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentos aplicables.
- b) Aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentos aplicables.

### **Introducción**

#### **1. Generalidades**

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares, los productos suministrados, los procesos empleados y el tamaño y estructura de la organización. No es el propósito de esta Norma Internacional proporcionar uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de la calidad o en la documentación.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados en esta Norma Internacional son complementarios a los requisitos para los productos. La información identificada como “NOTA” se presenta a modo de orientación para la comprensión o clarificación del requisito correspondiente.

Esta Norma Internacional pueden utilizarla partes internas y externas, incluyendo organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los reglamentos y los propios de la organización.

En el desarrollo de esta Norma Internacional se han tenido en cuenta los principios de gestión de la calidad enunciados en las Normas ISO 9000 e ISO 9004.

#### **2. Enfoque basado en procesos**

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos y que se

gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como “enfoque basado en procesos”.

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de:

- a. la comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- b. la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- c. la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- d. la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

El modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos que se muestra en la figura 1 ilustra los vínculos entre los procesos presentados en los capítulos 4 a 8. Esta figura muestra que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos. El modelo mostrado en la figura 1 cubre todos los requisitos de esta Norma Internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada.

### **3. Sistema de gestión de la calidad**

#### **3.1 Requisitos generales**

La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional

La organización debe

- a) identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización (véase 1.2),
- b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos,
- c) determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces,
- d) asegurarse la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos,

- e) realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos, e
- f) implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

La organización debe gestionar estos procesos de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.

En los casos en que la organización opte por contratar externamente cualquier proceso que afecte la conformidad del producto con los requisitos, la organización debe asegurarse de controlar tales procesos. El control sobre dichos procesos contratados externamente debe estar identificado dentro del sistema de gestión de la calidad.

NOTA Los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad a los que se ha hecho referencia anteriormente deberían incluir los procesos para las actividades de gestión, la provisión de recursos, la realización del producto y las mediciones.

## 4.2 Requisitos de la documentación

### 4.2.1 Generalidades

La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir

- a) declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad,
- b) un manual de la calidad,
- c) los procedimientos documentados requeridos en esta Norma Internacional,
- d) los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos, y
- e) los registros requeridos por esta Norma Internacional (véase 4.2.4).

NOTA 1 Cuando aparezca el término “procedimiento documentado” dentro de esta Norma Internacional, significa que el procedimiento sea establecido, documentado, implementado y mantenido.

NOTA 2 La extensión de la documentación del sistema de gestión de la calidad puede diferir de una organización a otra debido a

- a) el tamaño de la organización y el tipo de actividades,
- b) la complejidad de los procesos y sus interacciones, y
- c) la competencia del personal.

NOTA 3 La documentación puede estar en cualquier formato o tipo de medio.

#### 4.2.2 Manual de la calidad

La organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya

- a) el alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión (véase 1.2),
- b) los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o referencia a los mismos, y
- c) una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.

#### 4.2.3. Control de los documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros son un tipo especial de documento y deben que se controlarán de acuerdo con los requisitos citados en 4.2.4.

Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para

- a) aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión,
- b) revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente,
- c) asegurar que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos,
- d) asegurar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso,
- e) garantizar que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables,
- f) garantizar que se identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución, y
- g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

#### 4.2.4 Control de los registros

Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos, así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los

controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

## 5 Responsabilidad de la dirección

### 5.1 Compromiso de la dirección

La alta dirección debe proporcionar evidencia de su compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de gestión de la calidad, así como con la mejora continua de su eficacia

- a) comunicando a la organización la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios,
- b) estableciendo la política de la calidad,
- c) asegurando el establecimiento de los objetivos de la calidad,
- d) llevando a cabo las revisiones por la dirección, y
- e) garantizando la disponibilidad de recursos.

### 5.2 Enfoque al cliente

La alta dirección debe asegurarse de que los requisitos del cliente se determinan y se cumplen con el propósito de aumentar la satisfacción del cliente (véanse 7.2.1 y 8.2.1).

### 5.3 Política de la calidad

La alta dirección debe asegurarse de que la política de la calidad

- a) es adecuada al propósito de la organización,
- b) incluye un compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad,
- c) proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad,
- d) es comunicada y entendida dentro de la organización, y
- e) es revisada para su continua adecuación.

## 6 Gestión de los recursos

### 6.1 Provisión de recursos

La organización debe determinar y proporcionará los recursos necesarios para

a) implementar y mantener el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia, y

b) aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

## 6.2 Recursos humanos

### 6.2.1 Generalidades

El personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.

### 6.2.2 Competencia, toma de conciencia y formación

La organización debe

a) determinar la competencia necesaria para el personal que realiza trabajos que afectan a la calidad del producto,

b) proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer dichas necesidades,

c) evaluar la eficacia de las acciones tomadas,

d) asegurarse de que su personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad, y

e) mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia (véase 4.2.4).

## 6.3 Infraestructura

La organización debe determinar, proporcionará y mantendrá la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable

a) edificios, espacio de trabajo y servicios asociados,

b) equipo para los procesos, (tanto hardware como software), y

c) servicios de apoyo tales (como transporte y comunicación).

## 6.4 Ambiente de trabajo

La organización debe determinar y gestionará el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

## 7 Realización del producto

## 7.1 Planificación de la realización del producto

La organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser coherente con los requisitos de los otros procesos del sistema de gestión de la calidad (véase 4.1).

Durante la planificación de la realización del producto, la organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- a) los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto;
- b) la necesidad de establecer procesos, documentos y de proporcionar recursos específicos para el producto;
- c) las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo/prueba específicas para el producto, así como los criterios para la aceptación del mismo;
- d) los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos (véase 4.2.4).

## 7.3 Diseño y desarrollo

### 7.3.1 Planificación del diseño y desarrollo

La organización debe planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto.

Durante la planificación del diseño y desarrollo la organización debe determinar

- a) las etapas del diseño y desarrollo,
- b) la revisión, verificación y validación, apropiadas para cada etapa del diseño y desarrollo, y
- c) las responsabilidades y autoridades para el diseño y desarrollo.

La organización debe gestionar las interfases entre los diferentes grupos involucrados en el diseño y desarrollo para asegurarse de una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades.

Los resultados de la planificación deben actualizarse, según sea apropiado, a medida que progresa el diseño y desarrollo.

## 7.5 Producción y prestación del servicio

### 7.5.1 Control de la producción y de la prestación del servicio

La organización debe planificar y llevar a cabo la producción y la prestación del servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable

- a) la disponibilidad de información que describa las características del producto,
- b) la disponibilidad de instrucciones de trabajo, cuando sea necesario,
- c) el uso del equipo apropiado,
- d) la disponibilidad y uso de dispositivos de seguimiento y medición,
- e) la implementación del seguimiento y de la medición, y
- f) la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.

#### 7.5.2 Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio

La organización debe validar aquellos procesos de producción y de prestación del servicio donde los productos resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores. Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias se hagan aparentes únicamente después de que el producto esté siendo utilizado o se haya prestado el servicio.

La validación debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planificados.

La organización debe establecer las disposiciones para estos procesos, incluyendo, cuando sea aplicable

- a) los criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos,
- b) la aprobación de equipos y calificación del personal,
- c) el uso de métodos y procedimientos específicos,
- d) los requisitos de los registros (véase 4.2.4), y
- e) la revalidación.

#### 7.5.3 Identificación y trazabilidad

Cuando sea apropiado, la organización debe identificar el producto por medios adecuados, a través de toda la realización del producto.

La organización debe identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando la trazabilidad sea un requisito, la organización debe controlar y registrar la identificación única del producto (véase 4.2.4).

NOTA En algunos sectores industriales, la gestión de la configuración es un medio para mantener la identificación y la trazabilidad.

## 7.6 Control de los dispositivos de seguimiento y de medición

La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realizar, y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados (véase 7.2.1).

La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe

- a) calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación;
- b) ajustarse o reajustarse según sea necesario;
- c) identificarse para poder determinar el estado de calibración;
- d) protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición;
- e) protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y la verificación (véase 4.2.2).

Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando éstos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados. Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse de nuevo cuando sea necesario.

NOTA Véanse las Normas ISO 10012-1 e ISO 10012-2 a modo de orientación.

## 8 Medición, análisis y mejora

### 8.1 Generalidades

La organización debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para

- a) demostrar la conformidad del producto,
- b) asegurarse de la conformidad del sistema de gestión de la calidad, y
- c) mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Esto debe comprender la determinación de los métodos aplicables, incluyendo las técnicas estadísticas y el alcance de su utilización.

### 8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos

La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados. Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.

### 8.2.4 Seguimiento y medición del producto

La organización debe medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del mismo. Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de ejecución del producto de acuerdo con las disposiciones planificadas (véase 7.1).

Debe mantenerse evidencia de la conformidad de los criterios de aceptación. Los registros deben indicar la (s) persona (s) que autoriza (n) la liberación del producto (véase 4.2.4).

La liberación del producto y la prestación del servicio no deben llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas (véase 7.1), a menos que sean aprobados de otra manera por una autoridad pertinente y, cuando corresponda, por el cliente.

## 8.3 Control del producto no conforme

La organización debe asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional. Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionados con el tratamiento del producto no conforme deben estar definidos en un procedimiento documentado.

La organización debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras:

- a) tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada;
- b) autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente;
- c) tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto.

Se deben mantener registros (véase 4.2.4) de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido.

Cuando se corrige un producto no conforme, debe someterse a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos.

Cuando se detecta un producto no conforme después de la entrega o cuando ha comenzado su uso, la organización debe tomar las acciones apropiadas respecto a los efectos o efectos potenciales de la no conformidad.

## 8.5 Mejora

### 8.5.1 Mejora continua

La organización debe mejorar continuamente la eficacia de sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

### 8.5.2 Acción correctiva

La organización debe tomar acciones para eliminar la causa de no conformidades con objeto de prevenir que vuelva a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para

- a) revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes),
- b) determinar las causas de las no conformidades,
- c) evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir,
- d) determinar e implementar las acciones necesarias,
- e) registrar los resultados de las acciones tomadas (véase 4.2.4),
- f) revisar las acciones correctivas tomadas.

### 8.5.3 Acción preventiva

La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para

- a) determinar las no conformidades potenciales y sus causas,
- b) evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades,
- c) determinar e implementar las acciones necesarias,
- d) registrar los resultados de las acciones tomadas (véase 4.2.4), y
- e) revisar las acciones preventivas tomadas.

Mediante estas generalidades de la norma, se puede concluir que en los lineamientos de la ISO 9001-2000 se pretende ofrecer mejor calidad y confianza al cliente.

Para que esto ocurra no solo es necesario ofrecer calidad en los procesos de fabricación sino también en los procesos de apoyo o secundarios. En este caso y concretamente en el área de soldadura, mediante la creación de un taller de soldadura de mantenimiento.

# **ANEXO 2**

**NORMA ISO 9001:2000**

## Norma ISO 9001:2000

### **Objeto**

#### **Generalidades:**

- c) Necesita demostrar su capacidad para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentos aplicables.
- d) Aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentos aplicables.

### **Introducción**

#### **1. Generalidades**

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados por diferentes necesidades, objetivos particulares, los productos suministrados, los procesos empleados y el tamaño y estructura de la organización. No es el propósito de esta Norma Internacional proporcionar uniformidad en la estructura de los sistemas de gestión de la calidad o en la documentación.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados en esta Norma Internacional son complementarios a los requisitos para los productos. La información identificada como “NOTA” se presenta a modo de orientación para la comprensión o clarificación del requisito correspondiente.

Esta Norma Internacional pueden utilizarla partes internas y externas, incluyendo organismos de certificación, para evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente, los reglamentos y los propios de la organización.

En el desarrollo de esta Norma Internacional se han tenido en cuenta los principios de gestión de la calidad enunciados en las Normas ISO 9000 e ISO 9004.

#### **2. Enfoque basado en procesos**

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos y que se

gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como “enfoque basado en procesos”.

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de:

- e. la comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- f. la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- g. la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- h. la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

El modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos que se muestra en la figura 1 ilustra los vínculos entre los procesos presentados en los capítulos 4 a 8. Esta figura muestra que los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos. El modelo mostrado en la figura 1 cubre todos los requisitos de esta Norma Internacional, pero no refleja los procesos de una forma detallada.

### **3. Sistema de gestión de la calidad**

#### **3.1 Requisitos generales**

La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional

La organización debe

- a) identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización (véase 1.2),
- b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos,
- c) determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces,
- d) asegurarse la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos,

- e) realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos, e
- f) implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

La organización debe gestionar estos procesos de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.

En los casos en que la organización opte por contratar externamente cualquier proceso que afecte la conformidad del producto con los requisitos, la organización debe asegurarse de controlar tales procesos. El control sobre dichos procesos contratados externamente debe estar identificado dentro del sistema de gestión de la calidad.

NOTA Los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad a los que se ha hecho referencia anteriormente deberían incluir los procesos para las actividades de gestión, la provisión de recursos, la realización del producto y las mediciones.

## 4.2 Requisitos de la documentación

### 4.2.1 Generalidades

La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir

- a) declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad,
- b) un manual de la calidad,
- c) los procedimientos documentados requeridos en esta Norma Internacional,
- d) los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos, y
- e) los registros requeridos por esta Norma Internacional (véase 4.2.4).

NOTA 1 Cuando aparezca el término “procedimiento documentado” dentro de esta Norma Internacional, significa que el procedimiento sea establecido, documentado, implementado y mantenido.

NOTA 2 La extensión de la documentación del sistema de gestión de la calidad puede diferir de una organización a otra debido a

- a) el tamaño de la organización y el tipo de actividades,
- b) la complejidad de los procesos y sus interacciones, y
- c) la competencia del personal.

NOTA 3 La documentación puede estar en cualquier formato o tipo de medio.

#### 4.2.2 Manual de la calidad

La organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya

- a) el alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión (véase 1.2),
- b) los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o referencia a los mismos, y
- c) una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.

#### 4.2.3. Control de los documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros son un tipo especial de documento y deben que se controlarán de acuerdo con los requisitos citados en 4.2.4.

Debe establecerse un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para

- a) aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión,
- b) revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente,
- c) asegurar que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos,
- d) asegurar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso,
- e) garantizar que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables,
- f) garantizar que se identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución, y
- g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

#### 4.2.4 Control de los registros

Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos, así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los

controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

## 5 Responsabilidad de la dirección

### 5.1 Compromiso de la dirección

La alta dirección debe proporcionar evidencia de su compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de gestión de la calidad, así como con la mejora continua de su eficacia

- a) comunicando a la organización la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios,
- b) estableciendo la política de la calidad,
- c) asegurando el establecimiento de los objetivos de la calidad,
- d) llevando a cabo las revisiones por la dirección, y
- e) garantizando la disponibilidad de recursos.

### 5.2 Enfoque al cliente

La alta dirección debe asegurarse de que los requisitos del cliente se determinan y se cumplen con el propósito de aumentar la satisfacción del cliente (véanse 7.2.1 y 8.2.1).

### 5.3 Política de la calidad

La alta dirección debe asegurarse de que la política de la calidad

- a) es adecuada al propósito de la organización,
- b) incluye un compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad,
- c) proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad,
- d) es comunicada y entendida dentro de la organización, y
- e) es revisada para su continua adecuación.

## 6 Gestión de los recursos

### 6.1 Provisión de recursos

La organización debe determinar y proporcionará los recursos necesarios para

a) implementar y mantener el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia, y

b) aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

## 6.2 Recursos humanos

### 6.2.1 Generalidades

El personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto debe ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.

### 6.2.2 Competencia, toma de conciencia y formación

La organización debe

a) determinar la competencia necesaria para el personal que realiza trabajos que afectan a la calidad del producto,

b) proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer dichas necesidades,

c) evaluar la eficacia de las acciones tomadas,

d) asegurarse de que su personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de la calidad, y

e) mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia (véase 4.2.4).

## 6.3 Infraestructura

La organización debe determinar, proporcionará y mantendrá la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable

a) edificios, espacio de trabajo y servicios asociados,

b) equipo para los procesos, (tanto hardware como software), y

c) servicios de apoyo tales (como transporte y comunicación).

## 6.4 Ambiente de trabajo

La organización debe determinar y gestionará el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

## 7 Realización del producto

## 7.1 Planificación de la realización del producto

La organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser coherente con los requisitos de los otros procesos del sistema de gestión de la calidad (véase 4.1).

Durante la planificación de la realización del producto, la organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- a) los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto;
- b) la necesidad de establecer procesos, documentos y de proporcionar recursos específicos para el producto;
- c) las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo/prueba específicas para el producto, así como los criterios para la aceptación del mismo;
- d) los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos (véase 4.2.4).

## 7.3 Diseño y desarrollo

### 7.3.1 Planificación del diseño y desarrollo

La organización debe planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto.

Durante la planificación del diseño y desarrollo la organización debe determinar

- a) las etapas del diseño y desarrollo,
- b) la revisión, verificación y validación, apropiadas para cada etapa del diseño y desarrollo, y
- c) las responsabilidades y autoridades para el diseño y desarrollo.

La organización debe gestionar las interfases entre los diferentes grupos involucrados en el diseño y desarrollo para asegurarse de una comunicación eficaz y una clara asignación de responsabilidades.

Los resultados de la planificación deben actualizarse, según sea apropiado, a medida que progresa el diseño y desarrollo.

## 7.5 Producción y prestación del servicio

### 7.5.1 Control de la producción y de la prestación del servicio

La organización debe planificar y llevar a cabo la producción y la prestación del servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable

- a) la disponibilidad de información que describa las características del producto,
- b) la disponibilidad de instrucciones de trabajo, cuando sea necesario,
- c) el uso del equipo apropiado,
- d) la disponibilidad y uso de dispositivos de seguimiento y medición,
- e) la implementación del seguimiento y de la medición, y
- f) la implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega.

#### 7.5.2 Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio

La organización debe validar aquellos procesos de producción y de prestación del servicio donde los productos resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o medición posteriores. Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias se hagan aparentes únicamente después de que el producto esté siendo utilizado o se haya prestado el servicio.

La validación debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planificados.

La organización debe establecer las disposiciones para estos procesos, incluyendo, cuando sea aplicable

- a) los criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos,
- b) la aprobación de equipos y calificación del personal,
- c) el uso de métodos y procedimientos específicos,
- d) los requisitos de los registros (véase 4.2.4), y
- e) la revalidación.

#### 7.5.3 Identificación y trazabilidad

Cuando sea apropiado, la organización debe identificar el producto por medios adecuados, a través de toda la realización del producto.

La organización debe identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando la trazabilidad sea un requisito, la organización debe controlar y registrar la identificación única del producto (véase 4.2.4).

NOTA En algunos sectores industriales, la gestión de la configuración es un medio para mantener la identificación y la trazabilidad.

## 7.6 Control de los dispositivos de seguimiento y de medición

La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realizar, y los dispositivos de medición y seguimiento necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados (véase 7.2.1).

La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando sea necesario asegurarse de la validez de los resultados, el equipo de medición debe

- a) calibrarse o verificarse a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación;
- b) ajustarse o reajustarse según sea necesario;
- c) identificarse para poder determinar el estado de calibración;
- d) protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición;
- e) protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y el almacenamiento.

Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y la verificación (véase 4.2.2).

Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando éstos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados. Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse de nuevo cuando sea necesario.

NOTA Véanse las Normas ISO 10012-1 e ISO 10012-2 a modo de orientación.

## 8 Medición, análisis y mejora

### 8.1 Generalidades

La organización debe planificar e implementar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios para

- a) demostrar la conformidad del producto,
- b) asegurarse de la conformidad del sistema de gestión de la calidad, y
- c) mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Esto debe comprender la determinación de los métodos aplicables, incluyendo las técnicas estadísticas y el alcance de su utilización.

### 8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos

La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados. Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.

### 8.2.4 Seguimiento y medición del producto

La organización debe medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del mismo. Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de ejecución del producto de acuerdo con las disposiciones planificadas (véase 7.1).

Debe mantenerse evidencia de la conformidad de los criterios de aceptación. Los registros deben indicar la (s) persona (s) que autoriza (n) la liberación del producto (véase 4.2.4).

La liberación del producto y la prestación del servicio no deben llevarse a cabo hasta que se hayan completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas (véase 7.1), a menos que sean aprobados de otra manera por una autoridad pertinente y, cuando corresponda, por el cliente.

## 8.3 Control del producto no conforme

La organización debe asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional. Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionados con el tratamiento del producto no conforme deben estar definidos en un procedimiento documentado.

La organización debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras:

- a) tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada;
- b) autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable, por el cliente;
- c) tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto.

Se deben mantener registros (véase 4.2.4) de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido.

Cuando se corrige un producto no conforme, debe someterse a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos.

Cuando se detecta un producto no conforme después de la entrega o cuando ha comenzado su uso, la organización debe tomar las acciones apropiadas respecto a los efectos o efectos potenciales de la no conformidad.

## 8.5 Mejora

### 8.5.1 Mejora continua

La organización debe mejorar continuamente la eficacia de sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

### 8.5.2 Acción correctiva

La organización debe tomar acciones para eliminar la causa de no conformidades con objeto de prevenir que vuelva a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para

- a) revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes),
- b) determinar las causas de las no conformidades,
- c) evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir,
- d) determinar e implementar las acciones necesarias,
- e) registrar los resultados de las acciones tomadas (véase 4.2.4),
- f) revisar las acciones correctivas tomadas.

### 8.5.3 Acción preventiva

La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para

- a) determinar las no conformidades potenciales y sus causas,
- b) evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades,
- c) determinar e implementar las acciones necesarias,
- d) registrar los resultados de las acciones tomadas (véase 4.2.4), y
- e) revisar las acciones preventivas tomadas.

Mediante estas generalidades de la norma, se puede concluir que en los lineamientos de la ISO 9001-2000 se pretende ofrecer mejor calidad y confianza al cliente.

Para que esto ocurra no solo es necesario ofrecer calidad en los procesos de fabricación sino también en los procesos de apoyo o secundarios. En este caso y concretamente en el área de soldadura, mediante la creación de un taller de soldadura de mantenimiento .

# **ANEXO 3**

## **TERMINOS**

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

▶ **Aseguramiento de la calidad.** Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implementadas en el Sistema de Calidad, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto satisfará los requisitos dados sobre la calidad.

▶ **Agentes.** Conjunto de criterios englobados en el modelo de la EFQM cuyo enfoque realizado por la organización es relevante para la consecución de la excelencia de los resultados empresariales.

▶ **Auditoría.** Es una herramienta de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva del funcionamiento de la organización en su conjunto o de alguna de las unidades que la integran.

▶ **Autoevaluación.** Es un examen global, sistemático y regular de las actividades y resultados de una organización comparados con un modelo de excelencia.

▶ **Benchmarking.** Proceso continuado y analítico para medir de forma sistemática las actividades, procesos, operaciones y prácticas de la propia organización frente a las análogas de organizaciones reconocidas como líderes o excelentes, sean competidoras o no.

▶ **Cadena de valor.** Consiste en desagregar la actividad general de la empresa en actividades tecnológicas y económicas distintas, las cuales tienen diferente influencia en la posición relativa de costes de la organización (ventajas competitivas) o suponen distintas bases de diferenciación hacia el producto y el mercado.

▶ **Calidad total.** Concepto de gestión empresarial que sitúa como primer objetivo de la misma la calidad del bien o servicio ofrecido y la satisfacción del cliente, a través de la mejora continua.

▶ **Clientes.** Persona que demanda los servicios o productos que presta una Organización/Unidad Administrativa. Es el más próximo destinatario de los servicios o productos que ofrece una Unidad Administrativa.

▶ **Cultura de la organización.** Es el conjunto de valores, símbolos, mitos, pautas de conducta y normas de actuación que influyen en la organización y que permiten una integración social y cultural de sus miembros.

▶ **Eficacia.** Se mide comparando los resultados realmente obtenidos con los previstos independientemente de los medios utilizados. También puede entenderse como la comparación entre los resultados obtenidos y un óptimo posible.

▶**Eficiencia.** Consiste en obtener el máximo resultado posible con unos recursos determinados, o en mantener con unos recursos mínimos la calidad y cantidad adecuada de un determinado servicio/producto.

▶**Estándar.** Fijación de normas o reglas a las que se deben ajustar las especificaciones de un servicio/ producto o los métodos y procedimientos seguidos en su prestación/elaboración.

▶**Estándar de calidad.** Compromiso respecto al mantenimiento de un nivel de calidad en el contenido de sus prestaciones por parte de una unidad administrativa.

▶**Estrategia de la organización.** Es el modelo de objetivos, propósitos o metas y de las principales políticas y planes para alcanzarlos, planteados de tal manera que definen qué servicios se prestan o se van a prestar y la forma de su prestación.

▶**Excelencia.** Hace referencia a la forma de actuar de las organizaciones que satisfacen las necesidades del mercado, son líderes en su sector, están bien gestionadas, cumplen sus objetivos y obtienen una elevada rentabilidad.

▶**Evaluación.** Es la valoración de la capacidad de la empresa para lograr sus objetivos iniciales o revisados, de forma que se recomiende el «tipo de tratamiento», es decir, se formulen las políticas y procedimientos que regulan las desviaciones observadas en el funcionamiento de los sistemas.

▶**Gestión de procesos.** Consiste en dotar a los procesos de las herramientas necesarias para lograr que éstos sean a la vez eficaces y eficientes, permitiendo un seguimiento y control sobre todas las actividades que forman parte de los mismos.

▶**Indicador.** Unidad de medida que permite el seguimiento y evaluación periódica de las variables clave de una organización, mediante su comparación con los correspondientes referentes internos y externos.

▶**Mejora continua.** Consiste en la mejora sistemática y continua de los procesos y del rendimiento operativo mediante el uso de metodologías apropiadas.

▶**Misión.** Finalidad fundamental que justifica la existencia de la organización.

▶**Motivación.** Es una predisposición general que dirige el comportamiento hacia la obtención de lo que se desea.

▶**Norma.** Especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada cuya observancia no es obligatoria, establecida con participación de todas las partes interesadas, que aprueba un organismo reconocido a nivel nacional o internacional, por su actividad normativa.

▶**Normalización.** Actividad por la que se unifican criterios respecto a determinadas materias y se posibilita la utilización de un lenguaje común en un campo de actividad concreto.

▶ **Objetivos.** Fines o metas que la organización se propone alcanzar con una estrategia determinada.

▶ **Planificación estratégica.** Consiste en la fijación de objetivos a largo plazo, con su correspondiente asignación de recursos y diseño de sistemas de decisión y control que permitan la consecución de aquellos, una vez alcanzados los objetivos a corto plazo.

▶ **Política de la organización.** Marco general de la organización bajo el que se establece su misión esencial, valores, visión, objetivos y estrategias.

▶ **Recursos.** Bienes económicos y no económicos susceptibles de ser empleados en cualquier proceso productivo.

▶ **Satisfacción del cliente.** Está relacionado positivamente con la calidad percibida (a mayor calidad percibida, mayor satisfacción), y con la diferencia entre la calidad percibida y las expectativas previas a la recepción del servicio o producto.

▶ **Sistema de gestión de calidad.** Conjunto de la estructura de la organización, las responsabilidades, los procedimientos, procesos y recursos establecidos para conseguir los objetivos en materia de calidad.

▶ **Visión.** Describe las razones fundamentales de la existencia de la organización inspirando claramente la dirección a seguir. Incluye la calidad y la satisfacción del cliente, indicando donde se puede estar en el futuro, adelantándose a las nuevas necesidades de la sociedad.

▶ **Auditor Líder.** Es la persona encargada de llevar a cabo una auditoria, es el primer responsable de la implementación de un sistema de calidad.

# **ANEXO 4**

# MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

## 4.1 MEJORAMIENTO CONTINUO DE LA CALIDAD

“El Proceso de Mejoramiento de la Calidad establece que muchos problemas de la organización son el resultado de *sistemas y procesos*, más que de fallas individuales” (AZMOUZ, 1998:3) .

De igual manera, alienta al personal de todos los niveles a trabajar en equipo, a sacar provecho de la experiencia colectiva y las habilidades con que cuentan, a analizar procesos y sistemas, a utilizar la información para identificar la naturaleza y magnitud de cada problema, y a diseñar y ejecutar acciones que mejoren los procesos.

Cuando el personal empieza a realizar mejoras, él mismo supervisa el impacto de sus cambios. Si al principio no se obtienen los resultados esperados, el personal puede continuar mejorando hasta que los objetivos sean alcanzados.

A continuación se presenta algunos conceptos de autores destacados en el tema: James Harrington (1993), para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

Abell, D. (1994), da como concepto de Mejoramiento Continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado.

L.P. Sullivan (1994), define el Mejoramiento Continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de la organización que involucre satisfacción del cliente. Eduardo Deming (1996), según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

Haciendo una síntesis de los conceptos citados anteriormente, podemos concluir que: El Mejoramiento Continuo es un proceso de intensificación del sistema de gestión de la calidad para la obtención de mejoras en el comportamiento global de la organización de acuerdo con su política de calidad, además refleja lo que la empresa necesita hacer si quiere ser competitiva a lo largo del tiempo.

### 4.1.1 Actividades Básicas del Mejoramiento

De acuerdo a un estudio en los procesos de mejoramiento puestos en práctica en diversas compañías en Estados Unidos, Según Harrington (1987), existen diez actividades de mejoramiento que deberían formar parte de toda empresa, sea grande o pequeña:

### *Compromiso de la Alta Dirección*

El proceso de mejoramiento debe comenzar desde los principales directivos y progresa en la medida al grado de compromiso que éstos adquieran, es decir, en el interés que pongan por superarse y por ser cada día mejor.

### **Consejo Directivo del Mejoramiento**

Estará constituido por un grupo de ejecutivos de primer nivel, quienes estudiarán el proceso de mejoramiento productivo y buscarán adaptarlo a las necesidades de la compañía.

### **Participación Total de la Administración**

El equipo de administración es un conjunto de responsables de la implantación del proceso de mejoramiento. Eso implica la participación activa de todos los ejecutivos y supervisores de la organización. Cada ejecutivo debe participar en un curso de capacitación que le permita conocer nuevos estándares de la compañía y las técnicas de mejoramiento respectivas.

### **Participación de los Empleados**

Una vez que el equipo de administradores esté capacitado en el proceso, se darán las condiciones para involucrar a los empleados. Esto lo lleva a cabo el gerente o supervisor de primera línea de cada departamento, quien es responsable de adiestrar a sus subordinados, empleando las técnicas que él aprendió.

### **Participación Individual**

Es importante desarrollar sistemas que brinden a todos los individuos los medios para que contribuyan, sean medidos y se les reconozcan sus aportaciones personales en beneficio del mejoramiento.

### ***Equipos de Mejoramiento de los Sistemas (equipos de control de los procesos)***

Toda actividad que se repite es un proceso que puede controlarse. Para ello se elaboran diagramas de flujo de los procesos, después se le incluyen mediciones, controles y retroalimentación. Para la aplicación de este proceso se debe contar con un solo individuo responsable del funcionamiento completo de dicho proceso.

### **Actividades con Participación de los Proveedores**

Todo proceso exitoso de mejoramiento debe tomar en cuenta a las contribuciones de los proveedores.

### Aseguramiento de la Calidad

Los recursos para el aseguramiento de la calidad, que se dedican a la solución de problemas relacionados con los productos, deben reorientarse hacia el control de los sistemas que ayudan a mejorar las operaciones y así evitar que se presenten problemas.

### Planes de Calidad a Corto Plazo y Estrategias de Calidad a Largo Plazo

Cada compañía debe desarrollar una estrategia de calidad a largo plazo. Después debe asegurarse de que todo el grupo administrativo comprenda la estrategia de manera que sus integrantes puedan elaborar planes a corto plazo detallados, que aseguren que las actividades de los grupos coincidan y respalden la estrategia a largo plazo.

### Sistema de Reconocimientos

El proceso de mejoramiento pretende cambiar la forma de pensar de las personas acerca de los errores. Para ello existen dos maneras de reforzar la aplicación de los cambios deseados: castigar a todos los que no logren hacer bien su trabajo todo el tiempo, o premiar a todos los individuos y grupos cuando alcancen una meta y que realicen una importante aportación al proceso de mejoramiento.

#### 4.1.2 Herramientas de la Calidad

Es indispensable conocer las Herramientas básicas de la Calidad, ya que éstas servirán para realizar propuestas de mejora continua y efectuar su seguimiento. En la Tabla No. 4.1 se presentan varias herramientas que se pueden utilizar dentro de la empresa ECUAMATRIZ.

TABLA No. 4.1  
HERRAMIENTAS BÁSICAS DE LA CALIDAD

Matriz de Selección
Flujogramas
Lluvia de ideas
Diagramas de causa-efecto
Diagrama Gant
Hojas de registro
Histogramas
Análisis de "Pareto"
Análisis de casos modelo ("benchmarking").

**Fuente:** RIBERA, Jaime "La Calidad: Definiciones e instrumentos Básicos de Mejora".

**Elaborado por:** MONTESDEOCA I. JUAN C.; ZAMBRANO R. DIEGO A.

## IMPORTANCIA DEL MEJORAMIENTO CONTINUO

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización.

A través del mejoramiento continuo la empresa ECUAMATRIZ logrará ser más productiva y competitiva en el mercado al cual pertenece, por otra parte la empresa debe analizar los procesos actuales, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de la aplicación de este proceso puede ser que Vicuña crezca dentro del mercado y mantenga el liderazgo.

### **4.3 CICLO DEL MEJORAMIENTO CONTINUO (E. DEMING)**

Walter Shewhart fue el iniciador del ciclo “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PHVA), pero fue popularizado por Edward Deming, el representante de la escuela de gerencia de calidad más conocido. Por esta razón es conocido como Ciclo Deming.

“El Ciclo PHVA refleja un mecanismo de evolución para la mejora continua que está presente en todas las áreas. Cada actividad, no importa lo simple o compleja que sea, se enmarca dentro de este círculo interminable” (E. SCHULDT, 199.8:47).

