



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE
Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“ESTUDIO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW CON ELECTRODO E4043 APLICADO EN LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 6005-T6 Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA JUNTA A TOPE SOLDADA DEL MARCO DE LA VENTANA DEL BUS EN CARROCERÍAS IMCE.”

AUTOR: Egdo. Josué David Pérez Salazar

TUTOR: Ing. Cesar Arroba Mg.

AMBATO-ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación, bajo el tema "**ESTUDIO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW CON ELECTRODO E4043 APLICADO EN LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 6005-T6 Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA JUNTA A TOPE SOLDADA DEL MARCO DE LA VENTANA DEL BUS EN CARROCERÍAS IMCE**", desarrollado por el estudiante Josué David Pérez Salazar, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal examinador designado por el Concejo Directivo de esta Facultad .

Ambato, 06 de Mayo del 2015

EL TUTOR

.....
Ing. Cesar Arroba Mg.

DOCENTE INGENIERÍA MECÁNICA

AUTORÍA

Declaro que el contenido del trabajo investigativo "**ESTUDIO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW CON ELECTRODO E4043 APLICADO EN LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 6005-T6 Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA JUNTA A TOPE SOLDADA DEL MARCO DE LA VENTANA DEL BUS EN CARROCERÍAS IMCE**", así con sus ideas, opiniones, resultados, conclusiones y propuesta son auténticos y de responsabilidad exclusiva de mi persona en calidad de autor del presente proyecto.

Ambato, 06 de Mayo del 2015

EL AUTOR

.....
Josué David Pérez Salazar

C.I.: 1804490421

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a mi familia por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de etapa estudiantil y de manera especial a mis padres, Jesús e Inés, por brindarme su apoyo en todo momento.

A mis profesores de la carrera de ingeniería Mecánica quienes supieron brindarme sus valiosos conocimientos para el desarrollo de este trabajo, a mis amigos y compañeros de quienes he recibido lo mejor. "GRACIAS"

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por su cuidado y protección, por darme la salud y la vida para poder culminar este trabajo investigativo dándome la sabiduría necesaria.

A mis padres, hermana y hermanos que con amor y paciencia me han sabido guiar y apoyar en el transcurso de mi vida.

A mi tutor el Ing. Mg. Cesar Arroba por guiarme en el desarrollo de esta investigación.

A la empresa CARROCERÍAS IMCE por el apoyo que me ha brindado a lo largo de esta investigación.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación consiste en el estudio del proceso de soldadura SMAW con electrodo E4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 y su efecto en las propiedades mecánicas de la junta a tope soldada del marco de la ventana del bus en CARROCERÍAS IMCE, el mismo que tiene como objetivo analizar y comparar las propiedades mecánicas a diferentes parámetros de soldadura.

Este trabajo inicia con la obtención de probetas de aleación de aluminio 6005-T6, material que es utilizado en la construcción de ventanas para buses en la EMPRESA IMCE, a las cuales se las soldó en junta a tope con el proceso SMAW a diferentes parámetros de amperaje, temperatura de precalentamiento y separación de junta.

Los ensayos y pruebas realizados en las probetas soldadas fueron: Tracción, dureza, metalografía y doblado guiado, mismos que fueron realizados en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato para determinar la variación de las propiedades mecánicas con la variación de los parámetros de soldadura.

Finalmente se desarrollo un procedimiento utilizando los parámetros que mejores propiedades mecánicas obtuvo en los ensayos que es soldar a 80 Amperios, con junta a tope sin separación y sin temperatura de precalentamiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pag.
CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN EJECUTIVO	VI
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 Contextualización del problema.....	1
1.2.2 Análisis Crítico.....	2
1.2.3 Prognosis	2
1.2.4 Formulación del problema	3
1.2.5 Preguntas directrices	3
1.2.6 Delimitación.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	8
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	8
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	9
2.4.1 Ingeniería de Soldadura.....	9
2.4.2 Procesos de Fabricación	12
2.4.3 Proceso de soldadura SMAW con electrodo e4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-t6.	15
2.4.4 Ingeniería de materiales	29
2.4.5 Ensayo de Materiales	37