### **GRÁFICO No. 4.1 CICLO DEMING**



**Fuente:** RIBERA, Jaime “La Calidad: Definiciones e instrumentos Básicos de Mejora”.  
**Elaborado por:** MONTESDEOCA I. JUAN C.; ZAMBRANO R. DIEGO A.

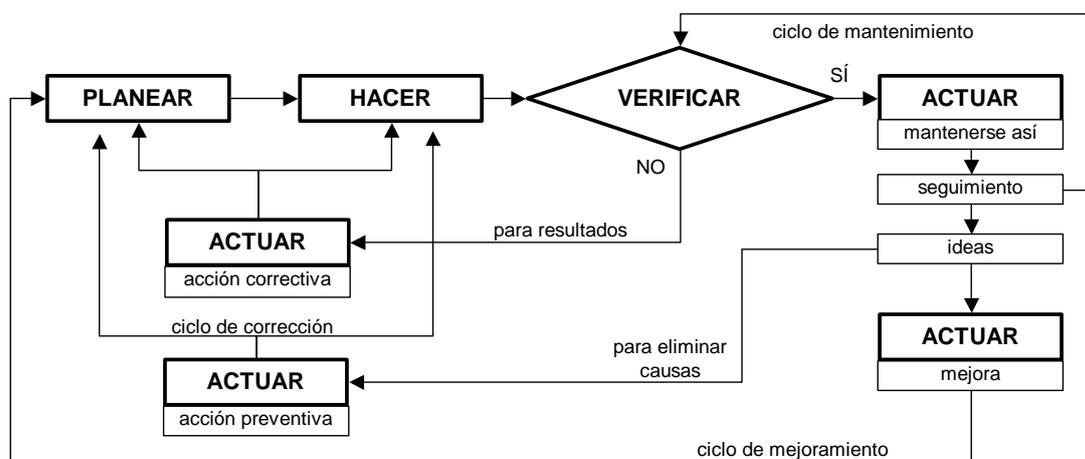
Resumiendo el Gráfico No. 4.1 se tiene que la *Planificación* es la determinación de la secuencia de las actividades necesarias para alcanzar los resultados deseados, para posteriormente *Hacer*, que es el acto de implantación del plan. Cuando al implantar el plan no se alcanzan los resultados deseados, generalmente se realiza un nuevo plan, descartando el plan inicial que no presentó los resultados esperados. Pero por el contrario bajo el Ciclo Deming no se toma una nueva hoja blanco, en lugar de esto se *Verifica* los resultados de lo que se ha ejecutado para determinar la diferencia con el resultado esperado. Cuando se *Actúa* (en base al análisis) se determina los cambios necesarios para mejorar el resultado. Este proceso se repite constantemente, y el nuevo conocimiento ganado servirá para los planes futuros<sup>1</sup>.

A continuación se presenta el Gráfico No. 4.2 donde se encuentra el Ciclo PHVA en forma de diagrama de flujo:

## GRÁFICO No. 4.2

<sup>1</sup> Cfr. J., RIBERA (1997). *La Calidad: Definiciones e Instrumentos Básicos de Mejora*. España: Industria Gráfica S.A.. p. 36

## ESQUEMA DEL DR. MIYAUCHI



Fuente: <http://www.geocities.com/WallStreet/Exchange/9158/pdca.htm>

Elaborado por: MONTESDEOCA I. JUAN C.; ZAMBRANO R. DIEGO A..

### 4.3.1 Metodología de Mejoramiento Continuo

Para iniciar el mejoramiento continuo es necesario crear un ambiente organizacional en el que la orientación hacia procesos motive al uso de herramientas de calidad de manera regular.

El mejoramiento continuo permite a la organización centrarse en el cliente, aumentando de esta manera la capacidad de la organización para competir, al optimizar el uso de sus recursos y principalmente al brindar un método que le permita evaluar los cambios importantes en actividades de la organización.

El proceso de mejoramiento continuo, de acuerdo a la metodología del licenciado Freddy Arévalo, está formado de seis fases que se detallarán en los siguientes numerales.

#### Mapeo de Procesos

El Mapeo de Procesos es la base para el mejoramiento de procesos ya que de esta manera se define los procesos de la empresa y estrategias a mejorar en cada uno de ellos.

## Levantamiento de Información

Para realizar un levantamiento de información es necesario realizar una diagramación de subprocesos a nivel de actividades, además revisar los límites y alcance del proceso analizando sus características y los requerimientos de proveedores y clientes.

## Análisis del Proceso

En esta fase se hace un análisis de los requerimientos y satisfacción de clientes, para lo cual se realiza una matriz de análisis de **SATISFACCIÓN DEL CLIENTE** representado por sus ejes X y Y de la siguiente manera:

### *Importancia ( Eje Y)*

Esta variable se la define de acuerdo al grado en que una actividad aporta o no valor agregado tanto para el cliente como para el proceso en sí.

### *Satisfacción del Cliente (Eje X)*

Se orienta a identificar las necesidades y expectativas de los clientes interno o externo respecto al producto.

Estas dos variables tienen un grado de evaluación Alto. Medio y Bajo, los cuales serán determinados una vez realizadas entrevistas a los clientes del proceso a ser evaluado.

Luego de ser tabuladas las entrevistas se realiza la Matriz de Análisis de Satisfacción del Cliente la cual ayudará a enfocar los esfuerzos a fin de mejorar aquellos puntos débiles del proceso y que son de alta importancia para el cliente.

Para representar gráficamente las actividades que generan o no valor al producto o a la empresa, es necesario realizar un análisis de valor agregado por cada una de las actividades, de esta manera se puede identificar claramente las oportunidades de mejora que se requieren y las acciones a tomar. Previo a la ejecución de acciones para el mejoramiento es necesario analizar su costo-beneficio tanto para la empresa como para el producto.

### **4.3.1.1 Diseño del Proceso**

El diseño de procesos consta de varios pasos que se describen a continuación:

*Diagramación del proceso mejorado a nivel de actividades:* La diagramación se la realizará a nivel de actividades de cada subproceso, incluyendo las recomendaciones de mejoras definidas, en caso de que el mapa de procesos cambie, este deberá ser actualizado.

*Definición detallada a nivel de actividades:* Se deberá definir procesos, subprocesos, actividades y pasos, además permite detallar los pasos de una actividad en un proceso cuando:

- La actividad ha sido modificada o creada
- El diagrama de flujo no es muy específico

*Definición de Indicadores de Gestión:* Es indispensable formular indicadores de gestión que permitan evaluar el desempeño del proceso mejorado, éstos se deberán establecer de acuerdo a la importancia y características del proceso y deben ser actualizados permanentemente.

*Definición de Recursos Necesarios:* Se debe analizar tanto los recursos humanos, físicos y económicos que intervendrán en el mejoramiento.

*Definición del Portafolio de Mejoras:* Se priorizará las acciones de mejora a implantarse de acuerdo a las necesidades inmediatas de la empresa.

*Valoración y compensación de puestos:* Se analizará los puestos modificados en sus responsabilidades y funciones para una adecuada valoración y denominación del puesto, con esto se determinará el nivel salarial acorde a las nuevas responsabilidades.

#### **4.3.1.2 Implantación del Proceso Mejorado**

Se planificará la implantación del proceso mejorado para luego ejecutarlo y realizar el seguimiento del mismo, en esta implantación también se encuentran inmersos:

- Organigrama estructural y funcional
- Aplicación de nuevos sistemas de compensaciones
- Documentación de procesos

#### **4.3.1.3 Evaluación del Mejoramiento**

Dentro de la Evaluación del Mejoramiento es necesario verificar la existencia de controles que minimicen riesgos, se evaluará el desempeño de los procesos por medio de indicadores y se verificará el cumplimiento de procedimientos de acuerdo a los manuales.

# **ANEXO 5**

**ALCANCE DE LAS NORMAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DEL  
TALLER DE SOLDADURA**

A continuación se hace una pequeña reseña de los alcances de las normas más importantes que se utilizan en el diseño del taller, así como también los parámetros más importantes de cada una de ellas.

### **AWS Z49.1 (1999)**

Esta norma es una guía para la configuración de seguridad en el uso de soldadura y equipo de corte, para cuando se realicen todas las prácticas de operadores, “manejadores”, y supervisores, así como también cuando se realicen operaciones de soldadura y operaciones de corte.

### **NFPA 51B. (1999)**

Esta norma describe todas las precauciones para prevenir pérdidas de vidas humanas y materiales, que sean ocasionadas por fuego o explosiones producto de trabajos en caliente en una institución de comercio u operaciones industriales.

### **OSHA 29 CFR 1910-Q (1999)**

Soldadura, Corte y Brazing.

Esta norma nos indica los parámetros de funcionamiento de equipos, seguridad y personal de soldadura oxi-gas, soldadura eléctrica por arco, soldadura eléctrica por resistencia de contacto, OC, OFCN, AW, AC, RW.

### **OSHA 29 CFR 1926-J (1999).**

Soldadura y Corte.

Esta norma nos indica los parámetros de funcionamiento de equipos, seguridad y personal para Soldadura y Corte con gas, AW y AC, prevención de fuego, ventilación y protección.

### **AWS C 2.1-73**

Este documento contiene los lineamientos para tomar las precauciones de seguridad específicas para: spray térmico, protección para personas de heridas y enfermedades, la protección de los equipos y propiedades de daños por fuego y chisporroteo de spray térmico y reventamiento de equipos, instalación, operación y mantenimiento.

## **RESUMEN DE NORMAS**

A continuación se hace una pequeña reseña de los alcances de las normas más importantes que se utilizan en el diseño del taller, así como también los parámetros más importantes de cada una de ellas.

### **AWS Z49.1 (1999)**

Esta norma es una guía para la configuración de seguridad en el uso de soldadura y equipo de corte, para cuando se realicen todas las prácticas de operadores, “manejadores”, y supervisores, así como también cuando se realicen operaciones de soldadura y operaciones de corte.<sup>1</sup>

### **NFPA 51B. (1999)**

Esta norma describe todas las precauciones para prevenir pérdidas de vidas humanas y materiales, que sean ocasionadas por fuego o explosiones producto de trabajos en caliente en una institución de comercio u operaciones industriales.<sup>2</sup>

### **OSHA 29 CFR 1910-Q (1999)**

Soldadura, Corte y Brazing.

Esta norma nos indica los parámetros de funcionamiento de equipos, seguridad y personal de soldadura oxi-gas, soldadura eléctrica por arco, soldadura eléctrica por resistencia de contacto, OC, OFCN, AW, AC, RW.<sup>3</sup>

### **OSHA 29 CFR 1926-J (1999).**

Soldadura y Corte.

Esta norma nos indica los parámetros de funcionamiento de equipos, seguridad y personal para Soldadura y Corte con gas, AW y AC, prevención de fuego, ventilación y protección.<sup>4</sup>

### **AWS C 2.1-73**

Este documento contiene los lineamientos para tomar las precauciones de seguridad específicas para: spray térmico, protección para personas de heridas y enfermedades, la protección de los equipos y propiedades de daños por fuego y chisporroteo de spray térmico y reventamiento de equipos, instalación, operación y mantenimiento.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Norma AWS Z49.1, 1999

<sup>2</sup> Norma NFPA 51B, 1999

<sup>3</sup> Norma OSHA 29 CFR 1910-Q, 1999

<sup>4</sup> Norma OSHA 29 CFR 1926-J, 1999.

<sup>1</sup> Norma AWS C 2.1-73

# **ANEXO 7**

**SEGURIDAD EN SOLDADURA**

## **RIESGOS Y PRECAUCIONES EN LA PRACTICA DE LA SOLDADURA**

Vapores y gases desprendidos durante el trabajo de soldadura

Los vapores y los gases que se desprenden de los procedimientos de soldadura lo pueden enfermar. El riesgo depende de:

- El método de soldadura que emplee (tal como MIG [soldadura al arco en atmósfera de gas inerte con electrodo consumible], TIG [soldadura con arco de tungsteno],
- El material de que esté hecha la varilla de soldar (el electrodo).
- Los metales de relleno y los metales de base (tales como acero liviano y acero inoxidable)
- Las pinturas y otros revestimientos de los metales que esté soldando
- La ventilación.

### **Los peligros**

En lugares encerrados, la soldadura puede ser mucho más peligrosa. Si hay menos aire fresco, los vapores y los gases tóxicos pueden ser mucho más fuertes. Los gases de blindaje, tales como el argón, pueden desplazar el oxígeno y matarlo.

Los siguientes son algunos de los materiales peligrosos:

### **Metales**

- El acero inoxidable contiene níquel y cromo. El níquel causa asma. El níquel y el cromo pueden ocasionar cáncer. El cromo puede ocasionar problemas sinusíticos y "agujeros" entre las fosas nasales.
- El acero liviano (acero rojo) y el acero al carbono contienen manganeso. El manganeso puede ocasionar la enfermedad de Parkinson la cual provoca la lesión de los nervios y los músculos.
- El zinc en el metal galvanizado o en la pintura (en las superficies soldadas) pueden ocasionar la fiebre por vapor de metal la cual le hará sentir como que tiene un resfrío fuerte y desaparece en unas pocas horas o días después de haber sido expuesto.

### **Revestimientos y Residuos.**

- El plomo (contenido en algunas pinturas) puede ocasionar envenenamiento, dolores de cabeza, sensibilidad en los músculos y las articulaciones, náusea, retortijones, irritabilidad, pérdida de la memoria, anemia y daño en los riñones y el sistema nervioso. Si el polvo del plomo penetra en su hogar a través de su ropa o sus zapatos, podría también enfermar a su familia, en particular a los niños.
- El cadmio (contenido en algunas pinturas y rellenos) puede ocasionar problemas en los riñones y también cáncer.

### **Disolventes.**

- La soldadura a través de disolventes, o cerca de ellos, puede generar fosgeno, un gas venenoso. El gas puede producir líquido en los pulmones. Quizá ni siquiera note el problema hasta horas después de haber terminado de soldar. Pero el líquido en los pulmones puede ocasionar la muerte.

### **Gases**

- Cuando se utiliza dióxido de carbono como blindaje, se puede formar monóxido de carbono el cual lo puede matar.
- El arco de soldadura puede formar ozono y óxidos nitrosos del aire. La soldadura MIG y TIG producen la mayor cantidad de ozono, especialmente cuando se suelda aluminio. Estos vapores irritan los ojos, la nariz, la garganta y los pulmones
  - Los óxidos nitrosos pueden producir líquido en los pulmones.
- En el puesto de trabajo del soldador se permite el siguiente contenido de gases nocivos ( mg/1000 cc) : Cloro 0.01; Fluoruro de hidrógeno 0.001; Monóxido de carbono 0.03; dióxido de carbono 0.15; óxido de nitrógeno 0.005.
- En muchos de los procesos de soldadura están involucrados diferentes gases, por ejemplo en el de electrodo revestido el gas normalmente es CO<sub>2</sub> y también existe la posibilidad de CO, pero éste se combina rápidamente con el oxígeno de la atmósfera.
- Algunos fundentes, particularmente en la soldadura fuerte y en la soldadura de gas, son ricos en compuestos de flúor y son potencialmente peligrosos, debiendo en estos casos estar marcados sus contenedores indicando la necesidad de emplear una ventilación adecuada.
- En los procesos de soldadura al arco con protección gaseosa existe la posibilidad de que el gas de protección desplace al aire en la zona de soldadura, lo cual puede llegar a ser peligroso cuando se suelda en pequeños espacios o lugares cerrados. En estos casos deben tomarse precauciones para evitar deficiencia de oxígeno para el soldador.
- Otro peligro potencial representa los gases de escape de los motores que impulsan las soldadoras de generador, puesto que el gas despedido podría ser CO. Un problema similar puede ocurrir cuando se precalienta una junta con un horno de gas.
- Al soldar con electrodo revestido en el cual haya manganeso, en pequeños espacios cerrados puede producirse el envenenamiento del soldador afectando en forma permanente el sistema nervioso. En este caso deben seguirse las normas específicas.
- En espacios cerrados se prohíbe trabajar con arco eléctrico y soplete de gas simultáneamente.

- En soldadura manual con electrodo revestido se recomienda usar electrodos de rutilo poco tóxicos.
- Para evitar el desprendimiento excesivo de gases, sobre todo al soldar piezas con recubrimiento anticorrosivo se prohíbe superar la intensidad de corriente de la norma.
- Las operaciones de soldadura deben hacerse lejos de las operaciones de limpieza y desengrasado químico. Los desengrasantes pueden contener tricloro de etileno u otro hidrocarburo clorado que en presencia del arco de soldadura se descomponen en gas "fosgeno", que puede ser muy peligroso, afortunadamente se lo puede reconocer por su olor característico (Heno); en caso de detectar su presencia, el área debe evacuarse y ventilarse.
- Los rayos ultravioletas del arco, particularmente los de gran intensidad producidos al soldar aluminio mediante el proceso TIG reaccionan con el oxígeno de la atmósfera produciendo ozono (olor dulce) que es un gas activo, en cuyo caso debe soldarse con ventilación.

### **VENTILACION.**

Puede hacerse de tres formas

- Natural
- Mecánica de todo el taller o forzada
- Local

La ventilación natural se usa si el local es suficientemente grande o se suelda en el exterior, y si la altura del local es mayor a los 6 metros.

La ventilación mecánica se usa cuando el local es pequeño o si hay bastantes soldadores operando al mismo tiempo o hay materiales contaminantes. Es necesaria cuando la altura del techo es menor a 5 m. La ventilación forzada debería ser de 57 m<sup>3</sup>/min. Por soldador a menos que se emplee ventilación local. La ventilación local se usa cuando la ventilación de todo el lugar es inconveniente; la ventilación local de aire debería tener un flujo de aire suficiente, mínimo de 30 m<sup>3</sup>/min.

### **Prevención**

- Se recomienda que elimine toda la pintura y los disolventes antes de comenzar a soldar u oxicortar.
- Use el método de soldadura más seguro para el trabajo. La soldadura con varilla produce mucho menos vapores que la soldadura con varilla de núcleo fundente.
- Use varillas de soldar que produzcan un vapor bajo. El 90% del vapor proviene de la varilla. Las pistolas para soldar que extraen vapores pueden captar el 95% del vapor.
- El sitio de trabajo debe tener una buena ventilación.
- Use ventilación local a través de escapes para eliminar los vapores y los

gases en su propia fuente de origen los cuales se acumulan cuando no corre aire. Mantenga una capucha de escape entre 4 y 6 pulgadas de la fuente de origen del vapor.

- Use sopladores de aire para alejar los vapores de usted cuando se encuentre al aire libre y haga viento.
- Mantenga la cara alejada de la pluma de soldar.
- Si la ventilación no es buena, utilice un respirador, los respiradores deben seleccionarse bien y deben quedar a la medida; se debe someter al trabajador a una evaluación médica para asegurarse de que puede usar el respirador y deberá recibir capacitación. Así mismo, el respirador deberá almacenarse y limpiarse correctamente.
- Si usted fuma, deje de fumar.

Síntomas que producen los vapores de soldadura

Los gases de soldadura pueden irritar los ojos, la garganta y los pulmones. Los síntomas más comunes al ser expuesto a altos niveles de contaminación son el ardor de ojos, la tos, y la dificultad al respirar.

Pero la respuesta del cuerpo a la contaminación varía mucho de una persona a otra. Algunas personas notan que tienen dificultad al respirar y tos, mientras otras personas no sienten ningún síntoma.

Como el agotamiento físico del soldador requiere respirar más rápida y profundamente, puede hacer que estos síntomas sean más intensos. La gente con problemas en el corazón, como angina, o con problemas pulmonares, como el asma o enfisema, pueden ser más sensibles a la contaminación del aire y pueden notar síntomas que otras personas no sienten.

### **Efectos del ozono sobre la salud**

El ozono es un gas formado por tres átomos de oxígeno. El ozono se forma al pasar una chispa eléctrica a través de oxígeno, y produce un olor detectable en las inmediaciones de maquinaria eléctrica. En las zonas altas de la atmósfera forma la llamada capa de ozono, que nos protege de la radiación ultravioleta del Sol. Sin embargo, en las capas bajas de la atmósfera (troposfera), cerca del suelo, a partir de ciertos niveles puede resultar perjudicial para la salud. En la troposfera el ozono se forma a partir de contaminantes primarios originados por el tráfico, las instalaciones de combustión o la industria química. Estos contaminantes que actúan como precursores de ozono se producen en áreas urbanas e industriales.

El ozono puede irritar su sistema respiratorio, provocándole la tos, causándole irritación en la garganta y/o una sensación incómoda en su pecho.

El ozono puede reducir la función pulmonar y hacer más difícil la respiración profunda y vigorosa normal. Cuando esto sucede, usted podrá notar que la respiración comienza a sentirse incómoda. Si se encuentra haciendo ejercicios o trabajando al aire libre, podrá notar que está respirando más rápida y superficialmente que lo normal.

El ozono puede empeorar el asma. Cuando los niveles de ozono son altos, más personas con asma tienen ataques que requieren atención médica o el uso adicional de medicamentos. Una razón por la cual esto sucede es que el ozono hace que las personas sean más susceptibles a los alérgenos, los agentes que provocan los ataques de asma. Otros efectos severos para los asmáticos son

función pulmonar reducida y la irritación que el ozono causa al sistema respiratorio.

El ozono puede inflamar y dañar las células que forran los pulmones. Al cabo de unos pocos días, las células dañadas son reemplazadas y las células viejas se desprenden muy de la manera en que su piel se exfolia después de una quemadura de sol.

El ozono puede empeorar las enfermedades pulmonares crónicas tales como el enfisema y la bronquitis y reducir la capacidad del sistema inmunológico para defender al sistema respiratorio de las infecciones bacterianas.

El ozono puede causar daño permanente al pulmón. Repetido daño a corto plazo en los pulmones en desarrollo de los niños puede resultar en una función pulmonar reducida en edad adulta. En los adultos, la exposición al ozono puede acelerar la disminución natural de la función pulmonar que ocurre como parte del proceso normal de envejecimiento.

### **Tratamiento**

En caso de tener alguno de los síntomas anteriores debe acudir inmediatamente a un médico especialista.

### **III. CONTAMINACION DEL AIRE**

Hay dos tipos básicos de contaminación del aire, con:

- Partículas de materia (polvos) y
- Gases.

#### **PARTÍCULAS DE MATERIA (POLVOS).**

- La cantidad de partículas depende del proceso de soldadura empleado, provienen de los metales involucrados y depende también de la corriente de soldadura.
- El proceso que más contaminantes produce es el que utiliza electrodo tubular sin gas protector externo, puesto que utiliza grandes corrientes de soldadura.
- Varios metales cuando se funden en el arco se volatilizan y producen contaminantes en suspensión en el aire que pueden ser peligrosos; estos son: Zinc, Cadmio, Plomo, Berilio y otros.
- Las sales de plomo penetran fácilmente en el organismo de las personas a través del tejido pulmonar, la piel y la mucosa, afectando la médula intestinal y sangre; una intoxicación sistematizada conduce a la parálisis.
- Durante la soldadura de aluminio con arco eléctrico se desprende gran cantidad de humo que contiene distintas mezclas de gases y condensados de vapores de compuestos metálicos, necesitándose por tanto una buena ventilación forzada.

- Si en la zona de trabajo se observa polvo de plomo, es preciso usar respiradores; no se debe comer ni fumar en locales donde se encuentra plomo o se trabaja con él.
- Después del soldeo con plomo especialmente, el soldador se debe lavar cuidadosamente las manos y la cara; antes de comer debe quitarse la ropa de trabajo y no mezclarla con la ropa ordinaria.

### **Equipos para la protección respiratoria**

- Asesoramiento técnico.
- Mascarillas desechables
- Respiradores libres de mantenimiento.
- Semimascaras.
- Mascaras completas.
- Equipos de suministro de aire.
- Purificador de aire portátil.
- Sistemas de monitoreo del aire.
- Extractores de aire para los lugares cerrados.

### **Radiación emitida por el arco eléctrico y su efecto en la salud.**

Los trabajos de soldadura, corte de metal y esmerilado no sólo entrañan riesgos a la visión, y lamentablemente, es uno de los primeros riesgos (sino el único) del cual se protegen los trabajadores expuestos. La razón más frecuente es la carencia de programas de adiestramiento y educación sobre Seguridad e Higiene Industrial.

No existe un trabajo de construcción en el que no haya necesidad de realizar tareas de soldadura o corte de metal, sin embargo, en estos procesos pasan desapercibidos muchos factores de riesgo.

Analizando el proceso desde el inicio, la realización de estos trabajos requiere el uso de energía calórica para fundir un metal; este hecho tan simple, es ya, el comienzo de la manifestación de riesgos como la generación de incendios, quemaduras en los operadores y exposición a altas temperaturas.

Profundizando un poco, es posible encontrarse con otros riesgos que van ligados directamente con la salud del trabajador. Uno de ellos, las radiaciones (UV, IR) y deslumbramientos.

Los productos químicos y el arco de soldadura pueden quemarle los ojos. Si no tiene cuidado, se puede lesionar o hasta quedar ciego.

**TABLA S.1. SELECCIÓN DEL TONO DEL LENTE**

OPERACIÓN DE SOLDADURA	TONO #
BLANDA	2
FUERTE CON SOPLETE	3 ó 4
CORTE CON OXÍGENO	3 ó 4
Hasta 25mm. (1") de espesor 150mm. (6") o más.	5 ó 6

OXIACETILÉNICA	4 ó 5
Hasta 3.2mm. (1/8") de espesor	5 ó 6
De 3.2 a 12.7 mm (1/8-1/2")	6 ú 8
De 12.7mm. (1/2") o más	
CON ELECTRODO REVESTIDO	10
Electrodos de 1.58, 2.38, 3.18, 3.96 mm. (1/16, 3/32, 1/8, 5/32") de diámetro	
TIG Y MAG (NO FERROSOS)	12
1.58, 2.38, 3.17, 3.96 mm. (1/16, 3/32, 1/8, 5/32") de diámetro	
TIG Y MAG (FERROSOS)	12 ó 14
1.58, 2.38, 3.18, 3.9 mm. (1/16, 3/32, 1/8, 5/32") de diámetro	
ELECTRODO REVESTIDO	12
4.76, 5.54, 6.35, mm. (3/16, 7/32, 1/4")	14
7.39, 9.53, mm (5/16, 3/8)	
Con hidrógeno atómico	10 a 14
Con arco de carbón	14

## Enfermedades y síntomas de la radiación por arco eléctrico

### CONJUNTIVITIS

Puede haber infecciones mixtas y casos en los que no se identifique el agente. La conjuntivitis también puede acompañar al resfriado común y a enfermedades exantemáticas (particularmente al sarampión). Puede deberse a irritación por el viento, el polvo, el humo u otros tipos de polución atmosférica, así como a la radiación ultravioleta de arcos eléctricos o lámparas solares o a la reflejada por la nieve.

### Síntomas y signos

Se caracteriza por enrojecimiento, inflamación, sensación de cuerpo extraño al parpadear y exceso de sensibilidad del ojo a la luz (fotofobia). En los casos graves se produce una exudación mucosa espesa. Si la causa es una infección, se llega a presentar secreción de pus.

### Tratamiento

En caso de tener alguno de los síntomas anteriores se debe realizar el siguiente tratamiento:

- Lavarse los ojos con solución salina,
- Ponerse fomentos de agua fría, y
- Luego aplicarse un corticoide como: garazone oftálmica

El tratamiento específico depende de la causa. Deben eliminarse los factores irritantes. El exceso de tratamiento puede acarrear sensibilidad a la medicación, y debe evitarse.

## Prevención

Siempre utilice gafas:

- Si sabe que habrá mucho polvo
- Si tiene que trabajar mirando hacia arriba.
- Triturar, picar o usar un cepillo de alambre cuando esté trabajando con soldaduras
- Protegerse de las partículas que puedan saltar por el aire
- Use también una mascarilla de plástico que le cubra la cara para:
- Trabajar con químicos o metales que puedan darle en la cara

Debe haber una pantalla a prueba de fuego alrededor del soldador para proteger a la demás gente. Sin protección, se puede quemar los ojos. No mire el arco de soldadura ni las reflexiones del arco a menos que tenga puesto un casco para soldar que tenga la misma lente del soldador.

En los cascos para soldar, tiene que estar marcado el número de sombra de la lente filtradora y el fabricante.

Si se le introduce un producto químico peligroso o irritante en los ojos, enjuáguese de inmediato al menos por 15 minutos continuamente. Use agua del grifo, si hay en el sitio de trabajo. Atiéndase con un médico o una enfermera tan pronto como pueda.

Si sufre una herida o una perforación en el ojo:

- No se lo enjuague
- No se aplique presión
- No trate de sacarse nada de adentro del ojo y vaya de inmediato donde el médico
- Si le duele el ojo, atiéndase con el médico o vaya de inmediato a la sala de emergencia.

Tres cosas afectan el número de lentes que necesita:

- La intensidad de la energía radiante producida por el trabajo
- La luz de fondo (en interiores o al aire libre)
- El tipo de lente filtrante (estándar o de reflejo)

Protección para el arco eléctrico

- Anteojos de seguridad con marco.
- Casco.
- Careta con vidrio de color.

### **PROTECCION DE LA PIEL.**

- Los soldadores deberán usar ropa de trabajo adecuada; esta ropa depende del tipo de trabajo que se va realizar:

- Para trabajos de soldadura ligeros, menores o iguales a 200 Amp. Se puede usar vestimenta de lana o algodón, aunque es preferible la lana porque no se desintegra con el arco y no se quema tan rápidamente.
- Para trabajo ligero pueden utilizarse guantes de tela de algodón.
- Para trabajo pesado se requiere ropa más protectora:

Guantes de cuero, chaqueta de cuero, delantal de cuero, polainas cortas. Todo este equipo también es necesario cuando se suelda en posición sobrecabeza y vertical, en este caso debe usarse una gorra (de cuero si es posible).

- La ropa utilizada debe ser retardante del fuego, por ejemplo no se recomienda ropa de poliéster.
- La ropa debe permanecer seca y no desabotonada.
- Los pantalones deben estar por fuera de los zapatos.
- No deben cogerse cosas muy calientes con los guantes.
- En lo posible no debe usarse zapatos de caucho o lona

### **Ruido producido en la industria**

Las enfermedades producidas por el ruido

La exposición a riesgos en el lugar de trabajo puede causar graves enfermedades. Desde hace muchos años se conocen algunas enfermedades laborales que afectan a los trabajadores de distinta manera según la índole del riesgo, la vía de exposición, la dosis, etc.

Uno de los problemas más frecuentes en la industria es la pérdida de la audición, algunos problemas se describirán a continuación:

#### **Perdida de audición.**

Este fenómeno puede definirse como cualquier reducción de la capacidad auditiva, por comparación con la de una persona normal. Tal pérdida puede clasificarse en dos categorías distintas:

Perdida temporal de audición, como consecuencia de una exposición a ruidos altos durante algunas horas, en cuyo caso la capacidad auditiva normal se recuperara después de un periodo de descanso, que puede durar minutos, horas, días o aun más, según la naturaleza del sujeto y la intensidad de la exposición al ruido.

Perdida permanente de audición, que puede ser causadas por procesos seniles o patológicos, por lesiones o por la exposición a ruidos demasiado altos durante periodos prolongados. La pérdida de audición ocasionada por la exposición a ruidos de origen industrial se suele denominar trauma acústico.

Este fenómeno se debe a la destrucción de los nervios o las células ciliadas y constituye un proceso irreversible.

El ruido puede ser causa de diferentes lesiones, perturbaciones, agresiones y molestias. Sus efectos pueden ser fisiológicos, psicológicos y patológicos.

Tratamiento

En caso de tener alguno de los síntomas anteriores debe visitar inmediatamente a su medico, porque pudiera haber una ruptura en el tímpano

### **Consecuencias**

Todo esto tiene lógicas repercusiones, tanto en la salud integral como en el rendimiento, y por tanto, en nuestra productividad en el estudio o trabajo.

Muchas personas soportan el ruido como una consecuencia inevitable de su actividad profesional. La legislación europea relativa a la prevención de riesgos

laborales, fija en 85 decibeles el límite a partir del cual se deben adoptar medidas de prevención en las actividades laborales, mediante el uso de auriculares protectores. Sin embargo, muchas veces son los mismos trabajadores quienes no cumplen estas recomendaciones, siendo necesario reforzar la información preventiva.

Todos podemos contribuir a controlar el nivel de ruido que llega a nuestros oídos, haciendo de nuestro ambiente un medio más apacible. El problema del ruido ha de ser tratado tanto con soluciones sociales como con medidas individuales. Todos podemos contribuir a controlar el nivel de ruido que llega a nuestros oídos, haciendo de nuestro ambiente un medio más apacible.

Cuando percibimos un ruido, genera en nosotros el abandono de actividades realmente previstas, sobre todo en sonidos de alto nivel de impulsión, como bocinas, sirenas y explosiones.

Se produce una estimulación central del tronco encefálico; si el sonido es intenso, se desencadenan procesos para un rechazo específico del mismo, como son, por ejemplo, una menor irrigación sanguínea específica y una mayor actividad muscular. Entre los efectos físicos más serios contamos pérdidas auditivas como la Presbiacusia (ancianos) y la Socioacusia, que sólo es mensurable transcurridos muchos años.

Otra de las consecuencias es el silbido en los oídos, efecto agudo posterior a una intensa agresión acústica.

Con respecto a las reacciones del sistema circulatorio, al percibirse el ruido, una de las más notables se produce en los vasos sanguíneos de los dedos y sienes. Estos se contraen inmediatamente, la musculatura del brazo se tensa y se producen simultáneamente otras reacciones en la piel y la motricidad.

El ruido excesivo y sobre todo el callejero produce una alteración a la comunicación personal, la que se ve seriamente perturbada.

Comunicarnos en un ambiente ruidoso supone aumentar el volumen de la voz y reducir el discurso a lo justo e imprescindible.

Equipos de seguridad

- Tapones endoaurales auto expansibles
- Tapones endoaurales de silicona
- Protectores auditivos de copa
- Protectores auditivos para casco

## **QUEMADURAS**

Las quemaduras son lesiones muy graves y dolorosas. Se presentan cuando el organismo recibe más energía (calórica, química o eléctrica) de la que puede absorber sin lesionarse. Principalmente son lesiones de la piel, pero a veces afectan a otros órganos (pulmones, corazón, riñones).

### **Quemaduras Eléctricas**

Las quemaduras eléctricas pueden ocurrir en cualquier parte.

Algunas fuentes de energía eléctrica son los cables eléctricos, los relámpagos, los aparatos eléctricos defectuosos y los enchufes sin protección. El contacto con cualquiera de estas fuentes puede hacer que la electricidad recorra el cuerpo de una persona ocasionándole a su paso graves lesiones, incapacidad

o muerte. Las quemaduras eléctricas casi siempre son de tercer grado, con un sitio de entrada y uno o varios de salida, en donde se pueden apreciar áreas carbonizadas y de explosión, generalmente no sangran y son indoloras. Lo más importante a tener en cuenta son las lesiones internas que se pueden producir como paro respiratorio, paro cardiorespiratorio y shock, producidas por el curso de la corriente entre el punto de entrada y el punto de salida. La electricidad de los cables de alta tensión puede saltar o describir un "arco" de hasta 18 metros y matar a una persona. Por consiguiente, NO se acerque al accidentado a no ser que le informen oficialmente que la corriente eléctrica ha sido suspendida. El chispazo eléctrico se producen por una ráfaga de fuego proveniente de una fuente eléctrica, el arco voltaico, por el cierre del circuito eléctrico con el cuerpo. Las lesiones son superficiales en el chispazo, superficiales y profundas en el arco, con aspecto de suelo lunar por el salto continuo de la corriente eléctrica por la piel, que vence su resistencia en cada salto y produce profundas quemaduras con aspecto carbonizado.

### **Accidentes por electricidad.**

Los accidentes por electricidad son consecuencia del paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano. Aunque suelen ser poco frecuentes pueden ser extremadamente graves.

El efecto producido dependerá de la intensidad de la corriente eléctrica, la tensión de ésta, el tiempo de contacto y el recorrido por el cuerpo que se produzca.

CONTACTO DIRECTO con un objeto que habitualmente se encuentra en tensión de formas distintas como puede ser:

- Tocar un cable que se encuentre al descubierto, la parte metálica de un portalámparas o la clavija de un enchufe que no se ha introducido por completo.
- Llevarse a la boca un cable que los agujeros de un enchufe.
- Tocar un aparato eléctrico mal aislado.

CONTACTO INDIRECTO como el producido por contacto con un aparato que en ese momento no esté en tensión pero por defecto de aislamiento la alcancen.

### **Atención General de las Quemaduras**

Tranquilice a la víctima y a sus familiares. Valore el tipo de quemadura y su gravedad. Retire cuidadosamente anillos, reloj, pulsera, cinturón o prendas ajustadas que compriman la zona lesionada antes de que esta se comience a inflamar. No rompa las ampollas, para evitar infecciones y mayores traumatismos. Enfrié el área quemada durante varios minutos; aplique solución salina fisiológica o agua fría (no helada) sobre la lesión. No use hielo para enfriar la zona quemada, Ni aplique pomadas o ungüentos porque éstas pueden interferir o demorar el tratamiento médico. Cubra el área quemada con un apósito o una compresa húmeda en solución salina fisiológica o agua fría limpia y sujete con una venda para evitar la contaminación de la lesión con gérmenes patógenos. No aplique presión contra la quemadura. Si se presenta en manos o pies coloque gasa entre los dedos antes de colocar la venda. Administre un analgésico si es necesario para disminuir el dolor, teniendo en

cuenta las precauciones del medicamento. (Sólo si es estrictamente necesario). Administre abundantes líquidos por vía oral siempre y cuando la víctima esté consciente; en lo posible dé suero oral como pedialite, agua de pipa, etc. Si se presentan quemaduras en cara o cuello coloque una almohada o cojín debajo de los hombros y controle los signos vitales, cubra las quemaduras de la cara con gasa estéril o tela limpia abriéndole agujeros para los ojos, nariz y la boca. Lleve a la víctima a un centro asistencial.

#### **IV. INCENDIOS Y EXPLOSIONES.**

En todas las operaciones de soldadura existen los tres elementos de fuego: combustible, calor y oxígeno, muchos de los incendios industriales han sido causados por chispas y salpicaduras que pueden alcanzar hasta una distancia de 13m., las cuales pueden ingresar en ductos o aberturas de los pisos e iniciar incendios en áreas en donde no se notan inmediatamente. Las piezas de metal base muy calientes al entrar en contacto con materiales combustibles también pueden iniciar incendios o explosiones, cuando se han puesto en contacto con contenedores de gases inflamables o combustibles.

La soldadura o corte de metal que está en contacto con aislante de poliuretano está prohibida; todas las espumas orgánicas aislantes sean o no retardantes del fuego deben manejarse correctamente. Los incendios pueden prevenirse eliminando todos los combustibles del área de soldadura.

#### **AREA DE TRABAJO**

- Para las operaciones de soldadura y corte debe construirse un lugar seguro de trabajo, los materiales del piso, paredes y techo, no deben ser de material combustible.
- El área de trabajo debe mantenerse limpia y libre de combustibles.
- Las líneas (tuberías) de gas deben instalarse de acuerdo a códigos.
- Un equipo contra incendios debe instalarse en el área de soldadura. Deben disponerse diferentes tipos de extintores de acuerdo al tipo de fuego que podría ocurrir y estar claramente identificados.

#### **GASES COMBUSTIBLES.**

Los gases más utilizados son: acetileno, propano, propano-butano, gas natural, metil-acetileno-propa-dieno estabilizado y otros.

- Los cables de soldadura eléctrica deben situarse a una distancia no menor de 1 m. de los conductores de oxígeno, acetileno y otros gases inflamables.
- Cuando el acetileno se produce en un generador, este debe instalarse, mantenerse y operarse correctamente y únicamente por personal calificado.

Los sistemas de tuberías de generadores de acetileno deben instalarse de acuerdo a normas (por ejemplo: National Fire Protection Association Standard No. 51). El carburo debe almacenarse correctamente sin exponerse a la humedad o al agua, pues éstas originarían acetileno que puede contribuir a un incendio.

- Los cilindros de acetileno y otros gases deben almacenarse en una área específica bien ventilada o afuera del laboratorio de soldadura y siempre en posición vertical.
- Todos los cilindros en almacenamiento deben tener sus protectores puestos y sus válvulas cerradas aunque estén vacíos.
- Todos los cilindros (acumuladores) de acetileno están equipados con uno o más accesorios de seguridad que consisten en un tapón de metal de bajo punto de fusión (100°C).
- En caso de incendio cerca de un acumulador de acetileno o en él, el tapón de seguridad se fundirá y el acetileno puede quemarse con gran estruendo. Inmediatamente se debe evacuar el área, la mejor acción es echar agua sobre el cilindro para mantenerlo frío y mantener los otros cilindros de acetileno también fríos, para luego alejar el cilindro que se quema, es mejor que el gas se queme, en lugar de escapar para mezclarse con el aire y explotar.
- Si el acumulador puede incendiarse con una pequeña llama alrededor de la conexión de la manguera, la válvula o el tapón se debe intentar sacarlo lo más rápido posible para luego apagar la llama con un guante mojado o una tela mojada pesada. La persona que se acerque al cilindro debe tener completamente mojada la ropa y acercarse evitando la línea de escape en caso de fundirse el tapón.

### **APARATOS Y ACCESORIOS.**

- Los aparatos deben ser probados por un laboratorio de pruebas antes de ser instalados, las aprobaciones pueden ser UL (Under Writers Laboratory) o FM (Factory Engineering Corporation)
- Los aparatos deben ser reparados solamente por personal calificado.
- Los medidores, reguladores, torchas, boquillas, etc., deben inspeccionarse periódicamente y repararse al primer signo de deterioro.
- Jamás use aceite o grasa en los aparatos de corte y soldadura a gas.
- Usar las mangueras de gas adecuadas para soldadura y corte. Existen las sencillas y las doblemente vulcanizadas o de capas múltiples.
- El diámetro de las mangueras debe estar de acuerdo a los conectores, reguladores o torchas.
- Los colores de las mangueras son: para el oxígeno verde o azul; para el acetileno o gas combustible rojo o anaranjado y para los gases inertes y aire comprimido el negro.

- Las conexiones en las mangueras para gases inertes y oxígeno son de rosca derecha y para los gases combustibles rosca izquierda.
- Las tuercas sobre las mangueras de gas combustible se identifican por una ranura maquinada en el centro de la misma.
- Las mangueras deben inspeccionarse periódicamente, comprobando que estén libres de quemaduras, roturas y desgastes. Deben mantenerse en buen estado y no ser más largas de lo necesario.

## **V. GASES COMPRIMIDOS.**

Todos los cilindros de gas comprimido son potencialmente peligrosos, el principal peligro es la posibilidad de un escape violento de gas al remover o romper la válvula, en cuyo caso el cilindro actúa como un cohete aplastándolo todo. El escape de un gas combustible puede también provocar incendio o explosión. La mayoría de los gases están disponibles en cilindros portátiles de diferente tamaño.

### **ALMACENAMIENTO DE LOS CILINDROS.**

- Los cilindros de oxígeno deben almacenarse separadamente de los de combustible y de otros materiales combustibles.
- Los cilindros deben almacenarse en áreas bien ventiladas y frías (Temperatura máxima 34°C).
- Los cilindros deben almacenarse verticalmente y asegurados para prevenir las caídas. .
- La "caperuza" de protección de la válvula debe estar colocada.
- Cuando los cilindros deben estar vacíos deben marcarse "VACIO" y sus válvulas deben estar cerradas para evitar que se contaminen los cilindros.
- Cuando los cilindros de gas están en uso se coloca un regulador y el cilindro debe asegurarse mediante cadenas o mordazas para evitar caídas.
- Los cilindros para equipos portátiles deben montarse en carros diseñados especialmente para mayor seguridad.
- Los cilindros deben manejarse con respeto, no deben golpearse o inclinarse y jamás ser usados como rodillos.
- No deben usarse martillos o llaves para abrir las válvulas que han sido ajustadas manualmente y jamás deben ser movidas con aparatos electromagnéticos.
- Los cilindros jamás deben formar parte de un circuito eléctrico y la corriente eléctrica jamás debe pasar por él. El encender un arco de soldadura sobre un cilindro posiblemente causará una fractura y habrá una explosión violenta.

### **OXIGENO.**

- Es uno de los gases más comúnmente transportado en cilindros de alta presión, nunca debe llamarse aire en vez de oxígeno.
- Los combustibles deben mantenerse lejos del oxígeno, incluyendo cilindros, válvulas, reguladores y acoples de mangueras de los primeros.
- Los cilindros de oxígeno o cilindros para la conducción de oxígeno, nunca deben manejarse con las manos o guantes aceitosos, el oxígeno favorecerá

una combustión acelerada del aceite y grasa y otros materiales hidrocarburos, causando una explosión con gran intensidad. El aceite o grasa en presencia del oxígeno líquido pueden quemarse espontáneamente, violentamente y también pueden explotar.

- El oxígeno jamás debe usarse en herramientas de aire o para propósitos donde normalmente se usa aire comprimido.

### **GASES COMBUSTIBLES.**

- Hay un gran número de gases combustibles de los cuales el acetileno es el más popular, todos los gases son compuestos del carbono e hidrógeno y son potencialmente peligrosos por lo que deben tratarse con respeto.
- Cuando se suelde se corte con oxígeno y gases combustibles, el soldador debe estar particularmente alerta a retorno de llama y fognazos. Un retorno de llama provoca un gran ruido asociado con la momentánea extinción y reignición de la llama en la boquilla. Es causado por la obstrucción al flujo de gas, por sobre calentamiento de la boquilla o por una boquilla, dañada. En caso de que ocurra esto, el equipo debe apagarse y hacerse la corrección respectiva, (existen válvulas "check" de protección). Un fognazo se produce cuando hay una mezcla explosiva en una de las líneas, en cuyo caso la llama entra por la boquilla y sigue por las mangueras, a veces está acompañado de un silbido y una llama aguda y humeante; cuando esto ocurre la llama debe apagarse inmediatamente y debe realizarse la acción correctiva. El fognazo puede ser causado por presiones de gas incorrectas, boquillas flojas y deformadas o asientos dañados, mangueras retorcidas y boquillas obstruidas o dañadas.
- Para apagar la llama se debe usar la secuencia correcta: cerrar la válvula de gas combustible primero y luego la de oxígeno. Para encender una torcha debe usarse la secuencia correcta: abrir primero la válvula de oxígeno y luego el combustible.

### **GASES PROTECTORES.**

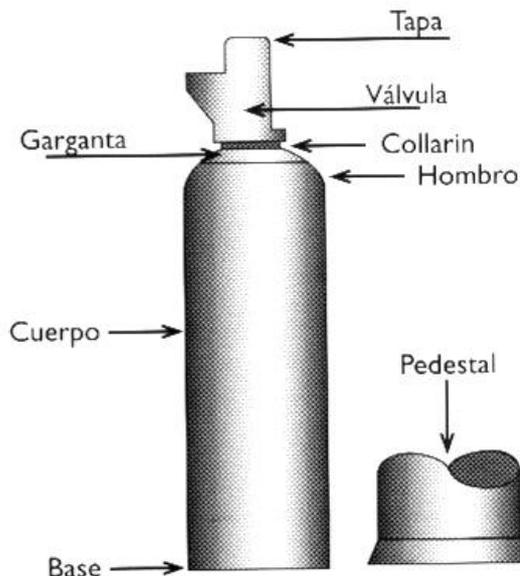
- Los gases protectores pueden ser activos o inertes, los inertes son el argón y helio, y se almacenan en cilindros de alta presión, los cuales deben ser tratados con las mismas precauciones que el cilindro de oxígeno.
- El gas activo normalmente usado es el CO<sup>2</sup>, el cual se almacena como gas licuado, conforme se va utilizando, la parte líquida se gasifica.
- Cuando la presión del cilindro de CO<sub>2</sub> ha caído por debajo de 0.14 Kg/mm<sup>2</sup> (200 psi.) el cilindro debe reemplazarse con el objeto de mantener una presión positiva y prevenir que entre la humedad y otros contaminantes al interior del cilindro.

## CILINDROS<sup>21</sup>

Los gases y mezclas gaseosas son acondicionados y transportados en recipientes de presión denominados cilindros, los cuales están fabricados en acero según normas como DOT, ISO y DIN.

Durante el proceso de fabricación de los cilindros, los inspectores realizan las siguientes pruebas y exámenes:

- Verificación del acero con el que se va a fabricar cada lote de 200 cilindros, emitiendo el certificado correspondiente.
- Análisis de verificación de la exactitud de los datos proporcionados por la siderúrgica.
- Examen de los cilindros inmediatamente después de la formación del fondo, señalándolos de forma individual.
- Examen de la cerradura del hombro y del cuello del recipiente.
- Seguimiento de la toma de muestras para la realización de ensayos mecánicos después de un tratamiento térmico.
- Seguimiento de cada ensayo de presión hidráulica.
- Examen de la demarcación y de la rosca de acoplamiento de la válvula.<sup>1</sup>



<sup>21</sup> Peralta – Sánchez, Elaboración y Calificación de WPS's para la Soldadura de Placas de Acero de Bajo Carbono con el Proceso GMAW, utilizando gases comercializados por AGA., 2003

[AGA AB, Gases y equipos para soldadura y corte oxiacetilénicos; Lindigö; 1995]

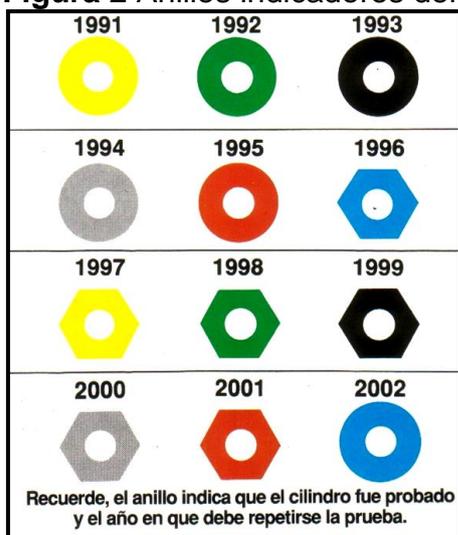
Después de estos procedimientos, cada cilindro es registrado con una numeración y se emite una certificación correspondiente a cada lote, con lo que se tiene la garantía de que los cilindros han sido fabricados de conformidad con las normas.<sup>1</sup>

Parte de la certificación son las plantillas donde aparecen los resultados de los ensayos mecánicos, de las muestras y de los ensayos hidrostáticos de resistencia.<sup>1</sup>

Estas certificaciones son archivadas por las empresas como garantía de la calidad de fabricación, ya que ellas son responsables ante la ley de la seguridad y funcionamiento durante toda la vida útil de los cilindros.<sup>1</sup>

Luego de cada prueba, se coloca en el cilindro un anillo plástico que indica en que año debe volver a ser probado el cilindro. La forma y color de los anillos se colocan después de la prueba y se escogen de acuerdo al período de prueba. A continuación, se encuentran los anillos que corresponden al año en que los cilindros deben ser probados.<sup>1</sup>

**Figura 2** Anillos indicadores del año en que deben ser probados los cilindros



[AGA S.A]

## IDENTIFICACIÓN DEL CONTENIDO

Los cilindros son pintados en función de su contenido, usando un código de colores prescrito en normas. Dependiendo del país, se encuentran distintos colores para cada gas, más en el Ecuador se utilizan las coloraciones que se detallan en la tabla siguiente:

**Tabla 1** Coloración de los cilindros según su contenido

<sup>1</sup> [AGA AB, Gases y equipos para soldadura y corte oxiacetilénicos; Lindigö; 1995]

Producto	Coloración del cilindro
Dióxido de carbono	Gris
Argón	Negro
Oxígeno industrial	Verde
Mezclas Argón/CO <sub>2</sub>	Combinación Negro/Gris
Mezclas Argón/O <sub>2</sub>	Combinación Negro/Verde

[AGA AB, Gases y equipos para soldadura y corte oxiacetilénicos; Lindigö; 1995]

**Figura 3** Colores de cilindros de gases de protección



## **SALUBRIDAD Y SEGURIDAD EN LAS INDUSTRIAS QUE REALIZAN TRABAJOS DE SOLDADURA**

La eficiencia de las industrias se ve mermada debido a causales relacionadas con el inadecuado ambiente de trabajo en el que desenvuelven sus trabajadores, en este caso el personal de soldadura. A continuación se detallan algunos ejemplos de estas causas:

- En algunas industrias, los obreros debido a un inadecuado ambiente de trabajo pueden presentar frecuentemente cuadros de enfermedades ocasionadas por este entorno adverso. Esto conlleva un incremento del ausentismo de los mismos, quienes tienen que ser reemplazados temporalmente por personal sin suficiente entrenamiento, con lo que los niveles de producción decrecen.
- Sin que sea necesario un ausentismo del personal debido a un mal ambiente de trabajo, ellos podrían presentar altibajos en su desempeño durante la jornada laboral.
- Si se dan accidentes de trabajo ocasionados por el inadecuado ambiente laboral, la empresa tendrá que tomar la responsabilidad de los daños causados.<sup>1</sup>

Como se ve, lo anterior, entre otras cosas, hace que los niveles de productividad y competitividad de las empresas en vez de aumentar, se reduzcan.

Por esto, es necesario que las industrias tengan en cuenta que un buen ambiente de trabajo redundará en un incremento de la productividad y competitividad de las mismas. Además, en la actualidad existe una mayor comprensión del ambiente y reglamentaciones gubernamentales, motivos suficientes para que se ponga mayor énfasis en la aplicación de ambientes laborales más seguros y saludables dentro de las industrias.<sup>1</sup>

## **PELIGROS EN EL AMBIENTE DE TRABAJO EN LAS INDUSTRIAS QUE UTILIZAN SOLDADURA CON GAS DE PROTECCION**

De los procesos de soldadura existentes, se sabe que los de arco eléctrico se sitúan entre los más utilizados en la industria. Así también, estos procesos de soldadura involucran la presencia de humos, gases, radiaciones, ruidos y posiciones incómodas de trabajo que afectan al personal a cargo de la ejecución de la soldadura.<sup>1</sup>

### **HUMOS Y GASES**

---

<sup>1</sup> [AGA AB; ENGBLOM G. – FALK K.; Seguridad y Salubridad en los Procesos de Soldeo; Lindigö; 1994]

Los procesos de soldadura, especialmente los de arco eléctrico, dentro de los cuales se encuentra GMAW, producen altos niveles de polución del aire, en forma de polvos, humos y gases. Los polvos, son proyecciones presentes en la vecindad del arco de soldadura, que tienen un diámetro promedio mayor a 1 micra. Por el contrario, los humos son partículas de diámetro menor a la micra, que se encuentran suspendidas en el aire tanto en las cercanías del arco, así como en el aire circundante.<sup>1</sup>

La presencia de humos y gases depende de factores como:

- El proceso de soldadura
- Los metales base y de aporte
- El recubrimiento o contaminantes de la superficie del metal base
- Los parámetros de soldadura ( corriente, voltaje, tipo y caudal de gas protector –si el proceso de soldadura lo requiere–)<sup>1</sup>

### HUMOS

Son óxidos que se producen cuando el metal fundido se vaporiza en el arco y luego se condensa y oxida con el aire de las inmediaciones.<sup>1</sup>

### GASES

Se producen por:

- El arco eléctrico cuando se lo protege con CO<sub>2</sub> (soldadura MAG). De esta forma se presenta como resultado el monóxido de carbono CO por la disociación del dióxido de carbono debido al calor, de la siguiente manera:



- Las temperaturas elevadas -del arco eléctrico o de metales calientes- al interactuar con los componentes del aire, especialmente oxígeno y nitrógeno. Así se produce óxido nítrico y dióxido de nitrógeno como sigue:



- La radiación ultravioleta cuando ésta tiene de 130 a 175 nanómetros de longitud de onda en las cercanías del arco eléctrico y descompone las moléculas de oxígeno en átomos libres que reaccionan con otras moléculas de oxígeno para formar ozono O<sub>3</sub> como se anota a continuación :

---

<sup>1</sup> [AGA AB; ENGBLOM G. – FALK K.; Seguridad y Salubridad en los Procesos de Soldeo; Lindigö; 1994]



- Recubrimientos que tiene el metal base para evitar la corrosión, tales como: pintado, esmaltado, galvanizado, cromado, niquelado, fosfatado, cadmiado, aceitado, hidrocarburos clorados, etc., los mismos que con la presencia del arco de soldadura producen gases nocivos para la salud. Por ello, se tiene que eliminar estos recubrimientos de 25 a 50 milímetros a cada lado de la unión a soldarse, ó, utilizar amperajes que no superen los 200 amperios. De lo contrario, se necesita una buena ventilación e inclusive un punto de extracción de gases y humos. A continuación se tabulan los gases que producen algunos de los recubrimientos citados anteriormente.

**Tabla 2 Gases contaminantes producidos por los recubrimientos del metal en presencia del arco de soldadura**

Tipo de recubrimiento	Gas producido
Pintado	Contaminantes de plomo
Galvanizado	Óxido de zinc
Fosfatado	Fosfina PH <sub>3</sub> (muy tóxico)
Cadmiado	Óxido de cadmio
Hidrocarburos clorados	Fosgeno COCl <sub>2</sub>
Plásticos e imprimidores	Óxidos de zinc y de hierro

[AGA AB; ENGBLOM G. – FALK K.; Seguridad y Salubridad en los Procesos de Soldeo; Lindigö; 1994]

En cuanto al aceitado, no se sabe cuan nocivo es para la salud, pero para eliminarlo se utilizan hidrocarburos clorados, los cuales, junto a altas temperaturas o radiación ultravioleta, producen fosgeno.<sup>1</sup>

### VALORES LIMITES DE UMBRAL HIGIÉNICO

El valor límite de umbral TLV (Treshold Limit Value), es la concentración máxima tolerada de una sustancia en aire respirable. Es decir, tiene que ver con la calidad del aire en el puesto de trabajo y la necesidad de ventilación en el mismo.<sup>1</sup>

Estos valores límites de umbral pueden ser tres:

- Promedios ponderados en el tiempo TWA (Time Weighted Average): es el valor que no debe superarse durante una jornada de trabajo.

<sup>1</sup> [AGA AB; ENGBLOM G. – FALK K.; Seguridad y Salubridad en los Procesos de Soldeo; Lindigö; 1994]

- Valores máximos C: valor que no debe ser superado en cualquier momento del día.
- Valores de exposición de corta duración STEL (Short Time Exposure Limit): es el valor que no se debe atravesar en cualquier período de 15 minutos.<sup>1</sup>

## ***RADIACIÓN***

Cuando se tienen procesos de soldadura por arco eléctrico, éste produce tres tipos de luces, la luz visible, la luz infrarroja y la luz ultravioleta; las dos primeras pueden causar daños en la retina del ojo humano, mientras que la última, produce el daño de la córnea del mismo y adicionalmente el enrojecimiento de la piel. Por esto, se tiene que utilizar los aditamentos de seguridad idóneos para estos trabajos que permitirán contrarrestar los perjuicios mencionados.<sup>1</sup>

El TWA para el ozono es de 0.1 ppm.

## ***RUIDO***

El efecto de este fenómeno, dependerá de su frecuencia e intensidad, del tiempo de exposición al que esté sujeto el individuo y de la sensibilidad del mismo.<sup>1</sup>

El nivel de umbral de dolor respecto al ruido es de 120 decibeles a 1000 hercios. De manera que si se supera este valor, se pueden experimentar daños mentales o de carácter físico.

## ***POSICIONES INCÓMODAS DE TRABAJO***

Son las posiciones que tiene que adoptar el soldador a fin de realizar su trabajo, donde posiblemente existen diseños inadecuados, por cuya razón, el soldador tiene posicionarse de manera inconveniente. Otra causa del mal posicionamiento se da cuando se tienen que hacer grandes cantidades de piezas con un proceso de soldadura no automático. Entre otras.<sup>1</sup>

## ***OTROS RIESGOS***

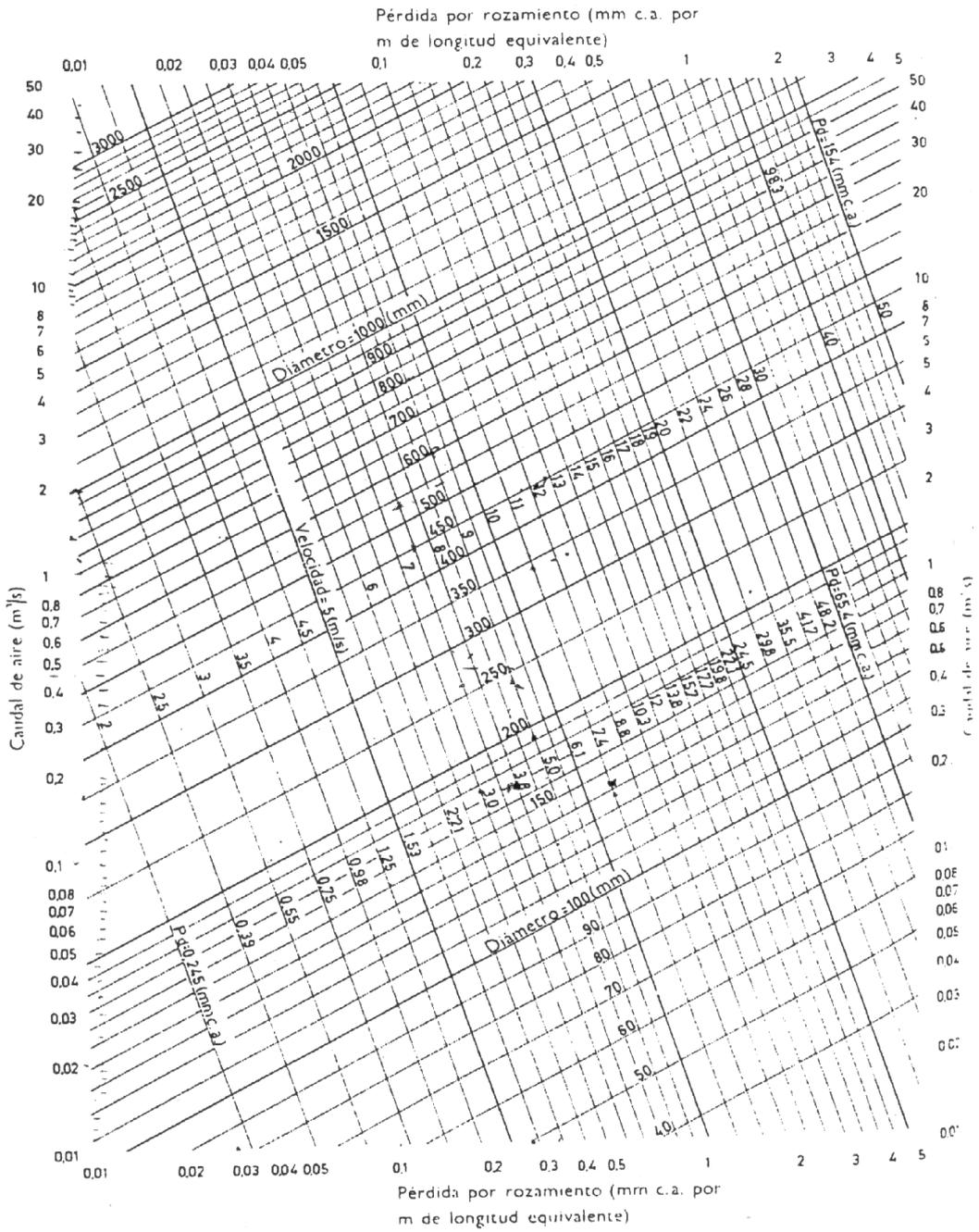
A parte de los riesgos mencionados, la ejecución de un trabajo de soldadura puede llevar de la mano otros peligros tales como:

- Cargas físicas
- Descargas eléctricas
- Accidentes
- Explosiones
- Fuego, etc.<sup>1</sup>

# **ANEXO 8**

## **VENTILACIÓN**

# Pérdidas por rozamiento en conducto redondo<sup>1</sup>



**GRAFICO 7.2**

<sup>1</sup> Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

## RELACIÓN $L/Q^1$

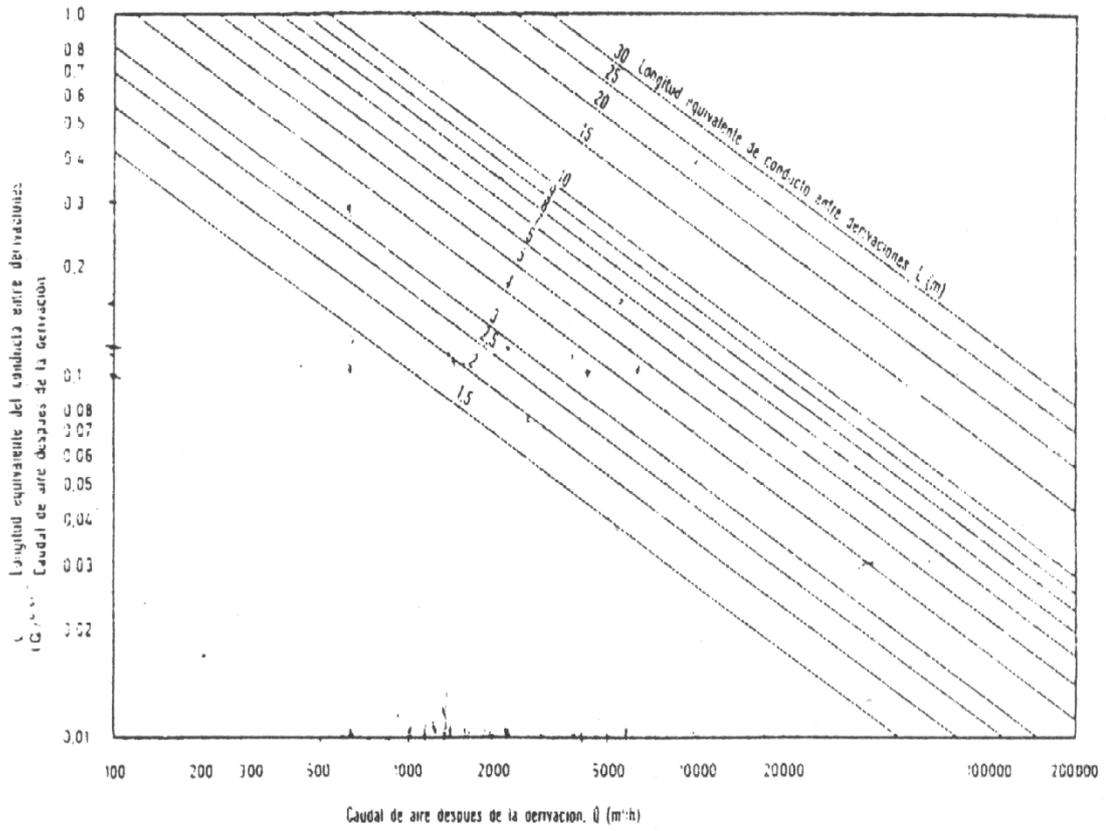
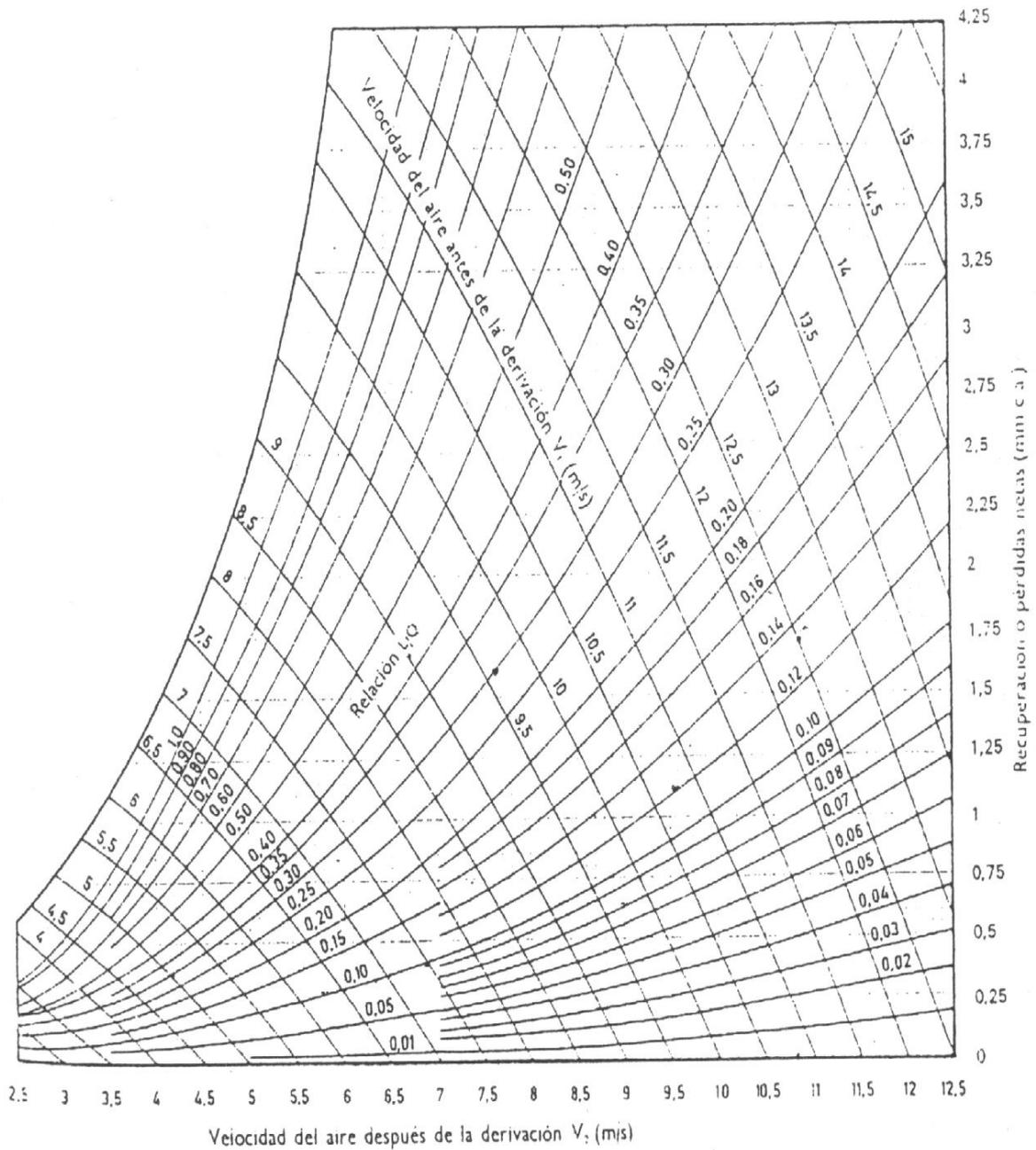