2.4.6	Propiedades Mecánicas	37
2.5	HIPÓTESIS	40
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	40
2.6.1	Variable Independiente	40
2.6.2	Variable Dependiente.....	40
2.6.3	Término de relación	40
CAPÍTULO III.....		41
METODOLOGÍA		41
3.1	ENFOQUE.....	41
3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.2.1	Bibliográfica.....	41
3.2.2	Experimental	41
3.3	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.3.1	Explorativa	42
3.3.2	Descriptiva	42
3.3.3	Correlacional	42
3.3.4	Explicativa.....	42
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
3.6	PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	46
3.7	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	46
3.8	PLAN DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	47
CAPÍTULO IV.....		48
4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	48
4.1	PROCESO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
4.2	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	50
4.2.1	Soldadura de probetas	51
4.3	ENSAYOS MECÁNICOS.....	59
4.3.1	Ensayo de tracción.	59
4.3.2	Ensayo metalográfico.....	97
4.3.3	Ensayo de dobles guiado.....	105
4.3.4	Ensayo de dureza.....	121
4.3.5	Verificación de hipótesis.....	145
CAPÍTULO V		148
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		148

5.1 CONCLUSIONES	148
5.2 RECOMENDACIONES	149
CAPÍTULO VI.....	150
PROPUESTA.....	150
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	150
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	150
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	150
6.4 OBJETIVOS.....	151
6.4.1 Objetivo general	151
6.4.2 Objetivo específico.....	151
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	151
6.6 FUNDAMENTACIÓN	152
6.7 METODOLOGÍA	152
6.7.1 PROCEDIMIENTO	152
6.7.2 WPS Para construcción de una ventana de aleación de aluminio 6005-T6 con proceso SMAW y con electrodo E 4043.....	165
6.8 ADMINISTRACIÓN	166
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	167
7 BIBLIOGRAFÍA	167

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1: Categorías fundamentales.....	9
Figura 2.2. Áreas para cálculo del % de dilución en soldaduras.....	10
Figura 2.3. Especificaciones AWS para material de aporte por proceso de soldadura de metal.....	11
Figura 2.4. Clasificación AWS de electrodos.....	12
Figura 2.5. Composición química de los electrodos.....	12
Figura 2.6. Clasificación de la soldabilidad de las aleaciones de aluminio forjables.....	13
Figura 2.7 Principales procesos de soldadura.....	15
Figura 2.8 Proceso (MIG/MAG) GMAW - Soldadura al Arco con Gas de Protección.....	16
Figura 2.9 Proceso GTAW (TIG) Tungsten Inert Gas.....	17
Figura 2.10 Proceso (SAW) Sistema arco sumergido.....	18
Figura 2.11 Proceso Sistema arco manual (SMAW).....	19
Figura 2.12 Amperajes de soldeo recomendados.....	20
Figura 2.13 Posiciones de soldadura para el electrodo E4043.....	20
Figura 2.14 Posiciones en soldadura.....	22
Figura 2.15 Esquemas básicos.....	23
Figura 2.16 Simbología de soldadura.....	24
Figura 2.17 Clasificación de las aleaciones forjadas de aluminio.....	31
Figura 2.18 Clasificación de las aleaciones de aluminio.....	32
Figura 2.19 Propiedades de los elementos de aleación.....	33
Figura 2.20 Comportamiento al tratamiento térmico.....	33
Figura 2.21 Algunas aleaciones de la serie AA6XXX utilizadas en la fabricación de perfiles.....	34
Figura 2.22 Limite de elasticidad.....	38
Figura 2.23 Resistencia a la rotura.....	39
Figura 4.1 Flujograma.....	50
Figura 4.2 Proporción de área.....	146
Figura 6.1 Flujograma.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 2.1 Problemas y defectos comunes en la soldadura al arco	25
Tabla 2.2 Composición química de las aleaciones de aluminio.....	35
Tabla 2.3 Dureza y resistencia.	35
Tabla 2.4 Dureza del Material.....	38
Tabla 3.1 Operacionalización de la variable Independiente	44
Tabla 3.2 Operacionalización de la variable Dependiente.....	45
Tabla 4.1 Registro de datos informativos de la probeta A.....	51
Tabla 4.2 Registro de datos informativos de la probeta B.....	52
Tabla 4.3 Registro de datos informativos de la probeta C.....	53
Tabla 4.4 Registro de datos informativos de la probeta D.....	54
Tabla 4.5 Registro de datos informativos de la probeta E.....	55
Tabla 4.6 Registro de datos informativos de la probeta F.....	56
Tabla 4.7 Registro de datos informativos de la probeta G.....	57
Tabla 4.8 Registro de datos informativos de la probeta H.....	58
Tabla 4.9 Ensayo de tracción probeta A1.....	59
Tabla 4.10 Ensayo de tracción probeta A2.....	60
Tabla 4.11 Ensayo de tracción probeta A3.....	61
Tabla 4.12 Ensayo de tracción probeta A4.....	62
Tabla 4.13 Ensayo de tracción probeta B1.....	63
Tabla 4.14 Ensayo de tracción probeta B2.....	64
Tabla 4.15 Ensayo de tracción probeta B3.....	65
Tabla 4.16 Ensayo de tracción probeta B4.....	66
Tabla 4.17 Ensayo de tracción probeta B5.....	67
Tabla 4.18 Ensayo de tracción probeta C1.....	68
Tabla 4.19 Ensayo de tracción probeta C2.....	69
Tabla 4.20 Ensayo de tracción probeta C3.....	70
Tabla 4.21 Ensayo de tracción probeta C4.....	71
Tabla 4.22 Ensayo de tracción probeta C5.....	72
Tabla 4.23 Ensayo de tracción probeta D1.....	73
Tabla 4.24 Ensayo de tracción probeta D2.....	74
Tabla 4.25 Ensayo de tracción probeta D3.....	75
Tabla 4.26 Ensayo de tracción probeta D4.....	76
Tabla 4.27 Ensayo de tracción probeta D5.....	77
Tabla 4.28 Ensayo de tracción probeta E1.....	78