GRÁFICO No. 8.3

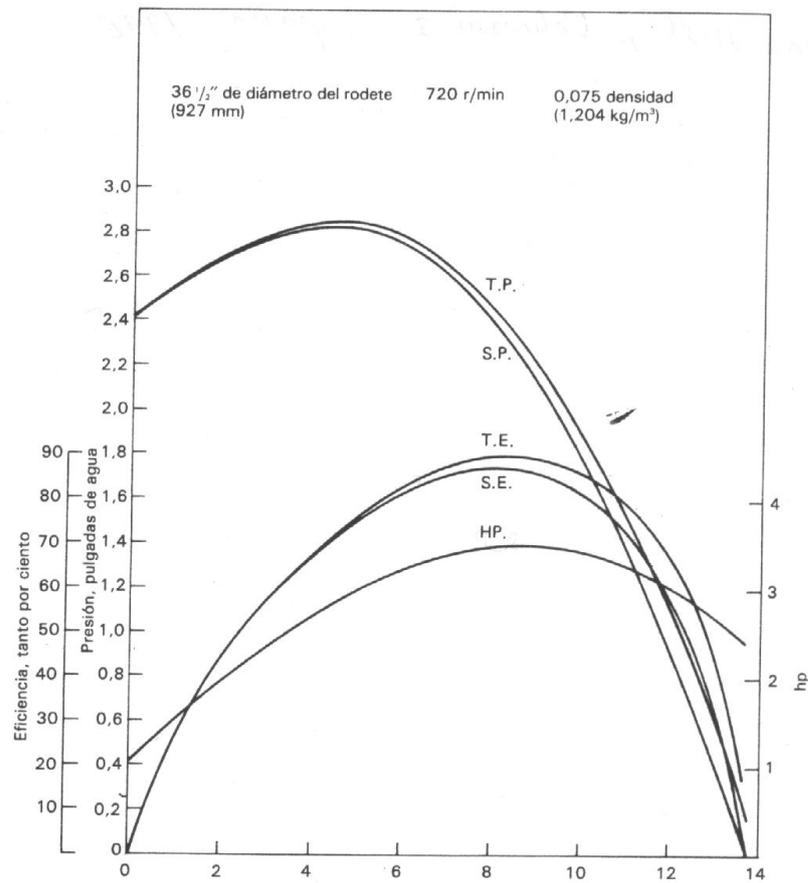
<sup>1</sup> Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

## RECUPERACIÓN ESTÁTICA EN BAJA PRESIÓN<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

**GRAFICO No. 8.4**  
**RENDIMIENTO DE UN VENTILADOS CENTRÍFUGO DE ÁLABES**  
**AERODINÁMICOS.<sup>1</sup>**



**TABLA No. 8.1**  
**DIMENSIONES DE CONDUCTOS<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Grim / Rosaler, Manual de Diseño Calificación, Ventilación y Aire Acondicionado, Volumen I, Mc Graw – Hill, España, 1996

<sup>1</sup> Rodas / Guachamin, Estudio para la Instalación de una Planta de Capacitación y Calificación de Soldadores, 2001

MEDIDAS DEL CON- DUCTO (mm)	150		200		250		300		350		400		450		500		550	
	Sec. (m <sup>2</sup> )	Diám. equiv. (mm)																
250	0,036	213	0,048	249	0,06	287												
300	0,042	231	0,057	272	0,071	302	0,087	333										
350	0,048	249	0,067	292	0,084	328	0,103	361	0,119	389								
400	0,055	264	0,075	308	0,094	348	0,115	384	0,134	414	0,154	445						
450	0,061	280	0,084	328	0,106	368	0,129	407	0,151	439	0,173	470	0,196	501				
500	0,067	292	0,092	343	0,117	384	0,142	427	0,168	460	0,192	496	0,216	526	0,242	556		
550	0,072	305	0,10	358	0,128	404	0,156	447	0,184	485	0,21	518	0,238	551	0,264	582	0,292	612
600	0,078	315	0,107	371	0,139	422	0,169	465	0,198	503	0,229	541	0,257	574	0,288	607	0,316	638
650	0,082	326	0,116	384	0,149	435	0,182	483	0,214	524	0,246	561	0,278	597	0,31	630	0,341	664
700	0,088	335	0,123	396	0,158	450	0,193	498	0,229	541	0,265	582	0,301	620	0,333	655	0,368	689
750	0,093	346	0,13	409	0,168	465	0,205	514	0,244	559	0,283	602	0,32	640	0,36	677	0,392	711
800	0,099	358	0,137	419	0,179	478	0,218	529	0,26	576	0,301	620	0,341	661	0,381	698	0,418	734
850	0,105	366	0,146	432	0,188	490	0,23	544	0,274	592	0,318	637	0,36	678	0,404	719	0,443	756
900	0,109	374	0,153	442	0,198	504	0,242	556	0,288	607	0,336	656	0,378	696	0,424	736	0,467	775
950	0,113	381	0,16	452	0,208	516	0,255	572	0,303	622	0,352	671	0,398	714	0,448	757	0,494	798
1.000	0,118	389	0,167	463	0,216	526	0,267	585	0,319	637	0,368	686	0,418	732	0,469	775	0,517	816
1.050	0,123	396	0,172	470	0,225	536	0,276	595	0,33	650	0,384	701	0,436	747	0,492	793	0,54	834
1.100	0,128	404	0,18	480	0,233	546	0,288	607	0,343	662	0,401	716	0,453	762	0,513	810	0,563	852
1.150	0,132	412	0,186	488	0,242	556	0,298	618	0,359	678	0,416	729	0,472	777	0,534	825	0,586	869
1.200	0,137	419	0,193	498	0,25	567	0,31	630	0,373	691	0,43	742	0,491	793	0,553	841	0,611	887
1.250			0,196	506	0,26	577	0,32	641	0,384	701	0,448	757	0,51	808	0,573	856	0,633	903
1.300			0,205	514	0,27	587	0,33	651	0,398	714	0,463	770	0,53	824	0,594	871	0,656	915
1.350			0,212	521	0,276	595	0,343	664	0,41	724	0,478	782	0,546	836	0,614	896	0,679	935
1.400			0,218	531	0,286	605	0,354	674	0,422	734	0,492	793	0,563	849	0,636	902	0,702	951
1.450			0,225	536	0,296	615	0,365	684	0,434	744	0,507	806	0,58	862	0,654	915	0,724	965
1.500			0,237	544	0,303	622	0,376	694	0,448	756	0,523	819	0,602	876	0,673	927	0,747	983
1.600			0,244	559	0,32	640	0,392	709	0,472	778	0,548	841	0,636	902	0,714	956	0,79	1.008
1.700					0,338	656	0,415	729	0,497	798	0,58	862	0,665	923	0,752	981	0,831	1.034
1.800					0,355	674	0,436	746	0,527	820	0,61	885	0,697	946	0,786	1.004	0,876	1.063
1.900					0,38	696	0,464	762	0,543	834	0,632	900	0,735	971	0,824	1.029	0,923	1.088
2.000					0,384	701	0,478	782	0,57	854	0,67	925	0,766	991	0,853	1.052	0,961	1.113
2.100							0,502	800	0,594	876	0,698	946	0,792	1.008	0,9	1.075	0,998	1.133
2.200							0,517	813	0,615	887	0,73	966	0,827	1.030	0,934	1.095	1,035	1.152
2.300							0,535	828	0,64	905	0,753	982	0,868	1.055	0,962	1.113	1,081	1.177
2.400							0,546	839	0,65	920	0,778	996	0,898	1.070	0,999	1.130	1,118	1.200
2.500									0,685	937	0,787	1.020	0,907	1.080	1,045	1.155	1,138	1.210
2.600									0,704	951	0,824	1.030	0,94	1.105	1,072	1.172	1,202	1.240
2.700									0,731	966	0,852	1.045	0,952	1.119	1,11	1.194	1,238	1.261
2.800									0,75	981	0,88	1.063	1,005	1.135	1,138	1.205	1,275	1.278
2.900											0,908	1.078	1,040	1.158	1,165	1.222	1,32	1.303
3.000											0,925	1.090	1,065	1.168	1,21	1.248	1,33	1.308
3.100											0,94	1.105	1,1	1.185	1,238	1.260	1,387	1.331
3.200											0,953	1.120	1,12	1.197	1,277	1.279	1,432	1.353
3.300													1,156	1.216	1,302	1.292	1,46	1.368
3.400													1,185	1.231	1,334	1.310	1,498	1.380
3.500													1,22	1.241	1,352	1.321	1,525	1.397
3.600													1,23	1.252	1,397	1.344	1,551	1.414

Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

# **ANEXO 9**

**FIGURA No. 9.1 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL TALLER**

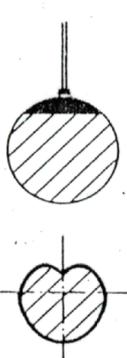
<b>CABLE TW</b>	<b>LIMITE TÉRMICO A</b>	<b>APROX. 70% - 50%</b>	<b>RESISTENCIA A 20°C Ω/KM</b>
12	20	15	5.21
10	30	20	3.39
8	40	30	2.06
6	50	40	1.32
4	70	50	0.83
2	95	70	0.52
1/0	125	90	0.33
2/0	145	100	0.26
3/0	165	125	0.21
4/0	195	150	0.16

**Tabla No. 9.2**  
**conductor en**  
**corriente<sup>22</sup>**

**Calibre del**  
**función de la**

<sup>22</sup> Apuntes de Instalaciones Eléctricas, Ernesto Abril, E.S.P.E.L. 2003

Figura No. 9.2 Determinación del índice del local (k)

CÁLCULO DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR. LÁMPARAS INCANDESCENTES. ILUMINACIÓN DIFUSA														
Aparato de alumbrado		Índice del local K	Factores de utilización									Factores de depreciación		
Tipo	Rend. $\eta$ A		$\rho_T=0,7$			$\rho_T=0,5$			$\rho_T=0,3$			Limpieza cada		
		$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	$\rho_p=0,5$	$\rho_p=0,3$	$\rho_p=0,1$	1 año	2 años	3 años	
	35 ↑ 79 ↓ 44	1	0,20	0,15	0,12	0,18	0,13	0,10	0,15	0,11	0,09			
		1,2	0,24	0,18	0,15	0,21	0,16	0,13	0,17	0,14	0,11			
		1,38	0,28	0,23	0,19	0,24	0,20	0,16	0,21	0,17	0,14			
		1,5	0,28	0,23	0,19	0,24	0,20	0,16	0,21	0,17	0,14			
		2	0,34	0,29	0,25	0,30	0,25	0,21	0,25	0,21	0,18			
		2,5	0,39	0,33	0,29	0,33	0,29	0,25	0,28	0,25	0,22	Ensuciamiento bajo		
		3	0,42	0,37	0,32	0,36	0,32	0,28	0,31	0,27	0,24	1,25	1,40	x
		4	0,46	0,42	0,38	0,40	0,36	0,33	0,34	0,31	0,29	Ensuc. normal		
		5	0,50	0,45	0,42	0,43	0,40	0,37	0,37	0,34	0,32	1,45	1,80	x
		6	0,52	0,48	0,45	0,45	0,42	0,39	0,39	0,36	0,34	Ensuciamiento alto		
8	0,55	0,52	0,49	0,48	0,45	0,43	0,42	0,39	0,37	x	x	x		
10	0,57	0,54	0,51	0,50	0,48	0,46	0,43	0,41	0,40					
1 aparato de alumbrado en el centro del local														
		1	0,21	0,16	0,12	0,18	0,14	0,11	0,15	0,12	0,09			
		1,2	0,25	0,19	0,16	0,21	0,17	0,14	0,18	0,14	0,12			
		1,5	0,30	0,24	0,20	0,26	0,21	0,18	0,22	0,18	0,15			
		2	0,36	0,31	0,27	0,32	0,27	0,24	0,27	0,24	0,21			

Interpolación para hallar el índice del local k

	<b>Altura de las luminarias</b>
<b>Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)</b>	Lo más altas posibles
<b>Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa</b>	$h = \frac{2}{3} \cdot (h' - l)$ Mínimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - l)$ Óptimo:
<b>Locales con iluminación indirecta</b>	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - l)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - l)$

**Cuadro**

**No.9.2**

**Selección de la altura de suspensión**

**Tabla No. 9.3 Numero de conductores permisibles en tubos Conduit**

Calibre AWG o MCM	Número de conductores aislados en un conduit								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4
16	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4
14	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1	1	1	1
12	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4
10	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1	1	1 1/4	1 1/4
8	1/2	3/4	3/4	1	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2
6	1/2	1	1	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2
4	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	2	2	2	2 1/2
2	3/4	1 1/4	1 1/4	2	2	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2
1	3/4	1 1/2	1 1/2	2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	3	3
1/0	1	1 1/2	2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3
2/0	1	2	2	2 1/2	2 1/2	3	3	3	3 1/2
3/0	1	2	2	2 1/2	3	3	3	3	3 1/2
4/0	1 1/4	2	2 1/2	3	3	3	3 1/2	3 1/2	4
250	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3	3 1/2	4	4	4 1/2
300	1 1/4	2 1/2	2 1/2	3	3 1/2	4	4	4 1/2	4 1/2
350	1 1/4	3	3	3 1/2	3 1/2	4	4 1/2	4 1/2	5
400	1 1/4	3	3	3 1/2	4	4	4 1/2	5	5
500	1 1/2	3	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5	6
600	2	3 1/2	3 1/2	4	4 1/2	5	6	6	6
750	2	3 1/2	3 1/2	4 1/2	5	6	6	6	6
900	2	4	4	5	6	6	6	6	6
1000	2	4	4	5	6	6	6	6	6
1250	2 1/2	4 1/2	4 1/2	6	6	6	6	6	6

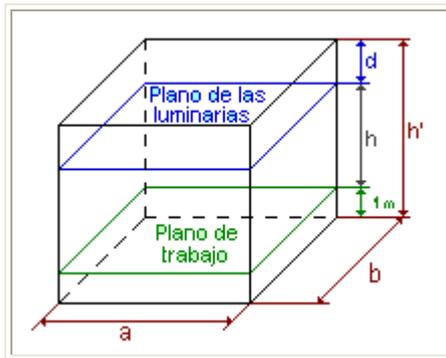
**TABLA No. 9.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA Y DE ILUMINACIÓN RECOMENDADA, PARA DISTINTOS LOCALES**

	Min. Lux	Rec. Lux
<i>Laboratorios, salas de ensayo y controles:</i>		
Alumbrado general . . . . .	200	300
Sobre el plano de la mesa . . . . .	300	—
Sobre aparatos de medida, tales como manómetros, termómetros, básculas, alumbrado especial sin deslumbramiento sobre el plano de lectura . . . . .	300	500
<i>Caucho:</i>		
Molido, mezclado, triturado, fabricación de los neumáticos y tubos. . . . .	200	300
<i>Tabacos</i>		
Desmuestra . . . . .	200	300
Picadura . . . . .	150	200
Torrefacción . . . . .	150	200
<i>Jabonerías:</i>		
Sala de los calderos, laminillas de jabón en polvo . . . . .	150	200
<i>Almacenes, factorías, salas de embalaje:</i>		
Almacenado de grandes objetos . . . . .	70	100
Almacenado de piezas pequeñas . . . . .	100	200
Embalaje, expedición . . . . .	150	200
Acondicionamiento (en la industria farmacéutica). . . . .	200	300
<b>7. INDUSTRIAS METALÚRGICAS</b>		
<i>Mecánica general</i>		
Almacenaje de materias primas (hilos, tubos, barras, etc.). . . . .	70	100
Puestos de control (según dimensiones de los detalles a verificar):		
Mínusculo . . . . .	3.000	—
Muy fino . . . . .	1.500	—
Fino . . . . .	1.000	—
Bastante fino . . . . .	500	—
Mediano . . . . .	300	—
Talleres de montaje: Piezas muy pequeñas . . . . .	1.000	1.500
Piezas pequeñas . . . . .	500	1.000
Piezas medianas . . . . .	200	300
Piezas grandes . . . . .	150	200
Almacenes de piezas desengrasadas y productos finos:		
Alumbrado . . . . .	150	200
Alumbrado localizado: Ventanillas, armarios, mesas, piezas pequeñas, lectura de pequeños caracteres . . . . .	300	500
Trabajos de metales en hojas: Trabajo en el banco . . . . .	200	300
Máquinas-herramientas y bancos:		
a) Alumbrado general . . . . .	200	300
b) Alumbrado localizado: . . . . .		

	Min. Lux	Rec. Lux
Trabajos muy delicados en el banco o en la máquina, fabricación de herramientas e hileras, comprobación con el calibre, rectificación de piezas de precisión . . . . .	1.000	1.500
Trabajo en pequeñas piezas en el banco o en la máquina, rectificación de piezas medianas y pequeñas, reglaje de máquinas automáticas . . . . .	500	700
Trabajo de piezas medianas en el banco o en la máquina, rectificación de piezas grandes . . . . .	300	500
<i>Soldadura:</i>		
Soldadura de trabajos muy finos (Electrónica) . . . . .	500	700
Soldadura de trabajos finos (aparatos de radio) . . . . .	300	500
Soldadura por contacto de piezas medianas . . . . .	200	300
Soldadura por contacto de piezas grandes . . . . .	150	200
Soldadura al soplete . . . . .	100	150
<i>Tratamiento superficial de los metales:</i>		
Tratamiento electrolítico, niquelado, cromado . . . . .	150	200
Avivado (alumbrado especial) . . . . .	200	300
Pulimentado ordinario . . . . .	150	200
<i>Fundiciones:</i>		
Depósitos y almacenes . . . . .	100	150
Almacén de arena:		
a) Manipulaciones manuales (transporte, tamizado, mezcla) . . . . .	100	150
b) Manipulaciones automáticas (transportadores, elevadores, separadores, molinos y tamices) . . . . .	100	150
Talleres de modelado y cajas de machos:		
Fino . . . . .	200	300
Grueso . . . . .	100	150
Alumbrado localizado de formas profundas. Al. especial . . . . .		
Placas modelos . . . . .	200	300
Cubilote:		
Pesada de las cargas (alumbrado especial sin deslumbramiento sobre el plano de lectura) . . . . .	150	200
Plataforma delante de horn., nave de colada en las cucharas . . . . .	100	150
Taller de moldeo:		
Alumbrado general . . . . .	100	150
Alumbrado localizado en los moldes . . . . .	500	700
Desmoldeo y desarenado . . . . .	100	150
Rebarbado . . . . .	200	300
<i>Forjas y fundiciones de acero:</i>		
Almacenaje del mineral y el carbón . . . . .	100	150
Carga de altos hornos . . . . .	especial	
Naves de colada . . . . .	100	150
Naves de convertidores (2.ª colada) . . . . .	100	150
Talleres de fabricación:		
Martillo-pilón, laminadores, etc. . . . .	100	150
Forjas . . . . .	100	150
Laminado y cizallado de piezas pequeñas, laminado en frío y trefilado . . . . .	200	300

**Tabla No. 9.4 Selección del interruptor termomagnético**

Referencia	Regulación unidad de disparo (A)		Capacidad de ruptura Icu (KA)
	Tipo	Térmica	240V
EZC100B3015C	EZC100B	15	10
EZC100B3020C	EZC100B	20	10
EZC100B3030C	EZC100B	30	10
EZC100B3040C	EZC100B	40	10
EZC100B3050C	EZC100B	50	10
EZC100B3060C	EZC100B	60	10
EZC100N3015C	EZC100N	15	25
EZC100N3020C	EZC100N	20	25
EZC100N3030C	EZC100N	30	25
EZC100N3040C	EZC100N	40	25
EZC100N3050C	EZC100N	50	25
EZC100N3060C	EZC100N	60	25
EZC100N3080C	EZC100N	80	25
EZC100N3100C	EZC100N	100	25
EZC250N3125	EZC250N	125	50
EZC250N3150	EZC250N	150	50
EZC250N3175	EZC250N	175	50
EZC250N3200	EZC250N	200	50
EZC250N3225	EZC250N	225	50
EZC250N3250	EZC250N	250	50



Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$

# **ANEXO 10**

## **FORMATOS**

				Diseño de la junta		
Nombre de compañía						
PQR N°						
Proceso de soldadura						
WPS N°						
Según norma						
DATOS DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA				TECNICA		
N° de soldadores	N° Pase	Amperaje (A)	Tensión de trabajo		Material de Aporte. Denominación AWS	Vel. de avance (cm/min)
			Pol	(v)		
Proceso						
Posición de soldadura						
Número de pases						
Tipo de junta						
Tipo de soldadura						
RESULTADO DE PRUEBAS						
Angulo de ranura						
Inspección Visual						
Cara de raíz			Observaciones		Cumplimiento	
Abertura de raíz						
Material base						
Inspección Radiográfica						
Espesor		Placa N°	Observaciones			Cumplimiento
Electrodo						
Diámetro						
TIPO DE ESTRUCTURA A SOLDAR		Pruebas de Tensión				
		Probeta N°	Carga última a la tensión (Kg)	Esfuerzo último (Mpa)	Observaciones	Cumplimiento
NOTAS:		Pruebas de Doblado				
		Probeta N°	Tipo de doblado	Observaciones	Cumplimiento	
RANGOS DE CALIFICACIÓN						
Proceso						
Posición						
Metal Base						
Espesor de metal base						
Electrodo						
Diámetro del electrodo						
Corriente y polaridad						
Voltaje						
Tipo de bisel						
Cordón de respaldo						
Soldador:			Prueba conducida por:			Fecha:

Certificamos que los resultados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas, y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección            del código            .

Examinador o Entidad de Aprobación:

Fecha:

**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

 		<b>Diseño de la junta</b>						
Nombre de compañía								
WPS N°								
Código de prueba								
Proceso de soldadura								
Tipo de soldadura								
PQR de soporte N°								
Según norma								
<b>Junta Utilizada</b>	Tipo de junta		<b>Posición</b>					
	Tipo de soldadura							
	Cordón de respaldo	si <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>					
	Preparar junta	si <input type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>					
	Angulo de ranura							
	Cara de la raíz							
	Abertura de raíz							
<b>Metal Base</b>	Especificación		<b>Característica eléctrica</b>		Corriente CA <input type="checkbox"/> DC <sup>+</sup> <input type="checkbox"/> DC <sup>-</sup> <input type="checkbox"/>			
	Espesor							
<b>Electrodo</b>	Diámetro		<b>Técnica de soldadura</b>		Técnica un pase <input type="checkbox"/>			
	Clasificación AWS				varios pases <input type="checkbox"/>			
	Especificación AWS				Oscilación si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>			
	Casa Comercial				Desplazamiento			
<b>ISO 9001:2000</b>				<b>Precauent.</b>		Limpieza entre pases		
						Método de ensamble		
				Soldadura Un lado <input type="checkbox"/>				
				Dos lados <input type="checkbox"/>				
<b>Nº de pase</b>		Metal de aporte		Tensión de trabajo			(Vel. de avance mm/min)	
								Denominación AWS
1								
2								
3								
4								
<b>NOTAS:</b>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>								
REALIZADO POR:				EXAMINADOR O ENTIDAD DE APROBACIÓN:				
FECHA:				FECHA:				

ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA



Diseño de la junta

Nombre de compañía  
 WPS N°  
 Proceso de soldadura  
 PQR de soporte N°  
 Según norma

Junta Utilizada	Tipo de junta	Posición
	Tipo de soldadura	
	Cordón de respaldo si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	
	Preparar junta si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	
	Método	
	Angulo de ranura	
	Cara de la raíz	
	Abertura de raíz	
Metal Base	Especificación	Característica eléctrica
	Califica	
	Espesor	
	Califica	
Electrodo	Diámetro	Técnica de soldadura
	Clasificación AWS	
	Especificación	
	Casa Comercial	

Corriente: DC <sup>-</sup>
DC <sup>+</sup> ⊗
Otros pases.
Técnica un pase <input type="checkbox"/> varios pases <input type="checkbox"/>
Oscilación si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
Limpieza entre pases _____
Método de ensamble
Soldadura Un lado <input type="checkbox"/> Dos lados <input type="checkbox"/>
Temperatura
Tiempo entre pases

Aplicación de Soldadura

N° de pase	Metal de aporte			Tensión de trabajo			(Vel. de avance cm/min)
	Denominación AWS	Denominación Comercial	Diámetro (mm)	Pol	Voltaje(v)	Amperaje (A)	

NOTAS:  
 •  
 •

REALIZADO POR:  
  
  
 FECHA:

APROBADO POR:  
  
  
 FECHA:





# **ANEXO 11**

**TABLAS Y FIGURAS DEL CÓDIGO DE SOLDADURA  
ESTRUCTURAL D 1.1- 2004**

Tabla 3.1N

Group	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements		
	Steel Specification <sup>1,2</sup>	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range	Process	AWS Electrode Specification <sup>3</sup>	Electrode Classification <sup>10</sup>
		ksi	MPa				
G	ASTM A 36 <sup>4</sup>	36	250	58-80	400-550	SMAW	E60XX, E70XX
	ASTM A 53	35	240	60 min	415 min		
	ASTM A 106	35	240	60 min	415 min	SAW	E70XX-X
	ASTM A 131	34	235	58-71	400-490		
	ASTM A 139	35	241	60 min	414 min	F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX, F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX	
	ASTM A 381	35	240	60 min	415 min		
	ASTM A 500	33	228	45 min	310 min	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX	
	Grade B	42	290	58 min	400 min		
	ASTM A 501	36	250	58 min	400 min	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix are excluded)	
	ASTM A 516	30	205	55-75	380-515		
	Grade 55	32	220	60-80	415-550	ER70S-XXX, E70C-XXX	
	Grade 60	35	240	60-85	415-586		
	ASTM A 524	30	205	55-80	380-550	GMAW	A5.18
	Grade I	42	290	60-85	415-585		
	Grade II	30	205	49 min	340 min	A5.28 <sup>6</sup>	
ASTM A 529	30	205	52 min	360 min			
ASTM A 570	33	230	53 min	365 min	FCAW	A5.20	
Grade 33	40	275	55 min	380 min			
Grade 36	45	310	60 min	415 min	E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14X, and -GS suffix are excluded)		
Grade 40	35	240	65-77	450-530			
Grade 45	32	220	58-71	400-490	E6XTX-X, E6XTX-XM, E7XTX-X, E7XTX-XM		
ASTM A 573	36	250	58-80	400-550			
Grade 65	35	240	60	415	A5.29 <sup>6</sup>		
Grade 58	36	250	60	415			
ASTM A 709	35	240	60	415	E6XTX-X, E6XTX-XM, E7XTX-X, E7XTX-XM		
Grade 36 <sup>4</sup>	42	290	58-71	400-490			
API 5L					ABS		
Grade B							
Grade X42					Grades A, B, D, CS, DS		
Grade E <sup>5</sup>							

\*ASTM A 570 Grade 50 has been deleted from Group I and added to Group II.

(continued)

Table 3.1 (Continued)

G F o u P	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements		
	Steel Specification <sup>1,2</sup>	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range	Process	AWS Electrode Specification <sup>3</sup>	Electrode Classification <sup>10</sup>
		ksi	MPa				
II	ASTM A 131	Grades AH32, DH32, EH32 Grades AH36, DH36, EH36	46 51	315 350	68-85 71-90	470-585 490-620	E7015, E7016, E7018, E7028
	ASTM A 441		40-50	275-345	60-70	415-485	E7015-X, E7016-X, E7018-X
	ASTM A 516	Grade 65	35	240	65-85	450-585	
		Grade 70	38	260	70-90	485-620	
	ASTM A 537	Class 1	45-50	310-345	65-90	450-620	F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
	ASTM A 570	Grade 50	50	345	65	450	
		Grade 55	55	380	70	480	
	ASTM A 572	Grade 42	42	290	60 min	415 min	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
	ASTM A 572	Grade 50	50	345	65 min	450 min	
	ASTM A 588 <sup>5</sup>	(4 in. [100 mm] and under)	50	345	70 min	485 min	
	ASTM A 595	Grade A	55	380	65 min	450 min	
		Grades B and C	60	415	70 min	480 min	
	ASTM A 606 <sup>5</sup>		45-50	310-340	65 min	450 min	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix are excluded)
	ASTM A 607	Grade 45	45	310	60 min	410 min	
		Grade 50	50	345	65 min	450 min	
		Grade 55	55	380	70 min	480 min	
	ASTM A 618	Grades I <sub>B</sub> , II, III	46-50	315-345	65 min	450 min	ER70S-XXX, E70C-XXX
	ASTM A 633	Grade A	42	290	63-83	430-570	
		Grades C, D	50	345	70-90	485-620	
		(2-1/2 in. [65 mm] and under)					
ASTM A 709	Grade 50	50	345	65 min	450 min	E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix are excluded)	
	Grade 50W	50	345	70 min	485 min		
	Grade A, Class 2 > 2 in. (50 mm)	55	380	65 min	450 min		
ASTM A 710	(2-1/2 in. [65 mm] and under)	42	290	60 min	415 min		
ASTM A 808	Grade 50	50	345	65 min	450 min		
ASTM A 913	Grade 50	50-65	345-450	65	450		
ASTM A 992		42	290	62-80	430-550		
API 2H	Grade 42	50	345	70 min	485 min		
	Grade 50	50	345	70 min	485 min		
API 2W	Grade 42	42-67	290-462	62 min	427 min		
	Grade 50	50-75	345-517	65 min	448 min		
API 2Y	Grade 50T	50-80	345-552	70 min	483 min		
	Grade 42	42-67	290-462	62 min	427 min <sup>4</sup>		
	Grade 50	50-75	345-517	65 min	448 min		
	Grade 50T	50-80	345-552	70 min	483 min		
API 5L	Grade X52	52	360	66-72	455-495		
ABS	Grades AH32, DH32, EH32	45.5	315	71-90	490-620		
	Grades AH36, DH36, EH36 <sup>5</sup>	51	350	71-90	490-620		

(continued)

**Table 3.1 (Continued)**

G o u p	Steel Specification Requirements				Filler Metal Requirements		
	Steel Specification <sup>1,2</sup>	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range	Process	AWS Electrode Specification <sup>3</sup>	Electrode Classification <sup>10</sup>
		ksi	MPa	ksi			
III	API 2W	Grade 60	60-90	414-621	75 min	517 min	E8015-X, E8016-X, E8018-X
	API 2Y	Grade 60	60-90	414-621	75 min	517 min	F8XX-EXXX-XX, F8XX-ECXXX-XX
	ASTM A 572	Grade 60	60	415	75 min	515 min	
		Grade 65	65	450	80 min	550 min	
	ASTM A 537	Class 2 <sup>3</sup>	46-60	315-415	80-100	550-690	ER80S-XXX, E80C-XXX
	ASTM A 633	Grade E <sup>5</sup>	55-60	380-415	75-100	515-690	
	ASTM A 710	Grade A, Class 2 ≤ 2 in. (50 mm)	60-65	415-450	72 min	495 min	E8XTX-X, E8XTX-XM
	ASTM A 710	Grade A, Class 3 > 2 in. (50 mm)	60-65	415-450	70 min	485 min	
	ASTM A 913 <sup>8</sup>	Grade 60	60	415	75 min	520 min	
		Grade 65	65	450	80 min	550 min	
IV	ASTM A 709	Grade 70W	70	485	90-110	620-760	E9015-X, E9016-X, E9018-X, E9018-M
	ASTM A 852		70	485	90-110	620-760	F9XX-EXXX-XX, F9XX-ECXXX-XX
			70	485	90-110	620-760	
							ER90S-XXX, E90C-XXX
						E9XTX-X, E9XTX-XM	

**Notes:**

- In joints involving base metals of different groups, either of the following filler metals may be used: (1) that which matches the higher strength base metal, or (2) that which matches the lower strength base metal and produces a low-hydrogen deposit. Preheating shall be in conformance with the requirements applicable to the higher strength group.
- Match API standard 2B (fabricated tubes) according to steel used.
- When welds are to be stress-relieved, the deposited weld metal shall not exceed 0.05 percent vanadium.
- Only low-hydrogen electrodes shall be used when welding ASTM A 36 or ASTM A 709 Grade 36 steel more than 1 in. (25 mm) thick for cyclically loaded structures.
- Special welding materials and WPS (e.g., E80XX-X low-alloy electrodes) may be required to match the notch toughness of base metal (for applications involving impact loading or low temperature), or for atmospheric corrosion and weathering characteristics (see 3.7.3).
- Filler metals of alloy group B3, B3L, B4, B4L, B5, B5L, B6, B6L, B7, B7L, B8, B8L, B9, or any BXH grade in AWS A5.5, A5.23, A5.28, or A5.29 are not prequalified for use in the as-welded condition.
- See Tables 2.3 and 2.5 for allowable stress requirements for matching filler metal.
- The heat input limitations of 5.7 shall not apply to ASTM A 913 Grade 60 or 65.
- Filler metal properties have been moved to nonmandatory Annex O.
- AWS A5M (SI Units) electrodes of the same classification may be used in lieu of the AWS A5 (U.S. Customary Units) electrode classification.

Tabla 3.2N

Prequalified Minimum Preheat and Interpass Temperature <sup>3</sup> (see 3.5)						
	Steel Specification	Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature	
			in.	mm	*F	*C
A	ASTM A 36	Shielded metal arc welding with other than low-hydrogen electrodes	1/8 to 3/4 incl.	3 to 20 incl.	32	0
	ASTM A 53					
	ASTM A 106					
	ASTM A 131					
	ASTM A 139					
	ASTM A 381					
	ASTM A 500					
	ASTM A 501					
	ASTM A 570					
	ASTM A 572					
B	ASTM A 573	Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, <sup>2</sup> gas metal arc welding, flux cored arc welding	1/8 to 3/4 incl.	3 to 20 incl.	32	0
	ASTM A 588					
	ASTM A 595					
	ASTM A 606					
	ASTM A 607					
	ASTM A 618					
	ASTM A 633					
	ASTM A 709					
	ASTM A 710					
	ASTM A 808					
C	ASTM A 913 <sup>4</sup>	Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, <sup>2</sup> gas metal arc welding, flux cored arc welding	Over 3/4 thru 1-1/2 incl.	Over 20 thru 38 incl.	50	10
	ASTM A 992					
	API 5L					
	Grade B					
	Grade X42					
	Grades 42, 50					
	Grades 42, 50, 50T					
	Grades 42, 50, 50T					
	Grades AH 32 & 36					
	DH 32 & 36					
D	EH 32 & 36	Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, flux cored arc welding	Over 1-1/2 thru 2-1/2 incl.	Over 38 thru 65 incl.	150	65
	Grade B					
	Grade X42					
	Grades 42, 50					
	Grades 42, 50, 50T					
	Grades 42, 50, 50T					
	Grades AH 32 & 36					
	DH 32 & 36					
	EH 32 & 36					
	Grades A, B, D, CS, DS					
E	ASTM A 516	Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, flux cored arc welding	Over 2-1/2	Over 65	300	150
	ASTM A 524					
	ASTM A 529					
	ASTM A 570					
	ASTM A 573					
	ASTM A 709					
	API 5L					
	ABS					
	Grade A					
	Grade B					
F	ASTM A 570	Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, flux cored arc welding	Over 2-1/2	Over 65	300	150
	ASTM A 572					
	ASTM A 573					
	ASTM A 588					
	ASTM A 595					
	ASTM A 606					
	ASTM A 607					
	ASTM A 618					
	ASTM A 633					
	ASTM A 709					
G	ASTM A 710	Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, flux cored arc welding	Over 2-1/2	Over 65	300	150
	ASTM A 808					
	ASTM A 913 <sup>4</sup>					
	ASTM A 992					
	API 5L					
	Grade B					
	Grade X42					
	Grades 42, 50					
	Grades 42, 50, 50T					
	Grades 42, 50, 50T					
H	ASTM A 501	Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, flux cored arc welding	Over 2-1/2	Over 65	300	150
	ASTM A 516					
	ASTM A 524					
	ASTM A 529					
	ASTM A 570					
	ASTM A 573					
	ASTM A 709					
	API 5L					
	ABS					
	Grade A					

**Table 4.5**  
**PQR Essential Variable Changes Requiring WPS Requalification for**  
**SMAW, SAW, GMAW, FCAW, and GTAW (see 4.7.1)**

Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification	Process <sup>1</sup>				
	Shielded Metal Arc Welding (SMAW)	Submerged Arc Welding (SAW)	Gas Metal Arc Welding (GMAW)	Flux Cored Arc Welding (FCAW)	Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)
<b>Filler Metal</b>					
1) Increase in filler metal classification strength	X		X	X	
2) Change from low hydrogen to non-low-hydrogen SMAW electrode	X				
3) Change from one electrode or flux-electrode classification to any other electrode or flux-electrode classification		X (Note 2)		X	X
4) Change to an electrode or flux-electrode classification not covered in (Note 8):	AWS A5.1 or A5.5	AWS A5.17 or A5.23	AWS A5.18 or A5.28	AWS A5.20 or A5.29	AWS A5.18 or A5.28
5) Addition or deletion of filler metal					X
6) Change from cold wire feed to hot wire feed or vice versa					X
7) Addition or deletion of supplemental powdered or granular filler metal or cut wire		X			
8) Increase in the amount of supplemental powdered or granular filler metal or wire		X			
9) If the alloy content of the weld metal is largely dependent on supplemental powdered filler metal, any WPS change that results in a weld deposit with the important alloying elements not meeting the WPS chemical composition requirements		X			
<b>Electrode</b>					
10) Change in nominal electrode diameter by:	> 1/32 in. (0.8 mm) increase	Any increase (Note 3)	Any increase or decrease	Any increase	> 1/16 in. (1.6 mm) increase or decrease
11) Change in number of electrodes		X	X	X	
12) Change in tungsten electrode type as shown in AWS A5.12					X
<b>Electrical Parameters</b>					
13) A change in the amperage for each diameter used by:	To a value not recommended by manufacturer	> 10% increase or decrease	> 10% increase or decrease	> 10% increase or decrease	> 25% increase or decrease
14) A change in type of current (ac or dc) or polarity and mode of transfer (GMAW only)		Only when using an alloy flux or quenched and tempered material	X	X	
15) A change in the voltage for each diameter used by:	To a value not recommended by the electrode manufacturer	> 7% increase or decrease	> 7% increase or decrease	> 7% increase or decrease	> 25% increase or decrease
(continued)					

Tabla 4.1N

Table 4.2 WPS Qualification—Complete Joint Penetration Groove Welds: Number and Type of Test Specimens and Range of Thickness and Diameter Qualified (see 4.4) (Dimensions in Millimeters)									
1. Tests on Plate <sup>1,2</sup>									
Nominal Plate Thickness (T) Tested, mm	Number of Specimens				Nominal Plate, Pipe or Tube Thickness <sup>3,4</sup> Qualified, mm				
	Reduced Section Tension (see Fig. 4.14)	Root Bend (see Fig. 4.12)	Face Bend (see Fig. 4.12)	Side Bend (see Fig. 4.13)	Min	Max			
3 ≤ T ≤ 10	2	2	2	—	3	2T			
10 < T < 25	2	—	—	4	3	2T			
25 and over	2	—	—	4	3	Unlimited			
2. Tests on Pipe or Tubing <sup>1,7</sup>									
Nominal Pipe Size or Diam., mm	Nominal Wall Thickness, T, mm	Number of Specimens				Nominal Diameter <sup>5</sup> of Pipe or Tube Size Qualified, mm	Nominal Plate, Pipe or Tube Wall Thickness <sup>3,4</sup> Qualified, mm		
		Reduced Section Tension (see Fig. 4.14)	Root Bend (see Fig. 4.12)	Face Bend (see Fig. 4.12)	Side Bend (see Fig. 4.13)		Min	Max	
Job Size Test Pipes	< 600	3 ≤ T ≤ 10	2	2	2	—	Test diam. and over	3	2T
		10 < T < 20	2	—	—	4	Test diam. and over	T/2	2T
		T ≥ 20	2	—	—	4	Test diam. and over	10	Unlimited
	≥ 600	3 ≤ T ≤ 10	2	2	2	—	Test diam. and over	3	2T
		10 < T < 20	2	—	—	4	600 and over	T/2	2T
		T ≥ 20	2	—	—	4	600 and over	10	Unlimited
Standard Test Pipes	50 mm OD × 6 mm WT or 75 mm OD × 6 mm WT	2	2	2	—	20 through 100	3	20	
	150 mm OD × 14 mm WT or 200 mm OD × 12 mm WT	2	—	—	4	100 and over	5	Unlimited	
3. Tests on Electroslag and Electrogas Welding <sup>1,8</sup>									
Nominal Plate Thickness Tested	Number of Specimens				Nominal Plate Thickness Qualified				
	Reduced Section Tension (see Fig. 4.14)	All-Weld-Metal Tension (see Fig. 4.18)	Side Bend (see Fig. 4.13)	Impact Tests	Min	Max			
T	2	1	4	Note 6	0.5T	1.1T			

Notes:

- All test plate, pipe or tube welds shall be visually inspected (see 4.8.1) and subject to NDT (see 4.8.2). One test plate, pipe or tube shall be required for each qualified position.
- See Figures 4.10 and 4.11 for test plate requirements.
- For square groove welds that are qualified without backgouging, the maximum thickness qualified shall be limited to the test plate thickness.
- CJP groove weld qualification on any thickness or diameter qualifies any size of fillet or PJP groove weld for any thickness.
- Qualification with any pipe diameter qualifies all box section widths and depths.
- If specified, impact tests shall conform to Annex III.
- See Table 4.1 for the groove details required for qualification of tubular butt and T-, Y-, K-connection joints.
- See Figure 4.9 for plate requirements.

Table 3.2 (Continued)

C a t e g o r y	Steel Specification	Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature	
			in.	mm	°F	°C
C	ASTM A 572	Shielded metal arc welding with low-hydrogen electrodes, submerged arc welding, <sup>2</sup> gas metal arc welding, flux cored arc welding	1/8 to 3/4 incl.	3 to 20 incl.	50	10
	Grades 60, 65					
	ASTM A 633		Over 3/4 thru 1-1/2 incl.	38 incl.	150	65
	Grade E					
	API 5L		Over 1-1/2 thru 2-1/2 incl.	65 incl.	225	110
	Grade X52					
	ASTM A 913 <sup>4</sup>		Over 2-1/2	Over 65	300	150
	Grades 60, 65					
	ASTM A 710		Grade A	SMAW, SAW, GMAW, and FCAW with electrodes or electrode-flux combinations capable of depositing weld metal with a maximum diffusible hydrogen content of 8 ml/100 g (H8), when tested according to ANSI/AWS A4.3.	32	0
	Grade A, Class 2 ( $\leq 2$ in. [50 mm])					
ASTM A 710	Grade A, Class 3 ( $> 2$ in. [50 mm])					
ASTM A 709 <sup>5</sup>	Grade 70W					
ASTM A 852 <sup>5</sup>	Grade 60					
API 2W	Grade 60					
API 2Y	Grade 60					
D	ASTM A 710	Grade A (All classes)	All thicknesses $\geq 1/8$ in. (3 mm)		32	0
	ASTM A 913 <sup>4</sup>					

Notes:

1. When the base metal temperature is below 32°F (0°C), the base metal shall be preheated to a minimum of 70°F (20°C) and the minimum interpass temperature shall be maintained during welding.
2. For modification of preheat requirements for submerged arc welding with parallel or multiple electrodes, see 3.5.3.
3. See 5.1.2.2 and 5.6 for ambient and base-metal temperature requirements.
4. The heat input limitations of 5.7 shall not apply to ASTM A 913.
5. For ASTM A 709 Grade 70W and ASTM A 852 Grade 70, the maximum preheat and interpass temperatures shall not exceed 400°F (200°C) for thicknesses up to 1-1/2 in. (40 mm), inclusive, and 450°F (230°C) for greater thicknesses.

Tabla 4.5N

Table 4.5 (Continued)					
Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification	Process <sup>1</sup>				
	Shielded Metal Arc Welding (SMAW)	Submerged Arc Welding (SAW)	Gas Metal Arc Welding (GMAW)	Flux Cored Arc Welding (FCAW)	Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)
<b>Electrical Parameters (cont'd)</b>					
16) An increase or decrease in the wire feed speed for each electrode diameter (if not amperage controlled) by:		> 10%	> 10%	> 10%	
17) A change in the travel speed (unless heat input control is required) by:		> 15% increase or decrease	> 25% increase or decrease (Note 4)	> 25% increase or decrease (Note 4)	> 50% increase or decrease
18) An increase in heat input (Note 5) by:	> 10%	> 10%	> 10%	> 10%	Any (when Charpy impact tests are required)
<b>Shielding Gas</b>					
19) A change in shielding gas from a single gas to any other single gas or mixture of gas, or in the specified nominal percentage composition of a gas mixture, or to no gas			X	X	X
20) A change in total gas flow rate by:			≥ 25% increase; ≥ 10% decrease	≥ 20% increase; ≥ 10% decrease	≥ 50% increase; ≥ 20% decrease
21) A change to a shielding gas not covered in (Note 8):			AWS A5.18 or A5.28	AWS A5.20 or A5.29	
<b>SAW Parameters</b>					
22) A change of > 10%, or 1/8 in. (3 mm), whichever is greater, in the longitudinal spacing of the arcs		X			
23) A change of > 10%, or 1/8 in. (3 mm), whichever is greater, in the lateral spacing of the arcs		X			
24) An increase or decrease of more than 10° in the angular orientation of any parallel electrode		X			
25) For machine or automatic SAW; an increase or decrease of more than 3° in the angle of the electrode		X			
26) For machine or automatic SAW, an increase or decrease of more than 5° normal to the direction of travel		X			
<b>General</b>					
27) For the PQR groove area, an increase or decrease > 25% in the number of passes (Note 6)	X	X	X	X	X
28) A change in position not qualified by Table 4.1	X	X	X	X	X
29) A change in diameter, or thickness, or both, not qualified by Table 4.2	X	X	X	X	X
30) A change in base metal or combination of base metals not listed on the PQR or qualified by Table 4.7	X	X	X	X	X

(continued)

Table 4.5 (Continued)

Essential Variable Changes to PQR Requiring Requalification	Process <sup>1</sup>				
	Shielded Metal Arc Welding (SMAW)	Submerged Arc Welding (SAW)	Gas Metal Arc Welding (GMAW)	Flux Cored Arc Welding (FCAW)	Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)
<b>General (cont'd)</b>					
31) Vertical Welding: For any pass from uphill to downhill or vice versa	X		X	X	X
32) A change in groove type (e.g., single-V to double-V). Qualification of any CJP groove weld qualifies for any groove detail complying with the requirements of 3.12 or 3.13	X	X	X	X	X
33) A change in the type of groove to a square groove and vice versa	X	X	X	X	X
34) A change exceeding the tolerances of 3.12, 3.13, 3.13.4, 5.22.4.1, or 5.22.4.2 involving: a) A decrease in the groove angle b) A decrease in the root opening c) An increase in the root face	X	X	X	X	X
35) The omission, but not inclusion, of backing or backgouging	X	X	X	X	X
36) Decrease from preheat temperature (Note 7) by:	> 25°F (15°C)	> 25°F (15°C)	> 25°F (15°C)	> 25°F (15°C)	> 100°F (55°C)
37) Increase from interpass temperature (Note 7) by:					> 100°F (55°C) if Charpy's required
38) Decrease from interpass temperature (Note 7) by:	> 25°F (15°C)	> 25°F (15°C)	> 25°F (15°C)	> 25°F (15°C)	> 100°F (55°C)
39) Addition or deletion of post weld heat treatment	X	X	X	X	X

Notes:

1. An "x" indicates applicability for the process; a shaded block indicates nonapplicability.
2. A change decreasing filler metal strength level is permitted without WPS requalification.
3. For WPSs using alloy flux, any increase or decrease in the electrode diameter shall require WPS requalification.
4. Travel speed ranges for all sizes of fillet welds may be determined by the largest single pass fillet weld and the smallest multiple-pass fillet weld qualification tests.
5. These essential variables apply only when heat input control is a contract document requirement. Heat input in joules per in. (mm) shall be calculated as  $60EI/V$  where:  
 E = PQR voltage  
 I = PQR amperage  
 V = PQR travel speed (mm/min) for joules per mm, (in./min) for joules per inch
6. If the production weld groove area differs from that of the PQR groove area, it is permissible to change the number of PQR passes in proportion to the area without requiring WPS requalification.
7. The production welding preheat or interpass temperature may be less than the PQR preheat or interpass temperature provided that the provisions of 5.6 and Table 3.2 are met, and the base metal temperature shall not be less than the PQR temperature at the time of subsequent welding.
8. AWS A5M (SI Units) electrodes of the same classification may be used in lieu of the AWS A5 (U.S. Customary Units) electrode classification.

**Table 4.7**  
**Table 3.1 and Annex M Steels Qualified by PQR Steels (see 4.7.3)**

PQR Base Metal <sup>1</sup>	WPS Base Metal Group Combinations Permitted by PQR
Any Group I Steel to Any Group I Steel	Any Group I Steel to Any Group I Steel
Any Group II Steel to Any Group II Steel	Any Group I Steel to Any Group I Steel Any Group II Steel to Any Group I Steel Any Group II Steel to Any Group II Steel
Any Specific Group III or Annex M Steel to Any Group I Steel	The Specific PQR Group III or Annex M Steel Tested to Any Group I Steel
Any Specific Group III or Annex M Steel to Any Group II Steel	The Specific PQR Group III or Annex M Steel Tested to Any Group I or Group II Steel
Any Group III Steel to the Same or Any Other Group III Steel  or  Any Annex M Steel to the Same or Any Other Annex M Steel	Steels shall be of the same material specification, grade/type and minimum yield strength as the Steels listed in the PQR <sup>2</sup>
Any Combination of Group III and Annex M Steels	Only the Specific Combination of Steels listed in the PQR <sup>2</sup>
Any Unlisted Steel to Any Steel Listed in Table 3.1 or Annex M	Only the Specific Combination of Steels listed in the PQR
Notes: 1. Groups I through III are found in Table 3.1. 2. Reduction in yield strength with increased metal thickness where permitted by the steel specification.	

abla 4.7

Figura 4.11N

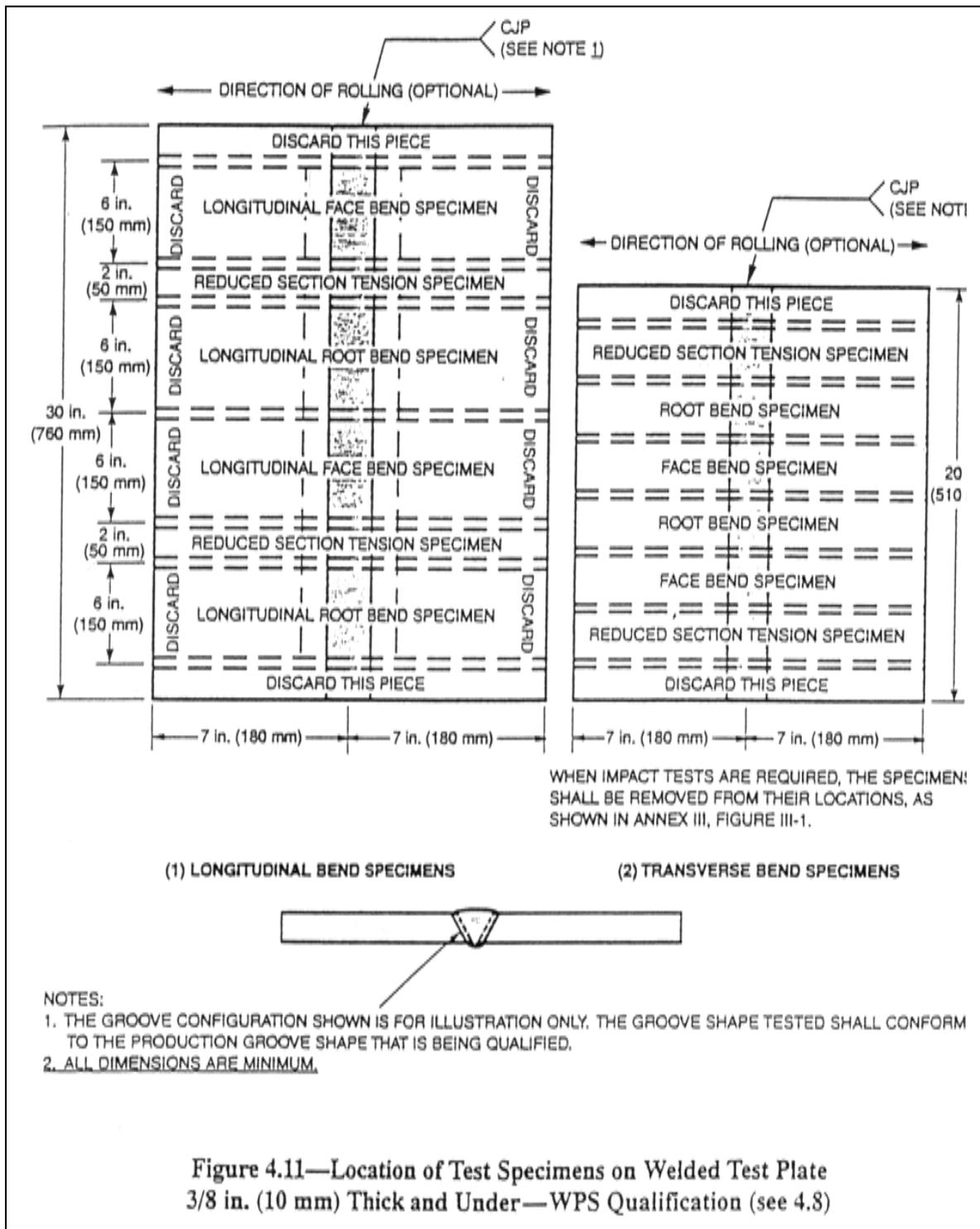
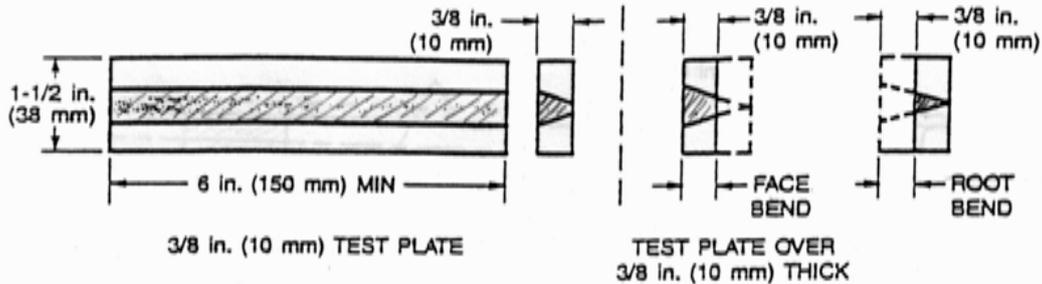
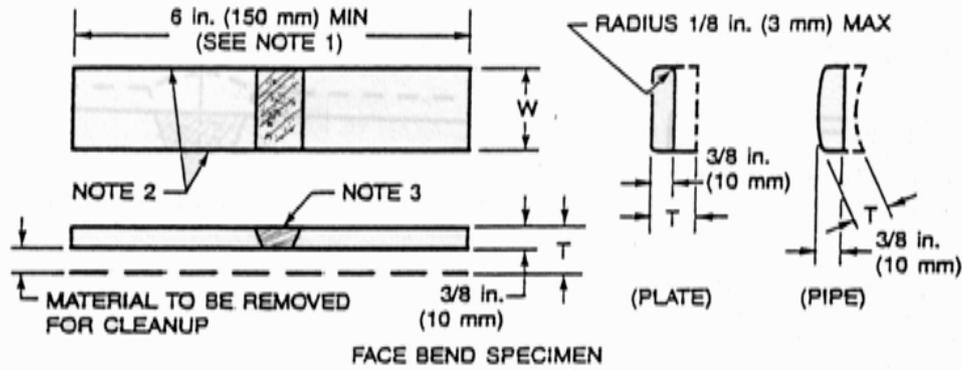


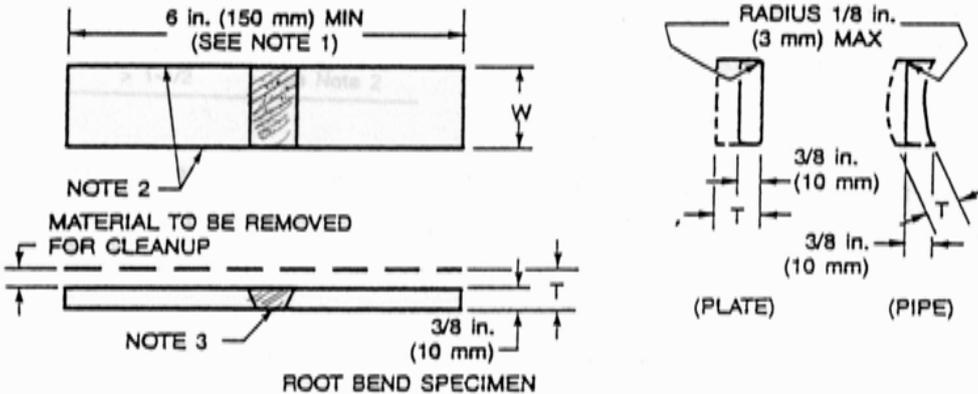
Figura 4.12N



(1) LONGITUDINAL BEND SPECIMEN



FACE BEND SPECIMEN



ROOT BEND SPECIMEN

(2) TRANSVERSE BEND SPECIMEN

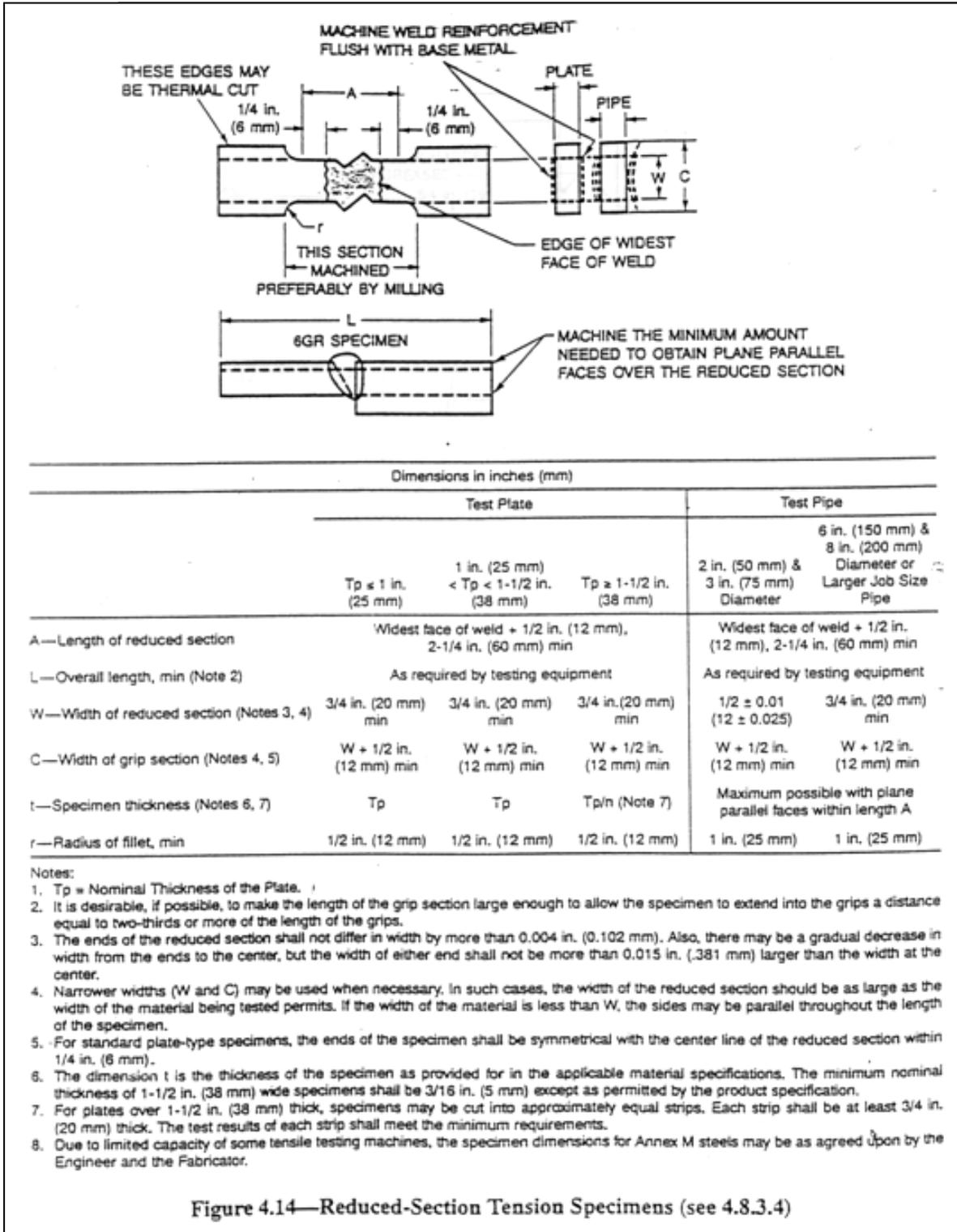
Dimensions	
Test Weldment	Test Specimen Width, W in. (mm)
Plate	1-1/2 (40)
Test pipe or tube ≤ 4 in. (100 mm) in diameter	1 (25)
Test pipe or tube > 4 in. (100 mm) in diameter	1-1/2 (40)

Notes:

1. A longer specimen length may be necessary when using a wraparound type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 90 ksi (620 MPa) or more.
2. These edges may be thermal-cut and may or may not be machined.
3. The weld reinforcement and backing, if any, shall be removed flush with the surface of the specimen (see 5.24.4.1 and 5.24.4.2). If a recessed backing is used, this surface may be machined to a depth not exceeding the depth of the recess to remove the backing; in such a case, the thickness of the finished specimen shall be that specified above. Cut surfaces shall be smooth and parallel.
4. T = plate or pipe thickness.
5. When the thickness of the test plate is less than 3/8 in. (10 mm), use the nominal thickness for face and root bends.

Figure 4.12—Face and Root Bend Specimens (see 4.8.3.1)

Figura 4.14N





**Tabla 6.1N**

Table 6.1 Visual Inspection Acceptance Criteria <sup>1</sup> (see 6.9)											
Discontinuity Category and Inspection Criteria	Statically Loaded Nontubular Connections	Cyclically Loaded Nontubular Connections	Tubular Connections (All Loads)								
<b>(1) Crack Prohibition</b> Any crack is unacceptable, regardless of size or location.	X	X	X								
<b>(2) Weld/Base-Metal Fusion</b> Thorough fusion shall exist between adjacent layers of weld metal and between weld metal and base metal.	X	X	X								
<b>(3) Crater Cross Section</b> All craters shall be filled to provide the specified weld size, except for the ends of intermittent fillet welds outside of their effective length.	X	X	X								
<b>(4) Weld Profiles</b> Weld profiles shall be in conformance with 5.24.	X	X	X								
<b>(5) Time of Inspection</b> Visual inspection of welds in all steels may begin immediately after the completed welds have cooled to ambient temperature. Acceptance criteria for ASTM A 514, A 517, and A 709 Grade 100 and 100 W steels shall be based on visual inspection performed not less than 48 hours after completion of the weld.	X	X	X								
<b>(6) Undersized Welds</b> The size of a fillet weld in any continuous weld may be less than the specified nominal size (L) without correction by the following amounts (U): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\frac{L}{\text{specified nominal weld size, in. (mm)}}</math></td> <td style="text-align: center;"><math>\frac{U}{\text{allowable decrease from L, in. (mm)}}</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/16</math> (5)</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/16</math> (2)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>1/4</math> (6)</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/32</math> (2.5)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\geq 5/16</math> (8)</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/8</math> (3)</td> </tr> </table> In all cases, the undersize portion of the shall not exceed 10% of the weld length. On web-to-flange welds on girders, no underrun is permitted at the ends for a length equal to twice the width of the flange.	$\frac{L}{\text{specified nominal weld size, in. (mm)}}$	$\frac{U}{\text{allowable decrease from L, in. (mm)}}$	$\leq 3/16$ (5)	$\leq 1/16$ (2)	$1/4$ (6)	$\leq 3/32$ (2.5)	$\geq 5/16$ (8)	$\leq 1/8$ (3)	X	X	X
$\frac{L}{\text{specified nominal weld size, in. (mm)}}$	$\frac{U}{\text{allowable decrease from L, in. (mm)}}$										
$\leq 3/16$ (5)	$\leq 1/16$ (2)										
$1/4$ (6)	$\leq 3/32$ (2.5)										
$\geq 5/16$ (8)	$\leq 1/8$ (3)										
<b>(7) Undercut</b> (A) For material less than 1 in. (25 mm) thick, undercut shall not exceed 1/32 in. (1 mm), except that a maximum 1/16 in. (2 mm) is permitted for an accumulated length of 2 in. (50 mm) in any 12 in. (300 mm). For material equal to or greater than 1 in. thick, undercut shall not exceed 1/16 in. (2 mm) for any length of weld. (B) In primary members, undercut shall be no more than 0.01 in. (0.25 mm) deep when the weld is transverse to tensile stress under any design loading condition. Undercut shall be no more than 1/32 in. (1 mm) deep for all other cases.	X	X	X								
<b>(8) Porosity</b> (A) Complete joint penetration groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no visible piping porosity. For all other groove welds and for fillet welds, the sum of the visible piping porosity 1/32 in. (1 mm) or greater in diameter shall not exceed 3/8 in. (10 mm) in any linear inch of weld and shall not exceed 3/4 in. (20 mm) in any 12 in. (300 mm) length of weld. (B) The frequency of piping porosity in fillet welds shall not exceed one in each 4 in. (100 mm) of weld length and the maximum diameter shall not exceed 3/32 in. (2.5 mm). Exception: for fillet welds connecting stiffeners to web, the sum of the diameters of piping porosity shall not exceed 3/8 in. (10 mm) in any linear inch of weld and shall not exceed 3/4 in. (20 mm) in any 12 in. (300 mm) length of weld. (C) Complete joint penetration groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no piping porosity. For all other groove welds, the frequency of piping porosity shall not exceed one in 4 in. (100 mm) of length and the maximum diameter shall not exceed 3/32 in. (2.5 mm).	X	X	X								

<sup>1</sup> An "X" indicates applicability for the connection type; a shaded area indicates non-applicability.