Tabla 4.29 Ensayo de tracción probeta E2.....	79
Tabla 4.30 Ensayo de tracción probeta E3.....	80
Tabla 4.31 Ensayo de tracción probeta E4.....	81
Tabla 4.32 Ensayo de tracción probeta E5.....	82
Tabla 4.33 Ensayo de tracción probeta F1.....	83
Tabla 4.34 Ensayo de tracción probeta F2.....	84
Tabla 4.35 Ensayo de tracción probeta F3.....	85
Tabla 4.36 Ensayo de tracción probeta F4.....	86
Tabla 4.37 Ensayo de tracción probeta F5.....	87
Tabla 4.38 Ensayo de tracción probeta G1.....	88
Tabla 4.39 Ensayo de tracción probeta G2.....	89
Tabla 4.40 Ensayo de tracción probeta G3.....	90
Tabla 4.41 Ensayo de tracción probeta G4.....	91
Tabla 4.42 Ensayo de tracción probeta G5.....	92
Tabla 4.43 Ensayo de tracción probeta H1.....	93
Tabla 4.44 Ensayo de tracción probeta H2.....	94
Tabla 4.45 Ensayo de tracción probeta H3.....	95
Tabla 4.46 Ensayo de tracción probeta H4.....	96
Tabla 4.47 Ensayo metalográfico de la probeta A.....	97
Tabla 4.48 Ensayo metalográfico de la probeta B.....	98
Tabla 4.49 Ensayo metalográfico de la probeta C.....	99
Tabla 4.50 Ensayo metalográfico de la probeta D.....	100
Tabla 4.51 Ensayo metalográfico de la probeta E.....	101
Tabla 4.52 Ensayo metalográfico de la probeta F.....	102
Tabla 4.53 Ensayo metalográfico de la probeta G.....	103
Tabla 4.54 Ensayo metalográfico de la probeta H.....	104
Tabla 4.55 Ensayo de dobles guiado de la probeta A1.....	105
Tabla 4.56 Ensayo de dobles guiado de la probeta A2.....	106
Tabla 4.57 Ensayo de dobles guiado de la probeta B1.....	107
Tabla 4.58 Ensayo de dobles guiado de la probeta B2.....	108
Tabla 4.59 Ensayo de dobles guiado de la probeta C1.....	109
Tabla 4.60 Ensayo de dobles guiado de la probeta C2.....	110
Tabla 4.61 Ensayo de dobles guiado de la probeta D1.....	111
Tabla 4.62 Ensayo de dobles guiado de la probeta D2.....	112
Tabla 4.63 Ensayo de dobles guiado de la probeta E1.....	113
Tabla 4.64 Ensayo de dobles guiado de la probeta E2.....	114
Tabla 4.65 Ensayo de dobles guiado de la probeta F1.....	115
Tabla 4.66 Ensayo de dobles guiado de la probeta F2.....	116