Tabla 6.4N

<b>Table 6.4 Hole-Type Image Quality Indicator (IQI) Requirements (see 6.17.1)</b>					
Nominal Material Thickness <sup>1</sup> Range, in.	Nominal Material Thickness <sup>1</sup> Range, mm	Source Side		Film Side <sup>2</sup>	
		Designation	Essential Hole	Designation	Essential Hole
Up to 0.25 incl.	Up to 6 incl.	10	4T	7	4T
Over 0.25 to 0.375	Over 6 through 10	12	4T	10	4T
Over 0.375 to 0.50	Over 10 through 12	15	4T	12	4T
Over 0.50 to 0.625	Over 12 through 16	15	4T	12	4T
Over 0.625 to 0.75	Over 16 through 20	17	4T	15	4T
Over 0.75 to 0.875	Over 20 through 22	20	4T	17	4T
Over 0.875 to 1.00	Over 22 through 25	20	4T	17	4T
Over 1.00 to 1.25	Over 25 through 32	25	4T	20	4T
Over 1.25 to 1.50	Over 32 through 38	30	2T	25	2T
Over 1.50 to 2.00	Over 38 through 50	35	2T	30	2T
Over 2.00 to 2.50	Over 50 through 65	40	2T	35	2T
Over 2.50 to 3.00	Over 65 through 75	45	2T	40	2T
Over 3.00 to 4.00	Over 75 through 100	50	2T	45	2T
Over 4.00 to 6.00	Over 100 through 150	60	2T	50	2T
Over 6.00 to 8.00	Over 150 through 200	80	2T	60	2T

Notes:  
 1. Single-wall radiographic thickness (for tubulars).  
 2) Applicable to tubular structures only.

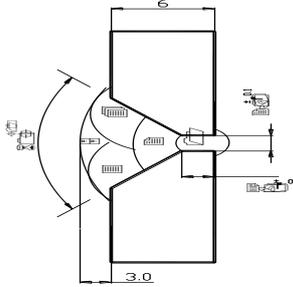
Tabla 4.7N

<b>Table 4.7</b>	
<b>Table 3.1 and Annex M Steels Qualified by PQR Steels (see 4.7.3)</b>	
PQR Base Metal <sup>1</sup>	WPS Base Metal Group Combinations Permitted by PQR
Any Group I Steel to Any Group I Steel	Any Group I Steel to Any Group I Steel
Any Group II Steel to Any Group II Steel	Any Group I Steel to Any Group I Steel Any Group II Steel to Any Group I Steel Any Group II Steel to Any Group II Steel
Any Specific Group III or Annex M Steel to Any Group I Steel	The Specific PQR Group III or Annex M Steel Tested to Any Group I Steel
Any Specific Group III or Annex M Steel to Any Group II Steel	The Specific PQR Group III or Annex M Steel Tested to Any Group I or Group II Steel
Any Group III Steel to the Same or Any Other Group III Steel  or Any Annex M Steel to the Same or Any Other Annex M Steel	Steels shall be of the same material specification, grade/type and minimum yield strength as the Steels listed in the PQR <sup>2</sup>
Any Combination of Group III and Annex M Steels	Only the Specific Combination of Steels listed in the PQR <sup>2</sup>
Any Unlisted Steel to Any Steel Listed in Table 3.1 or Annex M	Only the Specific Combination of Steels listed in the PQR
Notes: 1. Groups I through III are found in Table 3.1. 2. Reduction in yield strength with increased metal thickness where permitted by the steel specification.	

# **ANEXO 12**

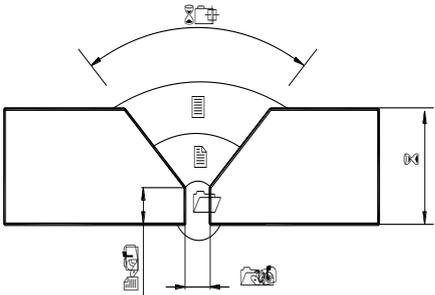
**WPS's y PQR's SEGÚN AWS D1.1**

ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

 		<b>Diseño de la junta</b> 					
<b>Nombre de compañía</b>		ECUAMATRIZ CIA. LTA.					
<b>WPS N°</b>		ESPEL.ECUAMATRIZ.002					
<b>Proceso de soldadura</b>		SMAW-MANUAL					
<b>PQR de soporte N°</b>		ESPEL.ECUAMATRIZ.102					
<b>Según norma</b>		AWS D1.1:2004					
<b>Junta Utilizada</b>	<b>Tipo de junta</b>	TOPE					
	<b>Tipo de soldadura</b>	RANURA V					
	<b>Cordón de respaldo</b>	si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>					
	<b>Preparar junta</b>	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>					
	<b>Método</b>	Oxicorte y amolado					
	<b>Angulo de ranura</b>	60° ± 10					
	<b>Cara de la raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm					
	<b>Abertura de raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm					
<b>Metal Base</b>	<b>Especificación</b>	ASTM A 36 (Grupo I)					
	<b>Califica</b>	Aceros de Grupo I					
	<b>Espesor</b>	6 mm					
	<b>Califica</b>	Desde 3.2 a 12 mm					
<b>Electrodo</b>	<b>Diámetro</b>	3.2 mm					
	<b>Clasificación AWS</b>	E6010 / E 7018					
	<b>Especificación</b>	AWS 5.1					
	<b>Casa Comercial</b>	WEST ARCO/AGA					
<b>Aplicación de Soldadura de estructuras</b>				<b>Característica eléctrica</b>	<b>Corriente:</b> DC <sup>-</sup> pase de raíz		
					DC <sup>+</sup> <input checked="" type="checkbox"/>		
					Otros pases.		
					<b>Técnica</b>	un pase <input type="checkbox"/> varios pases <input checked="" type="checkbox"/>	
				<b>Técnica de soldadura</b>	<b>Oscilación</b>	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	
					<b>Limpieza entre pases</b>	Pase de raíz amoladora Otros pases Grata	
<b>Método de ensamble</b>	Apuntalado						
<b>Precalen t.</b>	<b>Soldadura</b>	Un lado <input checked="" type="checkbox"/> Dos lados <input type="checkbox"/>					
	<b>Temperatura</b>	N/A					
		<b>Tiempo entre pases</b>	N/A				
<b>N° de pase</b>	<b>Metal de aporte</b>			<b>Tensión de trabajo</b>			<b>(Vel. de avance cm/min)</b>
	<b>Denominación AWS</b>	<b>Denominación Comercial</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Pol</b>	<b>Voltaje(v)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	
1	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>-</sup>	25-29	86-104	18-22
2	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	32-38	117-143	30-36
3	E 7018	B-10	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	30-34	90-110	31-37
4	E 7018	B-10	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	32-38	117-143	30-36
5	E 7018	B-10	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	30-34	90-110	31-37
<b>NOTAS:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar alineación de la junta</li> <li>• Asegurar la limpieza de las partes</li> </ul>							
<b>REALIZADO POR:</b>				<b>APROBADO POR:</b>			
Juan Montesdeoca Diego Zambrano				Ing. Fausto Acuña DIRECTOR DE TESIS DEPARTAMENTO DE SOLDADURA ESPEL			
<b>FECHA:</b> 17/03/2006				<b>FECHA:</b> 09/10/2006			

12.5 PQR No. ESPEL ECUAMATRIZ.103

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

 		<b>Diseño de la junta</b>				
<b>Nombre de compañía</b> ECUAMATRIZ CIA. LTA.						
<b>PQR N°</b> ESPEL.ECUAMATRIZ.103						
<b>Proceso de soldadura</b> SMAW-MANUAL						
<b>WPS N°</b> ESPEL.ECUAMATRIZ.003						
<b>Según norma</b> AWS D1.1: 2004						
<b>DATOS DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</b>		<b>TECNICA</b>				
<b>N° de soldadores</b> 1	<b>N° Pase</b>	<b>Amperaje (A)</b>	<b>Tensión de trabajo</b>	<b>Material de Aporte.</b>	<b>Vel. de avance (cm/min)</b>	
<b>Proceso</b> SMAW	1	75	<b>Pol</b> DC <sup>-</sup>	<b>(v)</b> 28	<b>Denominación AWS</b> E6010	12
<b>Posición de soldadura</b> 3G	2	115	DC <sup>+</sup>	34	E6010	27
<b>Número de pases</b> 3	3	100	DC <sup>+</sup>	23	E7018	34
<b>Tipo de junta</b> TOPE						
<b>Tipo de soldadura</b> RANURA-V	<b>RESULTADO DE PRUEBAS</b>					
<b>Angulo de ranura</b> 60°	Inspección Visual (tabla 6.1)					
<b>Cara de raíz</b> 2 mm	<b>Observaciones</b>		<b>Cumplimiento</b>			
<b>Abertura de raíz</b> 1.9 mm	No existe defectos		SI			
<b>Material base</b> ASTM A 36	Inspección Radiográfica					
<b>Espesor</b> 6 mm	<b>Placa N°</b>	<b>Observaciones</b>		<b>Cumplimiento</b>		
<b>Electrodo</b> E6010/E7018	VE3 1-2	No existen defectos		SI		
<b>Diámetro</b> 3.2 mm	VE3 2-3	1 poro de 1.5 mm		SI		
<b>Aplicación de Soldadura de estructuras</b>	<b>Pruebas de Tensión</b>					
	<b>Probeta N°</b>	<b>Carga última a la tensión (Kg)</b>	<b>Esfuerzo último (Mpa)</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Cumplimiento</b>	
	T1 3G	8387.7	383	Ruptura fuera del cordón	SI	
T2 3G	8278.2	378	Ruptura fuera del cordón	SI		
<b>NOTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar alineación de la junta</li> <li>▪ Asegurar limpieza de las partes</li> </ul>	<b>Pruebas de Doblado</b>					
	<b>Probeta N°</b>	<b>Tipo de doblado</b>	<b>Observaciones</b>		<b>Cumplimiento</b>	
	DC1 3G	Cara	Ausencia de defectos en zona de doblado		SI	
	DR1 3G	Raíz	Ausencia de defectos en zona de doblado		SI	
	DC2 3G	Cara	Ausencia de defectos en zona de doblado		SI	
DR2 3G	Raíz	Ausencia de defectos en zona de doblado		SI		
<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN</b>						
<b>Proceso</b>	SMAW-MANUAL					
<b>Posición</b>	Soldadura de ranura en CJP y PJP en posición plana. Soldadura de filete en posición plana					
<b>Metal Base</b>	Acero del grupo I con acero del grupo I					
<b>Espesor de metal base</b>	3.2 mm a 12 mm					
<b>Diámetro del electrodo</b>	3.2mm					
<b>Corriente y polaridad</b>	90-120 A DC <sup>-</sup> pase de raíz, DC <sup>+</sup> pase en caliente/ 100-140 A DC <sup>+</sup>					
<b>Voltaje</b>	28-34± 7% / 23 ± 7%					
<b>Cordón de respaldo</b>	Con o sin cordón de respaldo					
<b>Soldador:</b> Carlos Ortiz	<b>Prueba conducida por:</b> J. Montesdeoca , D. Zambrano			<b>Fecha:</b> 17/09/2006		

Certificamos que los resultados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas, y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección 4 del código AWS D1.1 – 2004 Structural Welding Code – Steel.

Realizado por:

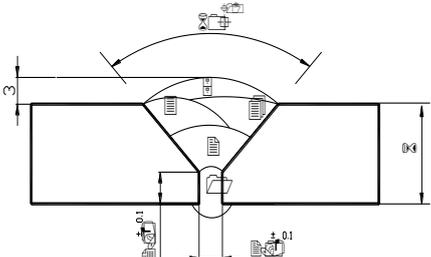
Revisado por:

Fecha: 09/10/2006

J. Montesdeoca/D. Zambrano

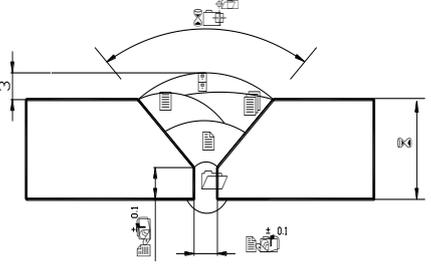
Ing. Fausto Acuña  
DIRECTOR DE TESIS  
DEPARTAMENTO DE SOLDADURA-EPEL

## 12.2 WPS No. ESPEL.ECUAMATRIZ.004

ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA							
				<b>Diseño de la junta</b> 			
				<b>Nombre de compañía</b> ECUAMATRIZ CIA. LTA. <b>WPS N°</b> ESPEL.ECUAMATRIZ.001 <b>Proceso de soldadura</b> SMAW-MANUAL <b>PQR de soporte N°</b> ESPEL.ECUAMATRIZ.103 <b>Según norma</b> AWS D1.1:2004			
<b>Junta Utilizada</b>	<b>Tipo de junta</b>	TOPE		<b>Posición</b>	Tope 3 G en placa		
	<b>Tipo de soldadura</b>	RANURA V			Califica horizontal y vertical.		
	<b>Cordón de respaldo</b>	si <input type="checkbox"/>	no <input checked="" type="checkbox"/>				
	<b>Preparar junta</b>	si <input checked="" type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>				
	<b>Método</b>	Oxicorte y amolado		<b>Característica eléctrica</b>	Corriente: DC <sup>-</sup> pase de raíz		
	<b>Angulo de ranura</b>	60° ± 10			CA <input type="checkbox"/> DC <sup>+</sup> <input checked="" type="checkbox"/>		
	<b>Cara de la raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm			DC <sup>-</sup> <input type="checkbox"/>		
	<b>Abertura de raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm					
<b>Limpieza</b>	Limpiar las superficies antes de soldar		<b>Técnica de soldadura</b>	<b>Técnica</b>	un pase <input type="checkbox"/> varios pases <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Especificación</b>	ASTM A 36 (Grupo I)			<b>Oscilación</b>	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>		
<b>Califica</b>	Aceros del Grupo I			<b>Limpieza entre pases</b>	Pase de raíz con amoladora Otros pases: Grata		
<b>Espesor</b>	6 mm			<b>Método de ensamble</b>	Apuntalado		
<b>Metal Base</b>	<b>Califica</b>	Desde 3.2 a 12 mm		<b>Precaent.</b>	<b>Soldadura</b>	Un lado <input checked="" type="checkbox"/> Dos lados <input type="checkbox"/>	
	<b>Espesor</b>	6 mm			<b>Temperatura</b>	N/A	
	<b>Califica</b>	Desde 3.2 a 12 mm			<b>Tiempo entre pases</b>	N/A	
<b>Electrodo</b>	<b>Diámetro</b>	3.2 mm		<b>Aplicación de Soldadura de estructuras</b>			
	<b>Clasificación AWS</b>	E6010 / E 7018					
	<b>Especificación</b>	AWS 5.1					
	<b>Casa Comercial</b>	WEST ARCO/AGA					
<b>N° de pase</b>	<b>Metal de aporte</b>			<b>Tensión de trabajo</b>			<b>(Vel. de avance cm/min)</b>
	<b>Denominación AWS</b>	<b>Denominación Comercial</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Pol</b>	<b>Voltaje(v)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	
1	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>-</sup>	26-30	70-80	11-13
2	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	32-36	104-126	25-29

3	E 7018	B-10	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	22-24	90-110	31-37
<b>NOTAS:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar alineación de la junta</li> <li>• Asegurar la limpieza de las partes</li> </ul>							
<b>REALIZADO POR:</b>				<b>APROBADO POR:</b>			
Juan Montesdeoca Diego Zambrano				Ing. Fausto Acuña DIRECTOR DE TESIS DEPARTAMENTO DE SOLDADURA ESPEL			
<b>FECHA:</b> 17/03/2006				<b>FECHA:</b> 09/10/2006			

## 12.2 WPS No. ESPEL.ECUAMATRIZ.004

<i>ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</i>							
				<b>Diseño de la junta</b> 			
<b>Nombre de compañía</b>		ECUAMATRIZ CIA. LTA.					
<b>WPS N°</b>		ESPEL.ECUAMATRIZ.001					
<b>Proceso de soldadura</b>		SMAW-MANUAL					
<b>PQR de soporte N°</b>		ESPEL.ECUAMATRIZ.103					
<b>Según norma</b>		AWS D1.1:2004					
<b>Junta Utilizada</b>	<b>Tipo de junta</b>	TOPE					
	<b>Tipo de soldadura</b>	RANURA V					
	<b>Cordón de respaldo</b>	si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>					
	<b>Preparar junta</b>	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>					
	<b>Método</b>	Oxicorte y amolado					
	<b>Angulo de ranura</b>	60° ± 10					
	<b>Cara de la raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm					
	<b>Abertura de raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm					
<b>Metal Base</b>	<b>Especificación</b>	ASTM A 36 (Grupo I)					
	<b>Califica</b>	Aceros del Grupo I					
	<b>Espesor</b>	6 mm					
	<b>Califica</b>	Desde 3.2 a 12 mm					
<b>Electrodo</b>	<b>Diámetro</b>	3.2 mm					
	<b>Clasificación AWS</b>	E6010 / E 7018					
	<b>Especificación</b>	AWS 5.1					
	<b>Casa Comercial</b>	WEST ARCO/AGA					
<b>Aplicación de Soldadura de estructuras</b>							
<b>Técnica de soldadura</b>	<b>Técnica</b>	un pase <input type="checkbox"/> varios pases <input checked="" type="checkbox"/>					
	<b>Oscilación</b>	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>					
	<b>Limpieza entre pases</b>	Pase de raíz con amoladora Otros pases: Grata					
	<b>Método de ensamble</b>	Apuntalado					
<b>Precaent.</b>	<b>Soldadura</b>	Un lado <input checked="" type="checkbox"/> Dos lados <input type="checkbox"/>					
	<b>Temperatura</b>	N/A					
<b>Precaent.</b>	<b>Tiempo entre pases</b>	N/A					
	<b>Temperatura</b>	N/A					
<b>N° de</b>	<b>Metal de aporte</b>		<b>Tensión de trabajo</b>			<b>(Vel. de avance cm/min)</b>	
	<b>Denominación</b>	<b>Diámetro</b>					

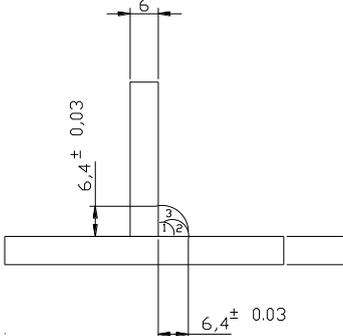
pase	AWS	Comercial	(mm)	Pol	Voltaje(v)	Amperaje (A)	
1	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>-</sup>	26-30	70-80	11-13
2	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	32-36	104-126	25-29
3	E 7018	B-10	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	22-24	90-110	31-37

**NOTAS:**

- Verificar alineación de la junta
- Asegurar la limpieza de las partes

<b>REALIZADO POR:</b>  Juan Montesdeoca Diego Zambrano	<b>APROBADO POR:</b>  Ing. Fausto Acuña DIRECTOR DE TESIS DEPARTAMENTO DE SOLDADURA ESPEL
<b>FECHA:</b> 17/03/2006	<b>FECHA:</b> 09/10/2006

## 12.4 WPS No. ESPEL.ECUAMATRIZ.004

<i>ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA</i>				
		<b>Diseño de la junta</b> 		
<b>Nombre de compañía</b>	ECUAMATRIZ CIA. LTA.			
<b>WPS N°</b>	ESPEL.ECUAMATRIZ.004			
<b>Proceso de soldadura</b>	SMAW-MANUAL			
<b>PQR de soporte N°</b>	ESPEL.ECUAMATRIZ.103			
<b>Según norma</b>	AWS D1.1:2004			
<b>Junta Utilizada</b>	<b>Tipo de junta</b>	JUNTA EN "T"	<b>Posición</b>	<b>Tope</b> 3 F en placa
	<b>Tipo de soldadura</b>	FILETE		Califica horizontal y vertical.
	<b>Cordón de respaldo</b>	si <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>		
	<b>Preparar junta</b>	si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>		
<b>Junta Utilizada</b>	<b>Método</b>	Oxicorte y amolado	<b>Característica eléctrica</b>	
	<b>Angulo de ranura</b>	60° ± 10		CA <input type="checkbox"/> DC <sup>+</sup> <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Cara de la raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm		DC <sup>-</sup> <input type="checkbox"/>
	<b>Abertura de raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm		
<b>Metal Base</b>	<b>Especificación</b>	ASTM A 36 (Grupo I)	<b>Técnica de soldadura</b>	<b>Técnica</b> un pase <input type="checkbox"/> varios pases <input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Califica</b>	Aceros del Grupo I		<b>Oscilación</b> si <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>
	<b>Espesor</b>	6 mm		<b>Limpieza entre pases</b> Pase de raíz con amoladora Otros pases: Grata
<b>Electrodo</b>	<b>Califica</b>	Desde 3.2 a 12 mm	<b>Método de ensamble</b>	Apuntalado
	<b>Diámetro</b>	3.2 mm		<b>Soldadura</b> Un lado <input checked="" type="checkbox"/> Dos lados <input type="checkbox"/>
	<b>Clasificación AWS</b>	E6010 / E 7018		
	<b>Especificación</b>	AWS 5.1		
	<b>Casa Comercial</b>	WEST ARCO/AGA		
<b>Aplicación de Soldadura de estructuras</b>				

				Prealent.	<b>Temperatura</b>		N/A
					<b>Tiempo entre pases</b>		N/A
Nº de pase	Metal de aporte			Tensión de trabajo			(Vel. de avance cm/min)
	Denominación AWS	Denominación Comercial	Diámetro (mm)	Pol	Voltaje(v)	Amperaje (A)	
1	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>-</sup>	26-30	70-80	11-13
2	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	32-36	104-126	25-29
3	E 7018	B-10	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	22-24	90-110	31-37
<b>NOTAS:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar alineación de la junta</li> <li>• Asegurar la limpieza de las partes</li> </ul>							
<b>REALIZADO POR:</b>				<b>APROBADO POR:</b>			
Juan Montesdeoca Diego Zambrano				Ing. Fausto Acuña DIRECTOR DE TESIS DEPARTAMENTO DE SOLDADURA ESPEL			
<b>FECHA:</b> 17/03/2006				<b>FECHA:</b> 09/10/2006			

**Table 4.1**  
**WPS Qualification—Production Welding Positions Qualified by Plate, Pipe, and Box Tube Tests (see 4.3)**

Qualification Test	Production Plate Welding Qualified					Production Pipe Welding Qualified					Production Box Tube Welding Qualified					
	Weld Type	Positions	Groove CJP	Groove PJP	Fillet <sup>9</sup>	Butt-Groove		T-, Y-, K-Groove			Fillet <sup>9</sup>	Butt-Groove		T-, Y-, K-Groove		Fillet <sup>9</sup>
						CJP	PJP	CJP	PJP	CJP		PJP	CJP	PJP		
P L A T E	CJP Groove <sup>1</sup>	1G <sup>2</sup>	F	F	F	F	F			F	F	F	F			F
		2G <sup>2</sup>	F, H	F, H	F, H	F, H	F, H			F, H	F, H	F, H	F, H			F, H
		3G <sup>2</sup>	V	V	V	V	V			V	V	V	V			V
		4G <sup>2</sup>	OH	OH	OH	OH	OH			OH	OH	OH	OH			OH
T U B U L A R	CJP Groove	1F Rotated			F					F						F
		2F			F, H					F, H						F, H
		4F			F, H					F, H						F, H
		5F			F, H, OH					F, H, OH						F, H, OH
		1G Rotated	F	F	F	F <sup>3</sup>	F		F	F	F <sup>3</sup>	F		F	F	
		2G	F, H	F, H	F, H	(F, H) <sup>3</sup>	F, H		F, H	F, H	(F, H) <sup>3</sup>	F, H		F, H	F, H	
		5G	F, V, OH	F, V, OH	F, V, OH	(F, V, OH) <sup>3</sup>	F, V, OH		F, V, OH	F, V, OH	(F, V, OH) <sup>3</sup>	F, V, OH		F, V, OH	F, V, OH	
		(2G + 5G)	All	All	All	All <sup>3</sup>	All	All <sup>5</sup>	All <sup>7</sup>	All	All <sup>3</sup>	All	All <sup>6</sup>	All <sup>7, 8</sup>	All	
		6G	All	All	All	All <sup>3</sup>	All	All <sup>5</sup>	All <sup>7</sup>	All	All <sup>3</sup>	All	All <sup>6</sup>	All <sup>7, 8</sup>	All	
		6GR	All <sup>4</sup>	All	All	All <sup>4</sup>	All	All <sup>5</sup>	All	All	All <sup>3</sup>	All	All <sup>6</sup>	All <sup>7, 8</sup>	All	
		1F Rotated			F					F					F	
		2F Rotated			F, H					F, H					F, H	
		4F			F, H					F, H					F, H	
		5F			F, H, OH					F, H, OH					F, H, OH	
		Plug/Slot	Qualifies Plug/Slot Welding for Only the Positions Tested													

CJP—Complete Joint Penetration

PJP—Partial Joint Penetration

(R)—Restriction

Notes:

1. Qualifies for a welding axis with an essentially straight line, including welding along a line parallel to the axis of circular pipe.
2. Qualifies for circumferential welds in pipes equal to or greater than 24 in. (600 mm) nominal outer diameter.
3. Production butt joint details without backing or backgouging require qualification testing of the joint detail shown in Figure 4.24.
4. Limited to prequalified joint details. See 3.12 or 3.13.
5. For production joints of CJP T-, Y-, and K-connections that conform to either Figure 3.8, 3.9, or 3.10 and Table 3.6, use Figure 4.27 detail for testing. For other production joints, see 4.12.4.1.
6. For production joints of CJP T-, Y-, and K-connections that conform to Figure 3.6, and Table 3.6, use Figure 4.27 and 4.28 detail for testing, or, alternatively, test the Figure 4.27 joint and cut macroetch specimens from the corner locations shown in Figure 4.28. For other production joints, see 4.12.4.1.
7. For production joints of PJP T-, Y-, and K-connections that conform to Figure 3.5, use either the Figure 4.24 or Figure 4.25 detail for testing.
8. For matched box connections with corner radii less than twice the chord member thickness, see 3.12.4.1.
9. Fillet welds in production T-, Y-, or K-connections shall conform to Figure 3.2. WPS qualification shall conform to 4.11.

**Table 4.8  
Weilder Qualification—Production Welding Positions Qualified by Plate, Pipe, and Box Tube Tests (see 4.16.1.1)**

Qualification Test		Production Plate Welding Qualified			Production Pipe Welding Qualified				Production Box Tube Welding Qualified				
Weld Type	Positions <sup>2</sup>	Groove		Filllet	Butt-Groove		T, Y, K-Groove		Filllet	Butt-Groove		T, Y, K-Groove	
		CJP	PJP	Fillet	CJP	PJP	CJP	PJP	Fillet	CJP	PJP	CJP	PJP
Groove <sup>3</sup>	1G	F	F	F, H, V, OH	F	F, H, V, OH	F	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F	F, H, V, OH	F	F, H, V, OH
	2G	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH
	3G	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH
	4G	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH
Fillet	3G + 4G	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All
	1F			F					F				F
	2F			F, H, V, OH					F, H, V, OH				F, H, V, OH
	3F + 4F			F, H, V, OH					F, H, V, OH				F, H, V, OH
Plug	IG Rotated	F	F	F, H, V, OH	F	F, H, V, OH	F	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F	F, H, V, OH	F	F, H, V, OH
	2G	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH	F, H, V, OH
	5G	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All
	6G	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All
Groove <sup>3</sup> (Pipe or Box)	2G + 5G	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All
	Note 10			Note 9					Note 9				Note 9
	6GR (Fig. 4.27)	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All
	6GR (Fig. 4.27 & 4.28)	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All	All
Pipe Fillet	1F Rotated			F					F				F
	2F			F, H, V, OH					F, H, V, OH				F, H, V, OH
	4F			F, H, V, OH					F, H, V, OH				F, H, V, OH
	5F			All					All				All

CJP—Complete Joint Penetration; PJP—Partial Joint Penetration; (R)—Restriction

Notes (Notes shown at the bottom of a column box apply to all entries):

1. Not applicable for welding operator qualification (see Table 4.10).
2. See Figures 4.3, 4.4, 4.5, and 4.6.
3. Groove Weld qualification also qualifies plug and slot welds for the test positions indicated.
4. Only qualified for pipe over 24 in. (600 mm) in diameter with backing, backgouging, or both.
5. Not qualified for joints welded from one side without backing, or welded from two sides without backgouging.
6. Not qualified for welds having groove angles less than 30° (see 4.12.4.2).
7. Qualification using box tubing (Figure 4.27) also qualifies welding pipe over 24 in. (600 mm) in diameter.
8. Pipe end box tubing is required for the 6GR qualification (Figure 4.27). If box tubing is used per Figure 4.27, the macroetch test may be performed on the corners of the test specimen (similar to Figure 4.28).
9. See 4.25 and 4.28 for dihedral angle restrictions for plate joints and tubular T, Y, K-connections.
10. Qualification for welding production joints without backing or backgouging requires using the Figure 4.24 joint detail. For welding production joints with backing or backgouging, either the Figure 4.24 or Figure 4.25 joint detail can be used for qualification.

**Table 4.9**  
**Welder and Welding Operator Qualification—Number and Type of Specimens and Range of Thickness and Diameter Qualified (Dimensions in inches) (see 4.18.2.1)**

(1) Test on Plate		Number of Specimens <sup>1</sup>					Qualified Dimensions	
Production Groove or Plug Welds		Face Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.12)	Root Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.12)	Side Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.13)	Macro-etch	Nominal Plate, Pipe or Tube Thickness Qualified, in.		
Type of Test Weld (Applicable Figures)	Nominal Thickness of Test Plate (T) in.					Min	Max	
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	3/8	1	1	—	—	1/8	3/4 max <sup>3</sup>	
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	3/8 < T < 1	—	—	2	—	1/8	2T max <sup>3</sup>	
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	1 or over	—	—	2	—	1/8	Unlimited <sup>3</sup>	
Plug (Fig. 4.37)	3/8	—	—	—	2	1/8	Unlimited	

Production Fillet Welds (T-joint and Skewed)		Number of Specimens <sup>1</sup>					Qualified Dimensions		Dihedral Angles Qualified <sup>7</sup>	
Type of Test Weld (Applicable Figures)	Nominal Test Plate Thickness, T, in.	Fillet Weld Break	Macro-etch	Side Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Nominal Plate Thickness Qualified, in.		Min	Max
							Min	Max		
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	3/8	—	—	—	1	1	1/8	Unlimited	30°	Unlimited
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	3/8 < T < 1	—	—	2	—	—	1/8	Unlimited	30°	Unlimited
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	≥ 1	—	—	2	—	—	1/8	Unlimited	30°	Unlimited
Fillet Option 1 (Fig. 4.36)	1/2	1	1	—	—	—	1/8	Unlimited	60°	135°
Fillet Option 2 (Fig. 4.32)	3/8	—	—	—	2	—	1/8	Unlimited	60°	135°
Fillet Option 3 (Fig. 4.20) [Any diam. pipe]	> 1/8	—	1	—	—	—	1/8	Unlimited	30°	Unlimited

(2) Tests on Pipe or Tubing <sup>5</sup>			Number of Specimens <sup>1</sup>						Nominal Pipe or Tube Size Qualified, in.		Nominal Plate, Pipe or Tube Wall Thickness <sup>3</sup> Qualified, in.	
Production GJP Groove Butt Joints			1G and 2G Positions Only			5G, 6G and 6GR Positions Only			Min	Max	Min	Max
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, in.	Nominal Test Thickness, in.	Face Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Side Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Side Bend <sup>2</sup>				
Groove	≤ 4	Unlimited	1	1	—	2	2	—	3/4	4	1/8	3/4
Groove	> 4	< 3/8	1	1	—	2	2	—	Note 4	Unlimited	1/8	3/4
Groove	> 4	≥ 3/8	—	—	2	—	—	4	Note 4	Unlimited	3/16	Unlimited

(continued)

**Table 4.9 (Continued)**

(2) Test on Pipe or Tubing <sup>3</sup> (cont'd)		Qualified Dimensions									
Production T-, Y-, or K-Connection CJP Groove Welds		Number of Specimens <sup>1</sup>			Nominal Pipe or Tube Size Qualified, in.		Nominal Wall or Plate Thickness <sup>3</sup> Qualified, in.		Dihedral Angles Qualified <sup>7</sup>		
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, in.	Nominal Test Thickness, in.	Side Bend <sup>2</sup>	Macro-etch	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Pipe Groove	≥ 6 O.D.	≥ 1/2	4	—	4	Unlimited	3/16	Unlimited	30°	Unlimited	
Box Groove	Unlimited	≥ 1/2	4	4	Unlimited (Box only)	Unlimited (Box only)	3/16	Unlimited	30°	Unlimited	

Production T-, Y-, or K-Connection Fillet Welds			Number of Specimens <sup>1</sup>				Qualified Dimensions					
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, D	Nominal Test Thickness, in.	Fillet Weld Break	Macro-etch	Root Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Nominal Pipe or Tube Size Qualified, in.		Nominal Wall or Plate Thickness Qualified		Dihedral Angles Qualified <sup>7</sup>	
							Min	Max	Min	Max	Min	Max
5G position (Groove)	Unlimited	≥ 1/8	—	—	2	2	Note 4	Unlimited	1/8 (Note 3)	Unlimited (Note 3)	30°	Unlimited
Option 1— Fillet (Fig. 4.36) <sup>6</sup>	—	≥ 1/2	1	1	—	—	24	Unlimited	1/8	Unlimited	60°	Unlimited
Option 2— Fillet (Fig. 4.32) <sup>6</sup>	—	3/8	—	—	2	—	24	Unlimited	1/8	Unlimited	60°	Unlimited
Option 3— Fillet (Fig. 4.20)	Unlimited	≥ 1/8	—	1	—	—	D	Unlimited	1/8	Unlimited	30°	Unlimited

**(3) Tests on Electroslag and Electrogas Welding**

Production Plate Groove Welds		Number of Specimens <sup>1</sup>	Nominal Plate Thickness Qualified, in.	
Type of Test Weld	Nominal Plate Thickness Tested, T, in.	Side Bend <sup>2</sup> (see Fig. 4.13)	Min	Max
Groove (Fig. 4.35)	< 1-1/2	2	1/8	T
	1-1/2	2	1/8	Unlimited

**Notes:**

1. All welds shall be visually inspected (see 4.30.1). One test pipe, plate or tubing is required for each position tested, unless otherwise noted.
2. Radiographic examination of the test plate, pipe or tubing may be made in lieu of the bend tests (see 4.19.1.1).
3. Also qualifies for welding any fillet or PJW weld size on any thickness of plate, pipe or tubing.
4. The minimum pipe size qualified shall be 1/2 the test diameter or 4 in., whichever is greater.
5. See Table 4.8 for appropriate groove details.
6. Two plates required, each subject to the test specimen requirements described. One plate shall be welded in the 3F position and the other in the 4F position.
7. For dihedral angles < 30°, see 4.26.1.

**Table 4.9 (Continued)**  
**Welder and Welding Operator Qualification—Number and Type of Specimens and Range of Thickness and Diameter Qualified (Dimensions In millimeters) (see 4.18.2.1)**

(1) Test on Plate			Number of Specimens <sup>1</sup>				Qualified Dimensions					
Production Groove or Plug Welds			Face Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.12)	Root Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.12)	Side Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.13)	Macro-etch	Nominal Plate, Pipe or Tube Thickness Qualified, mm					
Type of Test Weld (Applicable Figures)	Nominal Thickness of Test Plate, T, mm	Min					Max					
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	10	1	1	—	—	3	20 max <sup>3</sup>					
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	10 < T < 25	—	—	2	—	3	2T max <sup>3</sup>					
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	25 or over	—	—	2	—	3	Unlimited <sup>3</sup>					
Plug (Fig. 4.37)	10	—	—	—	2	3	Unlimited					
Production Fillet Welds (T-joint and Skewed)			Number of Specimens <sup>1</sup>				Qualified Dimensions		Dihedral Angles Qualified <sup>2</sup>			
Type of Test Weld (Applicable Figures)	Nominal Test Plate Thickness, T, mm	Fillet Weld Break	Macro-etch	Side Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Nominal Plate Thickness Qualified, mm		Dihedral Angles Qualified <sup>2</sup>			
							Min	Max	Min	Max		
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	10	—	—	—	1	1	3	Unlimited	30°	Unlimited		
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	10 < T < 25	—	—	2	—	—	3	Unlimited	30°	Unlimited		
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	≥ 25	—	—	2	—	—	3	Unlimited	30°	Unlimited		
Fillet Option 1 (Fig. 4.36)	12	1	1	—	—	—	3	Unlimited	60°	135°		
Fillet Option 2 (Fig. 4.32)	10	—	—	—	2	—	3	Unlimited	60°	135°		
Fillet Option 3 (Fig. 4.20) [Any diam. pipe]	> 3	—	1	—	—	—	3	Unlimited	30°	Unlimited		
(2) Tests on Pipe or Tubing <sup>5</sup>			Number of Specimens <sup>1</sup>						Nominal Pipe or Tube Size Qualified, mm		Nominal Plate, Pipe or Tube Wall Thickness <sup>3</sup> Qualified, mm	
Production CJP Groove Butt Joints			1G and 2G Positions Only			5G, 6G and 6GR Positions Only			Nominal Pipe or Tube Size Qualified, mm		Nominal Plate, Pipe or Tube Wall Thickness <sup>3</sup> Qualified, mm	
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, mm	Nominal Test Thickness, mm	Face Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Side Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Side Bend <sup>2</sup>	Min	Max	Min	Max
Groove	≤ 100	Unlimited	1	1	—	2	2	—	20	100	3	20
Groove	> 100	< 10	1	1	—	2	2	—	Note 4	Unlimited	3	20
Groove	> 100	≥ 10	—	—	2	—	—	4	Note 4	Unlimited	5	Unlimited

(continued)

**Table 4.9 (Continued)**

(2) Test on Pipe or Tubing<sup>5</sup> (cont'd)

Production T-, Y-, or K-Connection CJP Groove Welds			Number of Specimens <sup>1</sup>		Qualified Dimensions					
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, mm	Nominal Test Thickness, mm	Side Bend <sup>2</sup>	Macro-etch	Nominal Pipe or Tube Size Qualified, mm		Nominal Wall or Plate Thickness <sup>3</sup> Qualified, mm		Dihedral Angles Qualified <sup>7</sup>	
					Min	Max	Min	Max	Min	Max
Pipe Groove	≥ 150 O.D.	≥ 12	4	—	100	Unlimited	5	Unlimited	30°	Unlimited
Box Groove	Unlimited	≥ 12	4	4	Unlimited (Box only)	Unlimited (Box only)	5	Unlimited	30°	Unlimited

Production T-, Y-, or K-Connection Fillet Welds			Number of Specimens <sup>1</sup>				Qualified Dimensions					
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, D	Nominal Test Thickness, mm	Fillet Weld Break	Macro-etch	Root Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Nominal Pipe or Tube Size Qualified, mm		Nominal Wall or Plate Thickness Qualified, mm		Dihedral Angles Qualified <sup>7</sup>	
							Min	Max	Min	Max	Min	Max
5G position (Groove)	Unlimited	≥ 3	—	—	2	2	Note 4	Unlimited	3 (Note 3)	Unlimited (Note 3)	30°	Unlimited
Option 1— Fillet (Fig. 4.36) <sup>a</sup>	—	≥ 12	1	1	—	—	600	Unlimited	3	Unlimited	60°	Unlimited
Option 2— Fillet (Fig. 4.32) <sup>a</sup>	—	10	—	—	2	—	600	Unlimited	3	Unlimited	60°	Unlimited
Option 3— Fillet (Fig. 4.20)	Unlimited	≥ 3	—	1	—	—	D	Unlimited	3	Unlimited	30°	Unlimited

(3) Tests on Electroslag and Electrogas Welding

Production Plate Groove Welds		Number of Specimens <sup>1</sup>		Nominal Plate Thickness Qualified, mm	
Type of Test Weld	Nominal Plate Thickness Tested, T, mm	Side Bend <sup>2</sup> (see Fig. 4.13)		Min	Max
Groove (Fig. 4.35)	< 38	2		3	T
	38	2		3	Unlimited

Notes:

- All welds shall be visually inspected (see 4.30.1). One test pipe, plate or tubing is required for each position tested, unless otherwise noted.
- Radiographic examination of the test plate, pipe or tubing may be made in lieu of the bend tests (see 4.19.1.1).
- Also qualifies for welding any fillet or FIP weld size on any thickness of plate, pipe or tubing.
- The minimum pipe size qualified shall be 1/2 the test diameter or 100 mm, whichever is greater.
- See Table 4.8 for appropriate groove details.
- Two plates required, each subject to the test specimen requirements described. One plate shall be welded in the 3F position and the other in the 4F position.
- For dihedral angles < 30°, see 4.26.1.

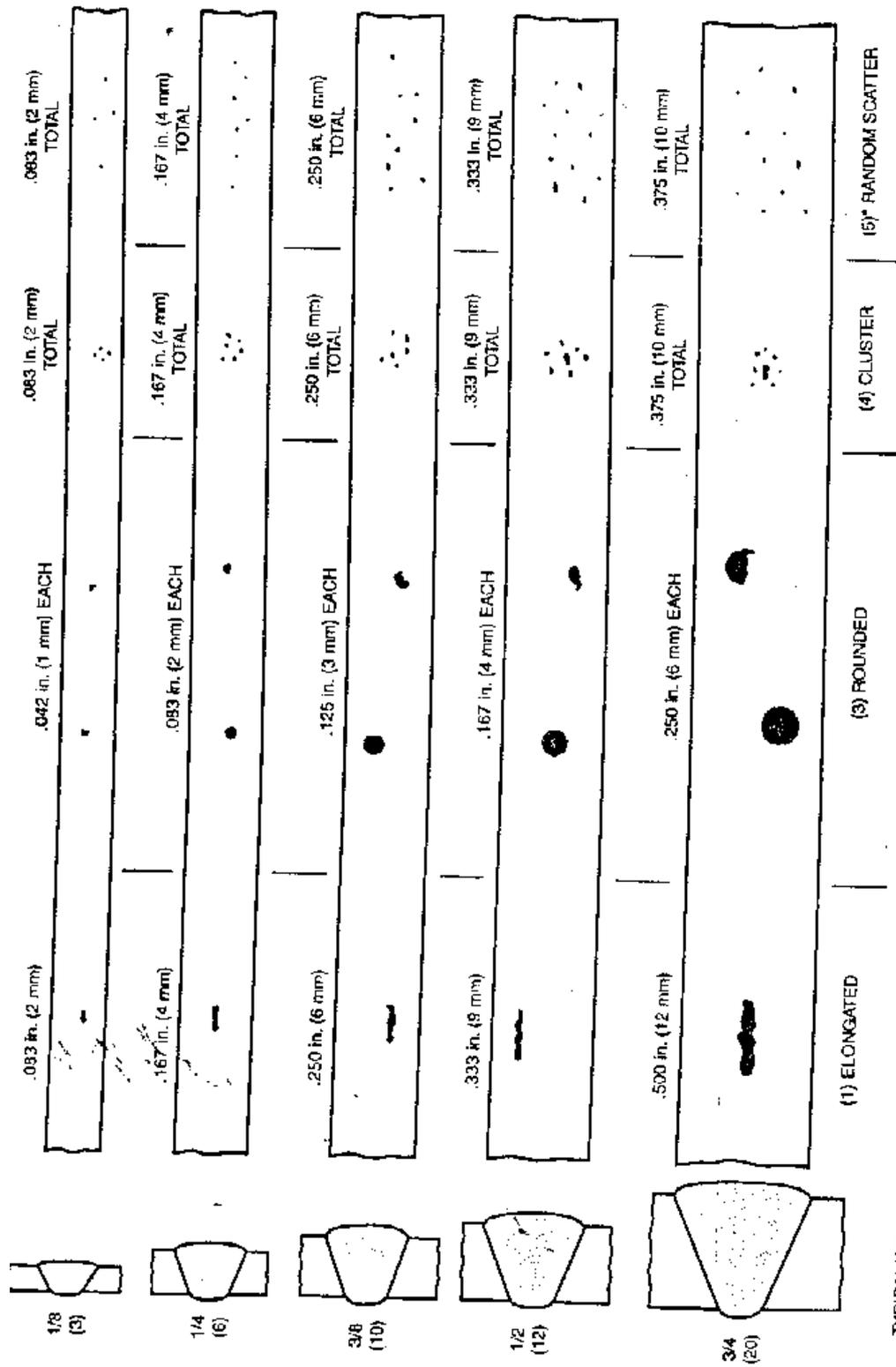
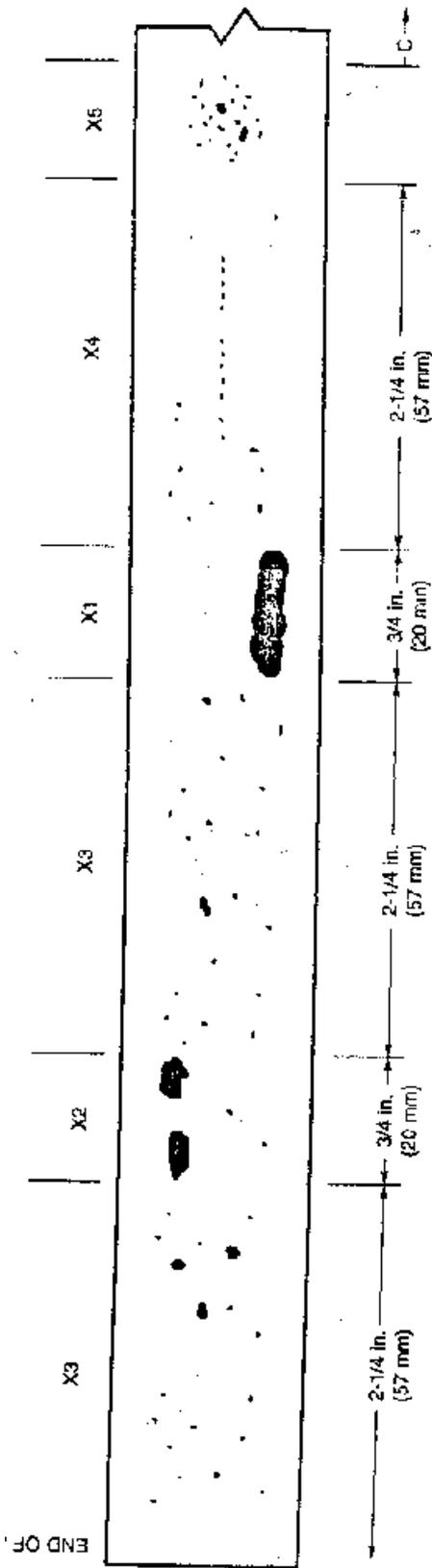


Figure 6.2—Maximum Acceptable Radiographic Images Per 6.12.3.1 (see 6.12.1.2 and 6.12.3.2)



Notes:

1. C—Minimum clearance allowed between edges of discontinuities 3/32 in. (2.5 mm) or larger (per Figure 6.6). Larger of adjacent discontinuities governs.
2. X1—Largest permissible elongated discontinuity for 1-1/8 in. (30 mm) joint thickness (see Figure 6.6).
3. X2—Multiple discontinuities within a length permitted by Figure 6.6 may be handled as a single discontinuity.
4. X3—X4—Rounded-type discontinuity less than 3/32 in. (2.5 mm).
5. X5—Rounded-type discontinuities in a cluster. Such a cluster having a maximum of 3/4 in. (20 mm) for all pores in the cluster shall be treated as requiring the same clearance as a 3/4 in. long discontinuity of Figure 6.6.

Interpretation: Rounded and elongated discontinuities are acceptable as shown. All are within the size limits and the minimum clearance allowed between discontinuities or the end of a weld joint.

Figure 6.3—For Radiography of Tubular Joints 1-1/8 in. (30 mm) and Greater, Typical of Random Acceptable Discontinuities (see 6.12.1.2 and 6.12.3.2)

QW-416  
WELDING VARIABLES  
Welder Performance

Paragraph <sup>1</sup>	Brief of Variables	Essential					
		OFW QW-352	SMAW QW-353	SAW QW-354	GMAW <sup>2</sup> QW-355	GTAW QW-356	PAW QW-357
QW-402 Joints	.4 - Backing		X		X	X	X
	.7 + Backing	X					
QW-403 Base Metal	.2 Maximum qualified	X					
	.16 $\phi$ Pipe diameter		X	X	X	X	X
	.18 $\phi$ P-Number	X	X	X	X	X	X
QW-404 Filler Metals	.14 $\pm$ Filler	X				X	X
	.15 $\phi$ F-Number	X	X	X	X	X	X
	.22 $\pm$ Inserts					X	X
	.23 Solid or metal-cored to flux-cored					X	X
	.30 $\phi$ $t$ Weld deposit		X	X	X	X	X
	.31 $\phi$ $t$ Weld deposit	X					
	.32 $t$ Limit (s. cir. arc)				X		
QW-405 Positions	.1 + Position	X	X	X	X	X	X
	.3 $\phi$ $\uparrow$ $\downarrow$ Vert. welding		X		X	X	X
QW-408 Gas	.7 $\phi$ Type fuel gas	X					
	.8 - Inert backing				X	X	X
QW-409 Electrical	.2 $\phi$ Transfer mode				X		
	.4 $\phi$ Current or polarity					X	

Welding Processes:

OFW	Oxyfuel gas welding
SMAW	Shielded metal-arc welding
SAW	Submerged-arc welding
GMAW	Gas metal-arc welding
GTAW	Gas tungsten-arc welding
PAW	Plasma-arc welding

Legend:

$\phi$ Change	$t$ Thickness
+ Addition	$\uparrow$ Uphill
- Deletion	$\downarrow$ Downhill

NOTES:

(1) For description, see Section IV.

(2) Flux-cored arc welding as shown in QW-355, with or without additional shielding from an externally supplied gas or gas mixture, is included.

QW-461.9  
**PERFORMANCE QUALIFICATION — POSITION AND DIAMETER LIMITATIONS**  
 (Within the Other Limitations of QW-303)

Qualification Test		Position and Type Weld Qualified [Note (1)]		
		Groove		Fillet
Weld	Position	Plate and Pipe Over 24 in. O.D.	Pipe ≤ 24 in. O.D.	Plate and Pipe
Plate — Groove	1G	F	F [Note (2)]	F
	2G	F,H	F,H [Note (2)]	F,H
	3G	F,V	F [Note (2)]	F,H,V
	4G	F,O	F [Note (2)]	F,H,O
	3G and 4G	F,V,O	F [Note (2)]	All
	2G, 3G, and 4G	All	F,H [Note (2)]	All
	Special Positions (SP)	SP,F	SP,F	SP,F
Plate — Fillet	1F	...	...	F [Note (2)]
	2F	...	...	F,H [Note (2)]
	3F	...	...	F,H,V [Note (2)]
	4F	...	...	F,H,O [Note (2)]
	3F and 4F	...	...	All [Note (2)]
	Special Positions (SP)	...	...	SP,F [Note (2)]
Pipe — Groove [Note (3)]	1G	F	F	F
	2G	F,H	F,H	F,H
	5G	F,V,O	F,V,O	All
	6G	All	All	All
	2G and 5G	All	All	All
	Special Positions (SP)	SP,F	SP,F	SP,F
Pipe — Fillet [Note (3)]	1F	...	...	F
	2F	...	...	F,H
	2FR	...	...	F,H
	4F	...	...	F,H,O
	5F	...	...	All
	Special Positions (SP)	...	...	SP,F

NOTES:

- (1) Positions of welding as shown in QW-461.1 and QW-461.2.  
 F = Flat  
 H = Horizontal  
 V = Vertical  
 O = Overhead
- (2) Pipe 2<sup>1</sup>/<sub>8</sub> in. O.D. and over.
- (3) See diameter restrictions in QW-452.3, QW-452.4, and QW-452.6.

**QW/QB-422 FERROUS P-NUMBERS AND S-NUMBERS**  
Grouping of Base Metals for Qualification

Spec. No.	Type or Grade	UNS No.	Minimum Specified Tensile, ksi	Welding			Brazing		Nominal Composition	Product Form
				P-Group No.	S-Group No.	Group No.	P-No.	S-No.		
SA-36	...	K02600	58	1	1	...	101	...	C-Mn-Si	Plate, bar, & shapes
SA-53	Type F	...	48	1	1	...	101	...	C	Furnace welded pipe
SA-53	Type S, Gr. A	K02504	48	1	1	...	101	...	C	Smls. pipe
SA-53	Type E, Gr. A	K02504	48	1	1	...	101	...	C	Resistance welded pipe
SA-53	Type E, Gr. B	K03005	60	1	1	...	101	...	C-Mn	Resistance welded pipe
SA-53	Type S, Gr. B	K03005	60	1	1	...	101	...	C-Mn	Smls. pipe
SA-105	...	K03504	70	1	2	...	101	...	C-Si	Flanges & fittings
SA-106	A	K02501	48	1	1	...	101	...	C-Si	Smls. pipe
SA-106	B	K03006	60	1	1	...	101	...	C-Si	Smls. pipe
SA-106	C	K03501	70	1	2	...	101	...	C-Si	Smls. pipe
A 108	1015 CW	G10150	60	...	...	1	...	101	C	Bar
A 108	1018 CW	G10180	60	...	...	1	...	101	C	Bar
A 108	1020 CW	G10200	60	...	...	1	...	101	C	Bar
SA-134	SA283 Gr. A	...	45	1	1	...	101	...	C	Welded pipe
SA-134	SA283 Gr. B	...	50	1	1	...	101	...	C	Welded pipe
SA-134	SA283 Gr. C	K02401	55	1	1	...	101	...	C	Welded pipe
SA-134	SA283 Gr. D	K02702	60	1	1	...	101	...	C	Welded pipe
SA-134	SA285 Gr. A	K01700	45	1	1	...	101	...	C	Welded pipe
SA-134	SA285 Gr. B	K02200	50	1	1	...	101	...	C	Welded pipe
SA-134	SA285 Gr. C	K02801	55	1	1	...	101	...	C	Welded pipe
SA-135	A	...	48	1	1	...	101	...	C	E.R.W. pipe
SA-135	B	...	60	1	1	...	101	...	C	E.R.W. pipe
A 139	A	...	48	...	...	1	...	101	C	Welded pipe
A 139	B	K03003	60	...	...	1	...	101	C	Welded pipe
A 139	C	K03004	60	...	...	1	...	101	C	Welded pipe
A 139	D	K03010	60	...	...	1	...	101	C	Welded pipe
A 139	E	K03012	66	...	...	1	...	101	C	Welded pipe
A 148	90-60	...	90	...	...	4	...	103	...	Castings
A 167	Type 302	S30200	75	...	...	8	...	102	18Cr-8Ni	Plate, sheet, & strip
A 167	Type 302B	S30215	75	...	...	8	...	102	18Cr-8Ni-2Si	Plate, sheet, & strip
A 167	Type 304	S30400	75	...	...	8	...	102	18Cr-8Ni	Plate, sheet, & strip

PROCEDURE QUALIFICATIONS

QW-253  
WELDING VARIABLES PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)  
Shielded Metal-Arc (SMAW)

Paragraph	Brief of Variables	Essential	Supplementary Essential	Nonessential
QW-402 Joints	.1 $\phi$ Groove design			X
	.4 - Backing			X
	.10 $\phi$ Root spacing			X
	.11 $\pm$ Retainers			X
QW-403 Base Metals	.5 $\phi$ Group Number		X	
	.6 $T$ Limits impact		X	
	.7 $T/t$ Limits > 8 in.	X		
	.8 $\phi$ $T$ Qualified	X		
	.9 $t$ Pass > 1/4 in.	X		
	.11 $\phi$ P-No. qualified	X		
QW-404 Filler Metals	.13 $\phi$ P-No. 5/9/10	X		
	.4 $\phi$ F-Number	X		
	.5 $\phi$ A-Number	X		
	.6 $\phi$ Diameter			X
	.7 $\phi$ Diam. > 1/4 in.		X	
	.12 $\phi$ AWS class.		X	
QW-405 Positions	.30 $\phi$ $t$	X		
	.33 $\phi$ AWS class.			X
	.1 + Position			X
QW-406 Preheat	.2 $\phi$ Position		X	
	.3 $\phi$ $\updownarrow$ Vertical welding			X
	.1 Decrease > 100°F	X		
QW-407 PWHT	.2 $\phi$ Preheat maint.			X
	.3 Increase > 100°F (IP)		X	
	.1 $\phi$ PWHT	X		
QW-409 Electrical Characteristics	.2 $\phi$ PWHT ( $T$ & $T$ range)		X	
	.4 $T$ Limits	X		
	.1 > Heat input		X	
QW-410 Technique	.4 $\phi$ Current or polarity		X	X
	.8 $\phi$ I & E range			X
	.1 $\phi$ String/weave			X
	.5 $\phi$ Method cleaning			X
	.6 $\phi$ Method back gouge			X
QW-410 Technique	.25 $\phi$ Manual or automatic			X
	.26 $\pm$ Peening			X

Legend:  
 + Addition                      > Increase/greater than                       $\uparrow$  Uphill                       $\leftarrow$  Forehand                       $\phi$  Change  
 - Deletion                        < Decrease/less than                         $\downarrow$  Downhill                         $\rightarrow$  Backhand

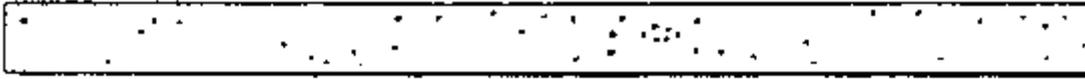
QW-253.1  
**WELDING VARIABLES PROCEDURE SPECIFICATIONS (WPS)**  
 Shielded Metal-Arc (SMAW)

Paragraph		Special Process Essential Variables	
		Hardfacing Overlay (QW-216)	Corrosion-Resistant Overlay (QW-214)
QW-402 Joints	.16	< Finished <i>t</i>	< Finished <i>t</i>
QW-403 Base Metals	.20	ϕ P-Number	ϕ P-Number
	.23	ϕ <i>T</i> Qualified	ϕ <i>T</i> Qualified
QW-404 Filler Metals	.12	ϕ AWS class.	
	.37		ϕ A-Number
	.38	ϕ Dia. (1st layer)	ϕ Dia. (1st layer)
QW-405 Positions	.4	+ Position	+ Position
QW-406 Preheat	.4	Dec. > 100°F preheat > Interpass	Dec. > 100°F preheat > Interpass
QW-407 PWHT	.6	ϕ PWHT	ϕ PWHT
QW-409 Electrical Characteristics	.4	ϕ Current or polarity	ϕ Current or polarity
	.22	Inc. > 10% 1st layer	Inc. > 10% 1st layer
QW-410 Technique	.38	ϕ Multi- to single-layer	ϕ Multi- to single-layer

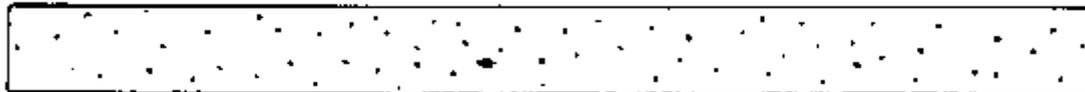
Legend:  
 + Addition    > Increase/greater than    ↑ Uphill    ← Forehand    ϕ Change  
 - Deletion    < Decrease/less than    ↓ Downhill    → Backhand

GENERAL REQUIREMENTS

APPENDIX I  
ROUNDED INDICATION CHARTS  
(See QW-191.2)



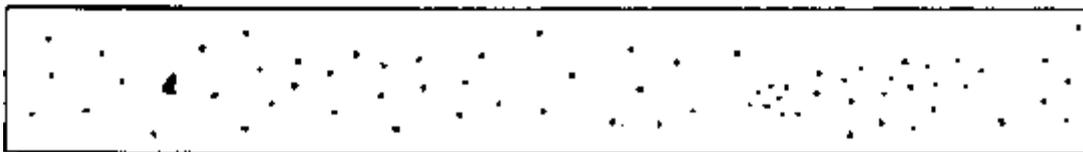
TYPICAL QUANTITY AND SIZE PERMITTED  
IN 6 IN. LENGTH OF WELD  
1/8 IN. TO 1/4 IN. THICKNESS



TYPICAL QUANTITY AND SIZE PERMITTED  
IN 6 IN. LENGTH OF WELD  
OVER 1/4 IN. TO 1/2 IN. THICKNESS



TYPICAL QUANTITY AND SIZE PERMITTED  
IN 6 IN. LENGTH OF WELD  
OVER 1/2 IN. TO 1 IN. THICKNESS



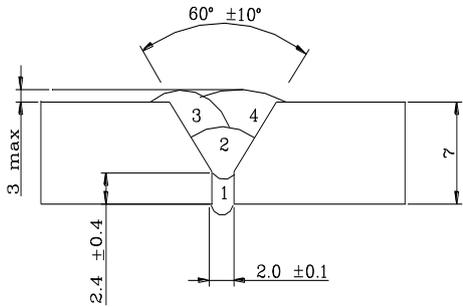
TYPICAL QUANTITY AND SIZE PERMITTED  
IN 6 IN. LENGTH OF WELD  
OVER 1 IN. THICKNESS

# **ANEXO 14**

**WPS Y PQR SEGÚN ASME IX**

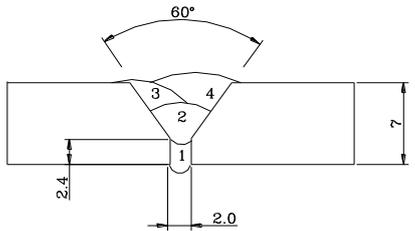
### 14.1 WPS No. ESPEL.ECUAMATRIZ.001

#### ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

 		<b>Diseño de la junta</b> 					
<b>Nombre de compañía</b>		ECUAMATRIZ CIA. LTA.					
<b>WPS N°</b>		ESPEL.ECUAMATRIZ.001					
<b>Proceso de soldadura</b>		SMAW-MANUAL					
<b>PQR de soporte N°</b>		ESPEL.ECUAMATRIZ.101					
<b>Según norma</b>		ASME IX:2004					
<b>Junta Utilizada</b>	<b>Tipo de junta</b>	TOPE					
	<b>Tipo de soldadura</b>	RANURA V					
	<b>Cordón de respaldo</b>	si <input type="checkbox"/>	no <input checked="" type="checkbox"/>				
	<b>Preparar junta</b>	si <input checked="" type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>				
	<b>Método</b>	Oxicorte y amolado					
	<b>Angulo de ranura</b>	60° ± 10					
	<b>Cara de la raíz</b>	2.4 ± 0.1 mm					
	<b>Abertura de raíz</b>	2.0 ± 0.1 mm					
<b>Metal Base</b>	<b>Especificación</b>	ASTM A 500 B (Grupo I)					
	<b>Califica</b>	Aceros del Grupo I					
	<b>Espesor</b>	7 mm					
	<b>Califica</b>	Desde 3.2 a 12 mm					
<b>Electrodo</b>	<b>Diámetro</b>	3.2 mm					
	<b>Clasificación AWS</b>	E6010 / E 7018					
	<b>Especificación</b>	AWS 5.1					
	<b>Casa Comercial</b>	WEST ARCO/AGA					
<b>Aplicación de Soldadura de tubería de presión y vacío.</b>				<b>Característica eléctrica</b>	<b>Corriente:</b> DC <sup>-</sup> <input type="checkbox"/> pase de raíz		
					CA <input type="checkbox"/> DC <sup>+</sup> <input checked="" type="checkbox"/>		
					DC <sup>-</sup> <input type="checkbox"/>		
				<b>Técnica de soldadura</b>	<b>Técnica</b>	un pase <input type="checkbox"/>	varios pases <input checked="" type="checkbox"/>
					<b>Oscilación</b>	si <input checked="" type="checkbox"/>	no <input type="checkbox"/>
<b>Limpieza entre pases</b>	Pase de raíz con amoladora Otros pases: Grata						
<b>Método de ensamble</b>	Apuntalado						
<b>Prealent.</b>	<b>Soldadura</b>	Un lado <input checked="" type="checkbox"/>	Dos lados <input type="checkbox"/>				
	<b>Temperatura</b>	N/A					
	<b>Tiempo entre pases</b>	N/A					
<b>N° de pase</b>	<b>Metal de aporte</b>			<b>Tensión de trabajo</b>			<b>(Vel. de avance cm/min)</b>
	<b>Denominación AWS</b>	<b>Denominación Comercial</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Pol</b>	<b>Voltaje(v)</b>	<b>Amperaje (A)</b>	
1	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>-</sup>	27-30	70-80	3-8
2	E 6010	Zip-10 T	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	30-35	95-105	7-15
3	E 7018	B-10	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	20-25	115-140	4-11
4	E 7018	B-10	3.2 mm	DC <sup>+</sup>	20-25	125-135	5-12
<b>NOTAS:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar alineación de la junta</li> <li>• Asegurar la limpieza de las partes</li> </ul>							

<b>REALIZADO POR:</b> Juan Montesdeoca Diego Zambrano	<b>APROBADO POR:</b> Ing. Fausto Acuña DIRECTOR DE TESIS DEPARTAMENTO DE SOLDADURA ESPEL
<b>FECHA:</b> 17/03/2006	<b>FECHA:</b> 09/10/2006

#### 14.2 PQR N0. ESPEL.ECUAMATRIZ.101

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA							
				<b>Diseño de la junta</b>			
		<b>Nombre de compañía</b> ECUAMATRIZ CIA. LTA. <b>PQR N°</b> ESPEL.ECUAMATRIZ.101 <b>Proceso de soldadura</b> SMAW-MANUAL <b>WPS N°</b> ESPEL.ECUAMATRIZ.001 <b>Según norma</b> ASME IX: 2004					
DATOS DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA				TECNICA			
N° de soldadores	1	N° Pase	Amperaje (A)	Tensión de trabajo		Denominación AWS	Vel. de avance (cm/min)
				Pol	(v)		
<b>Proceso</b>	SMAW	1	75	DC <sup>-</sup>	32	E6010	3
<b>Posición de soldadura</b>	6G	2	110	DC <sup>+</sup>	34	E6010	7
<b>Número de pases</b>	4	3	128	DC <sup>+</sup>	23	E7018	4
<b>Tipo de junta</b>	TOPE	4	130	DC <sup>+</sup>	23	E7018	5
<b>Tipo de soldadura</b>	RANURA-V	<b>RESULTADO DE PRUEBAS</b>					
<b>Angulo de ranura</b>	60°	Inspección Visual					
<b>Cara de raíz</b>	2 mm	<b>Observaciones</b>			<b>Cumplimiento</b>		
<b>Abertura de raíz</b>	2.4 mm	No existe defectos			SI		
<b>Material base</b>	ASMT A500	Inspección Radiográfica					
<b>Espesor</b>	7 mm	Placa N°	Observaciones			Cumplimiento	
<b>Electrodo</b>	E6010/E7018	VE 1-2	Falta de espesor de 4 mm			SI	
		VE 2-3	1 poro de 1.3 mm				
<b>Diámetro</b>	3.2 mm	VE 3-2	1 poro de 0.5 mm y 4 poros de 0.3 mm			SI	
<b>Pruebas de Tensión</b>							
		<b>Probeta N°</b>	<b>Carga última a la tensión (Kg)</b>	<b>Esfuerzo último (MPa)</b>	<b>Observaciones</b>		<b>Cumplimiento</b>
		T1 6G	12877.2	588	Ruptura fuera del cordón		SI
		T2 6G	12242.1	559	Ruptura fuera del cordón		SI
<b>Pruebas de Doblado</b>							
<b>NOTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar alineación de la junta</li> <li>▪ Asegurar limpieza de las partes</li> </ul>		<b>Probeta N°</b>	<b>Tipo de doblado</b>	<b>Observaciones</b>			<b>Cumplimiento</b>
		DC1 6G	Cara	Ausencia de defectos en zona de doblado			SI
		DR1 6G	Raíz	Ausencia de defectos en zona de doblado			SI
		DC2 6G	Cara	Ausencia de defectos en zona de doblado			SI
		DR2 6G	Raíz	Ausencia de defectos en zona de doblado			SI
<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN</b>							
<b>Proceso</b>	SMAW-MANUAL						
<b>Posición</b>	Toda posición a ranura y filete						
<b>Metal Base</b>	Acero clasificado P No. 1 y Grupo No. 1 según tabla QW 422						

<b>Espesor de metal base</b>	3.2 mm a 20 mm	
<b>Electrodo</b>	E6010/E7018 Pase 1-2: Clasificados F No. 3 y A No. 1 o A No. 2. Pases 3-4: Clasificados F No. 4 y A No. 1 o A No. 2.	
<b>Corriente y polaridad</b>	DC <sup>-</sup> pase de raíz, DC <sup>+</sup> pase en caliente/ DC <sup>+</sup>	
<b>Intensidad</b>	Según el catalogo de electrodos.	
<b>Soldador:</b> Luis Chicaiza	<b>Prueba conducida por:</b> J. Montesdeoca/D. Zambrano	<b>Fecha:</b> 17/06/2006
Certificamos que los resultados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas, y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la sección IX del código ASME.		
<b>Realizado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b> 09/10/2006
J. Montesdeoca/D. Zambrano	Ing. Fausto Acuña DIRECTOR DE TESIS DEPARTAMENTO DE SOLDADURA-ESPEL	

# ANEXO 15

## MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

### 15.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

#### PROPÓSITO

Proveer un mantenimiento adecuado de la maquinaria, equipos e instalaciones para asegurar la eficiencia de la producción y la continuidad de la capacidad del proceso.