Tabla 4.67 Ensayo de dobles guiado de la probeta G1.	117
Tabla 4.68 Ensayo de dobles guiado de la probeta G2.	118
Tabla 4.69 Ensayo de dobles guiado de la probeta H1.	119
Tabla 4.70 Ensayo de dobles guiado de la probeta H2.	120
Tabla 4.71 Ensayo de dureza de la probeta A1.	121
Tabla 4.72 Ensayo de dureza de la probeta A2.	122
Tabla 4.73 Ensayo de dureza de la probeta A3.	123
Tabla 4.74 Ensayo de dureza de la probeta B1.	124
Tabla 4.75 Ensayo de dureza de la probeta B2.	125
Tabla 4.76 Ensayo de dureza de la probeta B3.	126
Tabla 4.77 Ensayo de dureza de la probeta C1.	127
Tabla 4.78 Ensayo de dureza de la probeta C2.	128
Tabla 4.79 Ensayo de dureza de la probeta C3.	129
Tabla 4.80 Ensayo de dureza de la probeta D1.	130
Tabla 4.81 Ensayo de dureza de la probeta D2.	131
Tabla 4.82 Ensayo de dureza de la probeta D3.	132
Tabla 4.83 Ensayo de dureza de la probeta E1.	133
Tabla 4.84 Ensayo de dureza de la probeta E2.	134
Tabla 4.85 Ensayo de dureza de la probeta E3.	135
Tabla 4.86 Ensayo de dureza de la probeta F1.	136
Tabla 4.87 Ensayo de dureza de la probeta F2.	137
Tabla 4.88 Ensayo de dureza de la probeta F3.	138
Tabla 4.89 Ensayo de dureza de la probeta G1.	139
Tabla 4.90 Ensayo de dureza de la probeta G2.	140
Tabla 4.91 Ensayo de dureza de la probeta G3.	141
Tabla 4.92 Ensayo de dureza de la probeta H1.	142
Tabla 4.93 Ensayo de dureza de la probeta H2.	143
Tabla 4.94 Ensayo de dureza de la probeta H3.	144
Tabla 4.95 Datos sobre los ensayos de tracción según el amperaje y separación en juntas soldadas a tope en aleación de aluminio 6005-T6.	145
Tabla 4.96 Datos sobre los ensayos de tracción según el amperaje y temperatura de precalentamiento en juntas soldadas a tope en aleación de aluminio 6005-T6.	145
Tabla 4.97 Cálculo de χ^2	146
Tabla 6.1 Procedimiento para la construcción de una ventana para bus.	152
Tabla 6.2 Costo total de la investigación.	166

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW CON ELECTRODO E4043 APLICADO EN LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 6005-T6 Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA JUNTA SOLDADA DEL MARCO DE LA VENTANA DEL BUS EN CARROCERÍAS IMCE.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización del problema

A nivel mundial el aluminio ha sido un aleado primordial de diferentes industrias para su continuo desarrollo ya que por sus ventajas y características hacen de este material uno de los más utilizados; como principal ventaja podemos mencionar su bajo peso y gran resistividad a la corrosión. El estudio de la soldadura en aluminio por proceso SMAW es muy importante ya que se puede implementar en muchas empresas mejorando propiedades mecánicas que no se obtienen con los tradicionales remaches.