#### ALCANCE

Este procedimiento cubre la *Lista de Maquinaria y Equipos*.

#### DEFINICIONES

a) Operador

Persona que realiza las operaciones manuales que una máquina o equipo requiere.

b) Equipo clave

**Aquella cuya falla afecta al proceso productivo**

### **RESPONSABILIDADES**

El Gerente Técnico es responsable de asegurar que este procedimiento sea totalmente implantado y efectivo.

El Gerente Técnico es responsable de definir los objetivos y metas de mantenimiento.

Es Supervisor de Mantenimiento es responsable de:

- Elaborar y mantener actualizada la **Lista de maquinaria y Equipos** e identificar los equipos clave del proceso.
- Determinar los recursos necesarios para la ejecución del **Plan de Mantenimiento Preventivo**.

### **PROCEDIMIENTO**

#### **DOCUMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO**

##### **Manual de Mantenimiento**

El **Manual de Mantenimiento** de cada maquinaria o equipo consta de las siguientes secciones:

- Datos Técnicos.
- Instrucciones para Puesta en Marcha y Cambio de Parámetros.
- Plan de Mantenimiento Preventivo.

El Supervisor de Mantenimiento crea un **Manual de Mantenimiento** cuando una maquinaria o equipo es instalado en la planta.

El **Manual de Mantenimiento** de cada maquinaria o equipo se conserva durante toda la vida del mismo.

Este documento es preparado por el Supervisor de Mantenimiento en base de:

- Las recomendaciones en los manuales del fabricante
- Métodos de mantenimiento predictivo cuando aplique

El taller de soldadura y la empresa en general deberá aplicar métodos de mantenimiento predictivo en los equipos claves. Como métodos de mantenimiento predictivo puede utilizarse entre otras las siguientes técnicas, según aplique:

- Desgaste de piezas y repuestos.
- Monitoreo de tiempo de trabajo.
- Correlación entre datos estadísticos y las actividades de mantenimiento preventivo.
- Análisis de vibraciones, etc.

El código de los manuales será igual al de la maquinaria o equipo correspondiente y se encontrará indicado en la ***Lista de Maquinaria y Equipos***.

#### a) Datos Técnicos

Es una hoja de información general de la maquinaria o equipo, en ella se encuentran los siguientes datos:

- Marca y proveedor.
- Fecha de apertura del manual.
- Datos técnicos relevantes.
- Repuestos claves (solamente cuando se trate de equipo clave).

En esta hoja se identifica claramente la condición de equipo clave, según aplique.

#### b) Instrucciones para puesta en Marcha y Cambio de Parámetros

El personal de mantenimiento elabora las instrucciones para Puesta en Marcha y Cambio de Parámetros que el operador de cada maquinaria es responsable de ejecutar al iniciar sus actividades y al realizar cambios en los parámetros de la maquinaria por requerimientos de producción.

#### c) Plan de Mantenimiento Preventivo

Es un listado que contiene las actividades de mantenimiento preventivo ordenadas en función de sus períodos de ejecución.

### ***Instrucciones de Mantenimiento***

El Gerente Técnico, determina las tareas de mantenimiento que requieren Instrucciones para Mantenimiento, dependiendo de la complejidad del trabajo y el adiestramiento de quien lo va a realizar.

Las Instrucciones para Mantenimiento y las Instrucciones para Puesta en Marcha y Cambio de Parámetros son documentos que se controlan mediante la ***Lista de Instrucciones para Mantenimiento*** y la ***Lista de Instrucciones para Puesta en Marcha y Cambio de Parámetros*** respectivamente.

Cuando se dispone de catálogos que contiene Instrucciones para Mantenimiento estos son incluidos en la ***Lista de Instrucciones para Mantenimiento***.

## LIBRO DE VIDA

Esta constituido de las siguientes secciones:

### *Hoja de Control de Mantenimiento Preventivo.*

Contiene las actividades de mantenimiento preventivo con periodos quincenales o mayores. Se emplea para el control del avance de las actividades de mantenimiento preventivo.

### **Hoja de vida.**

En la **Hoja de vida** se registran los detalles de las actividades de mantenimiento, preventivo o correctivo, que se ejecutan sobre los equipos definidos en el alcance.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### **Plan General de Mantenimiento Preventivo.**

- El Supervisor de Mantenimiento elabora anualmente el **Plan de Mantenimiento Preventivo** para la maquinaria y equipos que cubre este procedimiento. El programa es revisado y aprobado por el gerente Técnico.
- En base del **Plan de Mantenimiento Preventivo** el Supervisor de Mantenimiento elabora el **Programa Mensual de Mantenimiento Preventivo**, en donde se precisan las fechas de ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo.
- El **Programa Mensual de Mantenimiento Preventivo** es revisado una semana antes de iniciar el mes que aplica, en una reunión entre el Gerente Técnico, Subgerente de Ingeniería, Supervisor de Mantenimiento y Jefe de Planta. En esta reunión el plan es aprobado con o sin modificaciones.
- El **Programa Mensual de Mantenimiento Preventivo** puede ser modificado mediante una comunicación por escrito del Jefe de Planta dirigida al Gerente Técnico; con al menos una semana de anticipación.
- El plan y los programas de mantenimiento preventivo se conservan por un año más al período que se aplican.

### **Ejecución del Mantenimiento Preventivo.**

#### a) Tareas de Mantenimiento Diarias y Semanales.

- (\*) Las tareas de mantenimiento diarias y semanales son realizadas por el operador de cada maquinaria al iniciar su turno de trabajo.

- (\*) El entrenamiento necesario para ejecutar estas tareas es proporcionado por el Supervisor de Mantenimiento.
- (\*) El control y registro de la ejecución de las tareas de mantenimiento se hace una vez por semana, por el personal de mantenimiento, en la **Hoja de Control de Mantenimiento**.

b) Tareas de Mantenimiento con periodos quincenales y mayores.

- El personal de mantenimiento con colaboración del operador de cada maquinaria cuando se requiere, ejecuta las tareas definidas en el **Programa mensual de Mantenimiento Preventivo**.
- El detalle de estas tareas se registra por el personal de mantenimiento en el libro de vida de cada maquinaria o equipo.
- La maquinaria o equipo se entrega al responsable de la jefatura a la cual pertenece.
- El seguimiento de la ejecución del mantenimiento preventivo se realiza en la hoja de control de mantenimiento preventivo por el supervisor de mantenimiento.

#### Evaluación del mantenimiento

- Semestralmente el gerente técnico, el subgerente de producción y el supervisor de mantenimiento realizan una evaluación del cumplimiento del plan general de mantenimiento preventivo y la registran en un acta de evaluación de mantenimiento que es conservada por el gerente técnico.
- Anualmente, el gerente técnico y el supervisor de mantenimiento evalúan el comportamiento de objetivos y metas.
- Cuando coincidan las dos evaluaciones, se realiza un acta conjunta.
- Las actas de evaluación se conservan por un año más al periodo que aplican.

#### Mantenimiento correctivo

Si alguna novedad es detectada durante la realización de un trabajo de mantenimiento, se toman las siguientes medidas:

- Se investiga la novedad y se comunica al supervisor de mantenimiento.
- El supervisor de mantenimiento evalúa el problema y si es de gravedad comunica al gerente técnico para coordinar las acciones, caso contrario designa al responsable para que proceda con la reparación.
- El responsable de la acción de mantenimiento una vez terminado el trabajo, registra los datos correspondientes en la hoja de vida de la máquina o equipo.
- La maquinaria o equipo se entrega finalmente al responsable de la jefatura a la cual pertenece.

Si la novedad es detectada durante la producción normal se toman las siguientes medidas:

- La persona que detecta el problema lo reporta verbalmente al jefe de sección o área.
- Los jefes de sección o área evalúan el problema y si requieren una acción simple la realiza con el personal a su cargo.
- Caso contrario elabora una solicitud de trabajo, que se entrega con carácter de urgente al supervisor de mantenimiento, quién procede inmediatamente con las tareas de reparación.

## **REPUESTOS**

- Es responsabilidad del supervisor de mantenimiento elaborar la lista de repuestos de los equipos claves, que se mantienen como inventario en bodega.
- Las compras de repuestos y materiales para ejecutar las tareas de mantenimiento se realizan conforme al procedimiento de compra de materiales.
- El retiro de bodega de los repuestos necesarios para ejecutar las tareas de mantenimiento se realiza conforme el procedimiento de entrega material de bodega.
- La fabricación de piezas por repuestos de la maquinaria se coordina con el área, departamento o jefatura correspondiente, a través de una solicitud.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> METALTRONIC, Manual de Mantenimiento, Ecuador, 2002

ANEXO 15.2

	Código: 1-ADD-IELDP-02	Página: 1/6
	Fecha de aprobación: 2006-09-15	Revisión: 1
	Reemplaza al: Ninguno	
	Título: <b>ELABORACION DE DOCUMENTOS (Procedimientos, Instructivos y otros documentos)</b>	
	Aprobado por: Gerente de I & C	Tipo de Documento: Instructivo 1
	Firma:	Copia N°
	Para:	

**INDICE**

**PAGINA**

Indice	1
1. Objetivo	2
2. Alcance	2
3. Procedimientos Operativos e Instructivos de Trabajo	3
4 Otros Documentos	6
5 Formatos	6



### 1. OBJETIVO:

- El presente documento tiene el objetivo de describir los formatos de los documentos contemplados dentro del Sistema de Gestión de Calidad en Ecuamatriz.

### 2. ALCANCE:

Los documentos a considerarse para la descripción de los formatos son los siguientes:

- Procedimientos Operativos y requeridos por la Norma
- Instructivos de trabajo
- Planes de Calidad, Cronogramas, programas Layout
- Formularios

### 3. PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS DE TRABAJO

#### 3.1 Encabezamiento de la primera página de cada procedimiento e Instructivo

	Código: <b>1</b>	Página: <b>2</b>
	Fecha de aprobación: <b>3</b>	Revisión: <b>4</b>
	Reemplaza al: <b>5</b>	
	Título: <b>6</b>	
	Aprobado por: <b>7</b>	Tipo de Documento: <b>8</b>
	Firma:	Copia N° <b>9</b>
		Para: <b>10</b>

#### 3.2 Pie de página solamente en la primera página:

	Escrito por.
Nombre: <b>11</b>	
Función	

#### 3.3 Encabezado para las páginas dos en adelante:

	Título del Procedimiento o Instructivo <b>12</b>	Código: <b>13</b>	Página <b>14</b>
		Fecha: <b>15</b>	Revisión <b>16</b>

Los números que se observan dentro de las cuadrículas en el encabezado anterior corresponden a los siguientes:

1. **Código:** 0-000-000-00/00 **Para Procedimientos**  
0-000-00000-00/00 **Para Instructivos de Trabajo**

- Primer dígito: Corresponde a la Compañía

1= ECUAMATRIZ AMBATO

- Dígitos del segundo al cuarto: indica el proceso involucrado de acuerdo al siguiente cuadro:

PROCESOS	SIGLAS
Gestión Gerencial	GGR
Diseño y Desarrollo	DDS
Matricería y Fabricación	MFB
Administración de Producto Terminado	APT
Gestión de Compras	GCP
Proceso Primario	PPR
Elaboración Empaque	EEM
Medición y Monitoreo del Producto	MMP
Control Equipos de Medición	CEM
Validación del Producto	VPD
Producto No Conforme	PNC
Medición de Satisfacción del cliente y Manejo de Quejas	MSC
Administración de Documentos	ADD
Gestión de Auditorías	GAD
Acciones Correctivas y preventivas	ACP
Suministros (Casa de Fuerza)	SMN
Control de Riesgos	CDR
Administración de Repuestos	ARI
Mantenimiento	MMT
Gestión de Recursos Humanos	GRH

- Para el Procedimiento:  
Dígitos: quinto - séptimo = subproceso o sigla del nombre del procedimiento;  
octavo - noveno = Número del procedimiento.  
décimo - undécimo = Número de revisión del procedimiento, que se iniciará desde el número 1 (01).
  - Para el Instructivo:  
Dígitos: quinto = Colocar la letra **I** (que indica que es un instructivo)  
sexto - noveno = Subproceso o sigla del nombre del instructivo  
décimo - undécimo = Número del instructivo  
duodécimo - décimo segundo = Número de revisión del instructivo
2. **Página:** Número de página indicando la correspondencia con el número total de páginas del procedimiento o instructivo. Ejemplo: Página 2/10, significa la segunda página de un total de diez páginas.
  3. **Fecha de aprobación:** Corresponde a la fecha desde cuando el documento (instructivo o procedimiento), se ha desarrollado o se encuentra en vigencia. Debe constar el año, mes y día en formato alfanumérico Día/Mes/Año.

4. **Revisión:** Número ascendente desde 1 (este número cambiará cada vez que se realice una revisión del documento)
5. **Reemplaza al:** En este campo se coloca la fecha de aprobación del documento (procedimiento o instructivo), que está siendo reemplazado. En caso de ser Nuevo colocar: Ninguno
6. **Título:** Nombre del documento (procedimiento o instructivo).
7. **Aprobado por- firma:** Cargo y firma del Responsable del Proceso.
8. **Tipo de documento:** Describe el tipo o clase del documento que puede ser Procedimiento o Instructivo.
9. **Copia N°:** Número de copia de distribución del documento, indicando su correspondencia con el número total de copias distribuidas.
10. **Para:** Cargo al que fue entregada la copia (según el procedimiento de Control de Documentos).

**El numeral 9 y 10, serán utilizados cuando se distribuya los documentos dentro de cada proceso.**

11. **Escrito por:** Nombre o grupo y función de quién escribió el documento
12. **Título:** Igual al punto 6.
13. **Código:** Igual al punto 1
14. **Página:** Igual punto 2
15. **Fecha:** Igual punto 3
16. **Revisión:** Igual punto 4

### **3.4 Estructura de los Procedimientos: Índice**

<b>Capítulo</b>	<b>Índice</b>
1.	Objetivo
2.	Alcance
3.	Diagrama de Flujo
4.	Definiciones
5.	Equipos, materiales y herramientas
6.	Descripción del Procedimiento
7.	Recomendaciones y Cuidados de Operación

- 8. Cálculos e indicadores
- 9. Información técnica
- 10. Control de Registros
- 11. Referencias
- 12. Anexos

### 3.5 Explicación de la Estructura del Procedimiento:

**3.5.1 Objetivo:** Describir cual es el objetivo de la aplicación del procedimiento.

**3.5.2 Alcance:** Describir en que proceso o subproceso se va aplicar el procedimiento.

**3.5.3 Diagrama de Flujo:** Visualizar el procedimiento de una manera gráfica y rápida, por tanto los símbolos a ser utilizados no deben ser más de los que se han venido utilizando (ovalos, rectángulo, rombo, círculo), o simbología standard.

**3.5.4 Definiciones:** Explicar el concepto de aquellas palabras que no sean claras y se mencionen dentro del procedimiento.

**3.5.5 Equipos materiales y herramientas:** Enlistar el o los equipos, materiales y herramientas que van a ser usados en la aplicación del procedimiento.

**3.5.6 Descripción del Procedimiento:** Describir paso a paso la manera en la que se debe desarrollar la actividad objeto del procedimiento. Su explicación está en función de la complejidad del procedimiento.

**3.5.7 Recomendaciones y Cuidados de Operación:** En este punto considerar, los cuidados de seguridad (física, equipos, Seguridad Industrial (equipo de seguridad personal), si es necesario indicaciones de uso, consultar al personal de Seguridad Salud y Ambiente), necesarios, para la realización del procedimiento.

**3.5.8 Cálculos o indicadores:** Describir los requeridos para el cálculo de los resultados o indicadores de desempeño del proceso.

**3.5.9 Información Técnica:** Para este punto tomar en cuenta fundamentos teóricos en los que se basa el métodos, equipos, instrumentos etc, con el fin de proporcionar un valor agregado al conocimiento de la persona que realiza dicha actividad.

**3.5.10 Control de Registros:** Describir los registros que se originen en el procedimiento según el siguiente cuadro:

Identificación Registro	Código	Almacenamiento	Tiempo Retención
-------------------------	--------	----------------	------------------

A	b	c	d
---	---	---	---

- a. Identificación: nombre del registro o formulario
- b. Código: código del formulario o registro de acuerdo al punto 6
- c. Almacenamiento: dirección electrónica de archivo o ubicación física del registro
- d. Tiempo de retención: tiempo de almacenamiento del registro antes de su eliminación.

**3.5.11 Referencias:** Colocar el nombre de los documentos en los que se basaron para realizar el procedimiento, ejemplo: Manual fabricante, Procedimientos Matriz, Procedimientos otros países, etc.

**3.5.12 Anexos:** Colocar una copia de los formularios a ser usados en la aplicación de procedimientos.

**Nota:** En caso de que algún punto de la estructura no aplique colocar N/A (no aplica)

### **3.6 Explicación de la Estructura del Instructivo de Trabajo: Índice**

La estructura del Instructivo de trabajo dependerá de las necesidades o requerimientos de los procesos para cumplir con sus actividades. El punto que debe ser considerado de manera obligatoria es el Control de Registros (referirse al punto 3.5.10)

## **4. Otros documentos del Sistema de Gestión de Calidad**

Los documentos tales como: Guías, cronogramas, programas , Layout y otros requeridos por el Sistema, deben contener los siguientes requisitos:

- Nombre o Logo de la organización
- Responsable del Proceso
- Fecha de elaboración/aprobación
- Nombre del documento
- Revisión

## **5. Formularios (para registros)**

Los formatos para los registros generados por los procedimientos o instructivos llevarán al pie de página el siguiente código:

Código del procedimiento, instructivo u otro, más tres dígitos adicionales señalando el número del formulario F01, F02, etc.

Ejemplo

**1-ADD-IELDP-01-F01**

# **ANEXO 16**

**INSTRUCTIVOS O INSTRUCCIONES DE TRABAJO**

## ANEXO 16.1

### INSTRUCTIVO PARA REALIZAR UN TRABAJO DE SOLDADURA.

1. Notificar del trabajo a realizar al inspector de soldadura(responsable del soldadura).
2. Notificar del trabajo a realizar al Departamento de Seguridad Industrial.
3. Tomar en cuenta las consideraciones de seguridad de la empresa para realizar un trabajo en caliente, revisar el anexo 16.2 y para mayor información recurrir al anexo 6 de la tesis.
4. Tomar la orden de trabajo.
5. Recurrir a los WPS calificados seleccionando el adecuado, dependiendo de la aplicación.
6. Escoger un extintor de fuego de acuerdo al tipo de trabajo que se va a realizar y/o de acuerdo al lugar donde se lo va a realizar(extintor tipo A, B, C, K de acuerdo al lugar y materiales)
7. Llevar extintor de fuego.
8. Inspeccionar el lugar donde se va realizar el trabajo.
9. Mantener el lugar libre de desechos inflamables, con buena ventilación y libre de humedad.
10. Asegurar y acordonar debidamente el área donde se va a realizar el trabajo anunciando que es zona de trabajo caliente. (Capítulo IV).
11. Mantener cercano al punto de trabajo un el extintor de fuego.
12. Usar la protección personal necesaria (guantes, escafandra, overol).
13. Recurrir al responsable de Seguridad Industrial para que certifique que el lugar es apto para realizar un trabajo en caliente.
14. Encender la máquina.
15. Controlar los parámetros de soldadura; voltaje y amperaje, etc., usando los instrumentos necesarios.
16. Recurrir al inspector de soldadura para que realice la inspección visual del trabajo.
17. Iniciar el trabajo de soldadura.
18. Etiquetar el lugar donde se realizo el trabajo indicando que la superficie se encuentra caliente.
19. Apagar la máquina.
20. Llenar la orden trabajo.
21. Limpiar el lugar donde se realizo el trabajo, dejándolo libre de residuos propios del proceso de soldadura.

## **ANEXO 16.2**

### **INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD DURANTE LA REALIZACIÓN DE UN TRABAJO DE SOLDADURA**

1. Notificar del trabajo a realizar al inspector de soldadura(responsable del soldadura).( Anexo No. 16.3.1)
2. Notificar del trabajo a realizar al Departamento de Seguridad Industrial.
3. Leer Anexo 6 de la tesis según el trabajo que se vaya a realizar.
4. Escoger un extintor de fuego de acuerdo al tipo de trabajo que se va a realizar o de acuerdo al lugar donde se lo va a realizar(extintor tipo A, B, C, K de acuerdo al lugar y materiales).
5. Llevar extintor de fuego.
6. Realizar inspección visual del sitio donde se va a trabajar. Recurrir al anexo 16.2.1
7. Acordonar el área donde se va a realizar el trabajo. Recurrir al anexo 16.2.2
8. Usar equipo de protección personal:
  - Guantes.
  - Escafandra (con el vidrio adecuado. Anexo 6)
  - Mandil u overol.
  - Botas de seguridad (punta de acero, antiestáticas, antideslizante).
  - Protección auditiva.
9. Verificar el estado de las instalaciones eléctricas donde va a operar la máquina de soldadura(voltaje de alimentación 110/220/330V)
10. Verificar el estado de los cables, pistolas, pinza porta electrodos, enchufes.
11. Seguir las indicaciones técnicas dadas para el uso de un material de aporte(electrodos) por el fabricante.
12. Verificar la limpieza inmediata del lugar de trabajo una vez finalizado el mismo.

## **ANEXO 16.2.1**

### **INSTRUCTIVO DE INSPECCION VISUAL DE SITIO DE TRABAJO DE SOLDADURA**

1. Pararse en un lugar central donde se tenga un buen ángulo de visión.
2. Circunvalar en un radio de 3 metros a partir de este punto, en sentido de las manecillas del reloj. (sentido dextrógiro).
3. Observar posibles:
  - Presencia de material inflamable.
  - Liqueos de tubería.
  - Presencia de polvos inflamables.
  - Olores extraños.
  - Fugas de material inflamable.
  - Humedad excesiva.
  - Falta de ventilación.
  - Presencia de basura.
  - Trabajadores dentro de un radio de 3 metros.
4. Despejar el área de trabajo.
5. Notificar a cualquier observación al Departamento de Seguridad Industrial.

## **ANEXO 16.2.2**

### **INSTRUCTIVO DE CÓMO ACORDONAR EL ÁREA DONDE SE VA A REALIZAR EL TRABAJO**

1. Después de realizar la inspección visual se procede a acordonar el área de trabajo de la siguiente manera:
  - A partir del punto de trabajo despejar un área en un radio de 2.5 metros.
  - Observar que el área escogida no provoque ningún inconveniente con algún trabajo productivo.
  - Señalizar claramente que se va a realizar un trabajo en caliente. (Capítulo IV).

- Cercar el lugar.
2. Notificar a cualquier observación al Departamento de Seguridad Industrial.

### **ANEXO 16.3**

#### **INSTRUCTIVO DE EVALUACION DE SOLDADORES**

1. El Departamento de Ingeniería debe seleccionar un inspector de soldadura cuyas características se encuentran en el anexo 16.3.1.
2. El personal puede ser evaluado de tres maneras:
  - a. Teóricamente recurriendo a preguntas sobre el manejo de normas de seguridad, WPS, manejo de maquinaria, variables de soldadura.
  - b. Usando los parámetros de las normas AWS D1.1 y ASME IX para calificación de soldadores.
  - c. Probando sus habilidades de la siguiente manera:
    - Penetración en el pase de raíz.
    - Porosidades en el cordón de soldadura.
    - Habilidad para manejar el portaelectrodos.
    - Tiempo de ejecución en el trabajo.
    - Manejo de las variables de soldadura (velocidad de avance, voltaje, intensidad de corriente).
    - Pruebas destructivas y no destructivas.
3. El criterio de evaluación a ser usado es una decisión propia del inspector de soldadura.
4. Los periodos de evaluación pueden ser trimestrales, semestrales o anuales queda a criterio del inspector de soldadura.
5. Un soldador nuevo (para ser contratado) necesariamente debe ser sometido a una evaluación del tipo a y b, quedando a criterio del inspector si necesita usar o no los parámetros de las normas AWS D1.1 y/o ASME IX.

## **ANEXO 16.3.1**

### **INSTRUCTIVO PARA SELECCIONAR UN INSPECTOR DE SOLDADURA Y SUS RESPONSABILIDADES.**

1. El jefe del Departamento de Ingeniería o un delegado son los entes que deberán designar a un inspector de soldadura el mismo que debe cumplir con las siguientes características:
  - Tener conocimientos teóricos sobre tecnología de soldadura y/o control de soldadura.
  - Poseer habilidades para realizar trabajos de soldadura, no necesariamente ser un soldador calificado.
  - Don de mando.
  - Capacidad de manejar un grupo de soldadores.
  - Manejo de normas de soldadura y de seguridad industrial.
  - Conocimiento del idioma inglés.
  - Conocimientos de defectología en la soldadura.
  - Experiencia en trabajos de soldadura.
  - Saber interpretar la información técnica dada por los WPS's
  - Agudeza visual y alta pericia para determinar imperfecciones en el cordón de soldadura.
2. El inspector es el responsable de la ejecución de todos los trabajos de soldadura. Es el encargado de realizar la evaluación a los soldadores, verificar la inspección visual de un trabajo de soldadura (anexo 16.4) y de la buena realización de los trabajos de soldadura.
3. Coordinar con el Departamento de Seguridad Industrial y con Producción para la realización de trabajos de soldadura.
4. Verificar el correcto uso de los materiales de soldadura.
5. Llevar un control estadístico de los trabajos de soldadura, así como es el directo responsable del buen manejo de las órdenes de trabajo y los registros del mismo.
6. Deberá recurrir a los WPS calificados para la realización de un trabajo de soldadura.
7. Leer detenidamente el anexo 6 de la tesis y sintetizar su contenido de acuerdo a los requerimientos de sus trabajadores.

8. Puede ser el responsable de la calibración de los equipos de acuerdo a criterio del Jefe de Departamento de Ingeniería (Anexo 16.3.1).

### **ANEXO 16.3.1.1**

#### **INSTRUCTIVO PARA CALIBRACION DE MAQUINARIA.**

1. El Jefe del Departamento de Ingeniería o un delegado son los entes que deberán designar a un responsable para realizar la calibración de los instrumentos y/o maquinaria usados en un proceso de soldadura.
2. Para calibrar una máquina de soldadura se debe basar en procedimientos NEMA y usar instrumentos calibrados (pinza amperimétrica).
3. Para calibrar los instrumentos se debe recurrir a entidades certificadas para realizar la calibración de los mismos.
4. Con instrumentos calibrados se compara los valores obtenidos por el dial propio de la máquina y los valores obtenidos con el instrumento calibrado.
5. De existir una diferencia y/o una no conformidad en el punto 4 reportar al Jefe de Departamento de Ingeniería para los correctivos pertinentes.

## **ANEXO 16.4**

### **INSTRUCTIVO PARA REALIZAR UNA INSPECCION VISUAL EN UN TRABAJO DE SOLDADURA.**

1. Verificar los parámetros eléctricos de funcionamiento de la máquina con los instrumentos necesarios.
2. Verificar que las condiciones de seguridad estén dadas para realizar un trabajo de soldadura.
3. Usar equipo de protección personal.
4. Verificar si la máquina se encuentra calibrada.(anexo 16.3.1.1)
5. Observar la soldadura durante el trabajo de soldador buscando:
  - Falta de penetración en el pase de raíz.
  - Inclusión de escoria y/o porosidades en la soldadura.
  - Formación de fisuras, quemones y otros defectos en la soldadura.
  - Limpieza del material base.
  - Limpieza del cordón de soldadura.
  - Manipuleo correcto de la maquinaria, material base.
  - Correcto uso las herramientas.
  - Correcta señalización del área de trabajo.
6. Para mayor información recurrir a la tabla 6.1N de la norma AWS D1.1

# **ANEXO 17**

## **REGISTROS**

17.2 Modelo de orden de trabajo .

**Tipo de trabajo:** .....

**Lugar:** .....

**Fecha:** .....

**Realizado por:**.....

.....

.....

**Autorizado por:**.....

**Descripción del trabajo:**

**Material usado:**

**Tiempo empleado:**

**Maquina(s) con la que se realizo el trabajo:**

**Parámetros de soldadura:**

**Intensidad(propio dial maquina):**

**Gases usados:**

Caso oxiacetilénica

Caso MIG/MAG

**Presión:**

Oxigeno

Acetileno

**Flujo:**

**Problemas tenidos durante el trabajo:**

**Recomendaciones:**

### 17.2.1 Ejemplo de orden de trabajo # 01 .

**Tipo de trabajo:** Reparación.

**Lugar:** GRAFANDINA.

**Fecha:** 25/09/2002

**Realizado por:** Angel Vargas.  
Carlos Ortiz.

**Autorizado por:** Klever Bustos.

**Descripción del trabajo:** Se procedió a cortar con oxiacetilénica y luego de llevar unión biselada se la soldó con 7018.

**Material usado:** Unión especial ASTM 120.  
Electrodo 7018, diámetro 5/32"

**Tiempo empleado:** 3 horas.

#### **Maquina(s) con la que se realizo el trabajo:**

Hobart para electrodo.  
Oxiacetilénica

#### **Parámetros de soldadura:**

**Intensidad (propio dial maquina):** 3 vueltas (por ejemplo)  
110 Amperios.

**Gases usados:** Acetileno y Oxigeno.

Caso oxiacetilénica

Caso MIG/MAG

**Presión:** Oxigeno (5psi)  
Acetileno (20psi)

**Flujo:** N/A

#### **Problemas tenidos durante el trabajo:**

La Hobart patea.  
Electrodos malos.  
Me salto chispas de la oxi.

#### **Recomendaciones:**

Trabajo sin novedad ninguna recomendación.

### **17.3.1 ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE SOLDADORES**

Esta es una encuesta es SOLAMENTE informativa, no es evaluatoria.

:

**Nombre:**

**Cargo:**

**Area:**

**Instrucción:**

**Especialización:**

**Cursos realizados:**

**Edad:**

**Preguntas:**

**Ha participado en procesos de soldadura?**

**En cuales y su grado de participación**

**Que procesos de soldadura conoce?**

**Ha escuchado hablar de: ( si lo ha hecho mencione que entiende)**

SMAW ( electrodo revestido)

GMAW ( MAG, MIG)

GTAW ( TIG)

FCAW ( Innershield,outershield)

SAW (arco sumergido)

Soldadura por puntos

Oxiacetilénica.

**Que entiende usted por soldador calificado?**

**Ha estado en cursos de soldadura? Cuando y donde?**

### 17.1 HOJA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

Nombre de la máquina:

Código:

N°	ACTIVIDADES	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									

	Escrito por
Nombre:	Patricia Orellana
Función:	Sistema de Gestión de Calidad

**HOJA DE OPERACION**

**N° OPERACIÓN:**  
**REVISION**

<b>UBICACION:</b>	<b>CODIGO</b>	<b>DIBUJO DE PIEZA A SOLDAR.</b>
<b>PRODUCTO:</b>		
<b>OPERADOR:</b>		
<b>MATERIAL:</b>		
<b>MAQUINARIA:</b>	<b>CODIGO</b>	
<b>PARÁMETROS:</b>		
<b>HERRAMENTAS:</b>	<b>CODIGO</b>	
<b>:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:</b>		
<b>ELAB. POR:</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>REV. Y APROV:</b>	<b>Fecha:</b>	

# **ANEXO 18**

**INFORMES TECNICOS.**