El aluminio es un metal cuyo consumo evoluciona en forma acelerada, lo cual se debe a su variedad para diferentes aplicaciones y a su gran capacidad para sustituir con ventajas a otros metales.

En la empresa IMCE existe un procedimiento para este tipo de soldadura, el mismo que necesita ser mejorado. Motivo por el cual se crea la necesidad de realizar un estudio sobre este proceso de soldadura enfocado al mejoramiento de las propiedades mecánicas del cordón de soldadura.

1.2.2 Análisis Crítico

Dentro de la Ingeniería Mecánica y especialmente en el área de materiales muchas personas tienen dificultades al tratar de soldar aluminio, debido a la poca investigación en este tipo de procesos de fabricación. La mayoría de empresas no tienen un proceso adecuado para realizar los trabajos de soldadura en aluminio, lo que trae como consecuencia la aplicación de un método inadecuado para soldar, ocasionando bajas propiedades mecánicas en la junta soldada.

Con este proyecto de investigación se pretende analizar y mejorar el proceso de soldadura SMAW en aluminio. Al realizar este trabajo la empresa IMCE podrá mejorar la calidad de suelda en los perfiles de aluminio que utilizan para la construcción de marcos de ventanas para los buses ya que con el proceso que desarrollan en la actualidad se lo hace de forma empírica sin conocer que resistencia tiene la soldadura.

Este proyecto está enfocando a ser una fuente de investigación para proporcionar técnicas y procedimientos adecuados que permita mejorar la soldabilidad del aluminio, centrándose principalmente en la variación del amperaje y mediante los resultados obtenidos poder contribuir a futuras investigaciones dentro del área de soldadura de aluminio.

1.2.3 Prognosis

De no llevarse a cabo el presente estudio se desconocería la influencia de la variación de los diferentes parámetros de soldadura aplicados en la aleación de aluminio 6005-

T6 y su efecto en las propiedades mecánicas de la junta soldada de las ventanas de la estructura del bus en la empresa IMCE, así como también se desconocería Las propiedades mecánicas de la junta soldada de la ventana de la estructura del bus de aleación de Aluminio 6005-T6 mediante la variación de los parámetros de soldadura.

1.2.4 Formulación del problema

¿La variación de los parámetros en el proceso SMAW con electrodo E4043 aplicados en la aleación de aluminio 6005-T6 permitirá mejorar las propiedades mecánicas de la junta soldada de la ventana de la estructura del bus en CARROCERÍAS IMCE?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cuál es el amperaje adecuado en el procedimiento SMAW para la soldadura de la aleación de Aluminio 6005-T6?

¿Será necesario precalentar la aleación de Aluminio 6005-T6 para realizar el proceso de soldadura SMAW en la ventana de la estructura del bus?

¿Cuáles serán las propiedades mecánicas obtenidas mediante el procedimiento SMAW en la soldadura de la aleación de Aluminio 6005-T6?

1.2.6 Delimitación

1.2.6.1 De contenido

Campo: Ingeniería Mecánica

Área: Materiales

Aspecto: Soldadura

1.2.6.2 Espacial

El presente proyecto de investigación se elaborará Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi y en CARROCERÍAS IMCE ubicada en la Av. Indoamérica Km.1 1/2 y Queretaro para la obtención de datos.

1.2.6.3 Temporal

Este proyecto será desarrollado durante el periodo Abril de 2014 - Abril de 2015.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En CARROCERÍAS IMCE existe la necesidad de mejorar el proceso de soldadura SMAW en la aleación de aluminio 6005-T6 para su posterior aplicación e implementación en el marco de la ventana de la estructura del bus ya que con el estudio se podrá definir parámetros y propiedades mecánicas del cordón.

Es necesaria la implementación de un proceso de soldadura para la aleación de aluminio 6005-T6 debido a que con este tipo de aleación se fabrican ventanas para buses los mismos que necesitan garantizar la calidad de soldadura.

Es factible la elaboración de la presente investigación por cuanto se dispone de bibliografía sobre el tema, también se tiene acceso a la información que proporcionara la empresa para la investigación; además, se cuenta con la asesoría respectiva y los recursos que se requiere para la elaboración del proyecto.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Estudiar la variación de los parámetros en el proceso SMAW con electrodo E4043 aplicados en la aleación de aluminio 6005-T6 para mejorar las propiedades mecánicas de la junta soldada de la ventana de la estructura del bus en CARROCERÍAS IMCE.

1.4.2 Objetivos específicos

- Estudiar el amperaje en el proceso SMAW para la soldadura de la aleación de Aluminio 6005-T6.
- Analizar si es necesario precalentar la aleación de Aluminio 6005-T6 para realizar el proceso de soldadura SMAW en la ventana de la estructura del bus
- Determinar las propiedades mecánicas obtenidas mediante la aplicación del proceso SMAW en la soldadura de la aleación de Aluminio 6005-T6.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para la realización de esta investigación se ha tomado como referencia las siguientes tesis: de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad Civil y Mecánica, Tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería y de la Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Naval.

En la tesis del Ing. Fredy Estuardo Hidalgo Ortiz de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad Civil y Mecánica con el tema: “ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DEL AMPERAJE AL REALIZAR SOLDADURAS A TOPE MEDIANTE PROCESO GMAW APLICADO A LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 5086-H116 Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR”, menciona que: En la realización de soldaduras a tope en aleaciones de aluminio 5086 H-116, mediante el proceso GMAW y con material de aporte el alambre ER5356, se establece la influencia del amperaje sobre las propiedades mecánicas del cordón de soldadura y de la zona afectada por el calor ZAC (Hidalgo, 2014).

En las conclusiones obtenidas, se determinan que el amperaje adecuado para obtener mejores propiedades mecánicas es soldar con 148 amperios, condición en la cual el componente microestructural de la aleación Mg_2Si , se encuentra en forma de pequeñas partículas y con distribución uniforme dentro de la matriz, lo que permite alcanzar mejores propiedades mecánicas, en cuanto al otro componente Mg_2Al_3 este

se está distribuido en partículas finas y no forman redes continuas lo que ayuda a que la aleación sea resistente a la corrosión (Hidalgo, 2014).

En la tesis del Ing. Juan Luis Zarate Monje de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería con el tema: “COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS EN EL SOLDEO DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO CON MATERIALES DE APORTE ER4043 Y ER 5356 MEDIANTE EL PROCESO MIG”, menciona que: En la fabricación de uniones soldadas con aporte ER 4043 y ER5356 se estable importantes diferencias en características y propiedades, las uniones realizadas con aporte ER 4043 debido a que contiene 5% de Silicio, presentan mejor acabado superficial, mayor penetración, pero muestra algunos inconvenientes en las planchas de aluminio de bajo espesor ya que se puede obtener porosidades (Zarate, 2007).

Durante este estudio se trabajó con el proceso MIG semiautomático, debido a que es el más adecuado para soldar aluminio y sus aleaciones ya que permite obtener cordones de soldadura con mejor calidad, así también en sus conclusiones obtuvo que la apariencia superficial del cordón de soldadura con el aporte ER 4043 es mejor debido al contenido del 5% de Silicio además permite mantener la estabilidad del arco durante el soldeo, sucede lo contrario con el otro aporte, pues presenta muchas salpicaduras y un cordón imperfecto (Zarate, 2007).

En la tesis del Ing. Mauricio Sebastián Maureira González de la Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Naval con el tema: “APLICACIÓN DE LA SOLDADURA EN ESTRUCTURAS DE ALUMINIO”, menciona que: Se debe tener conocimiento de las características del material con el cual se trabajara, para poder definir la maquinaria y equipamiento a usar, el tipo de procesos y su entrono, así también se establece la necesidad de procedimientos de inspecciones para determinar la calidad del cordón de soldadura, por lo cual se debe familiarizar con métodos de ensayos destructivos y no

destruictivos para su evaluación y por ultimo menciona la necesidad de disponer de un lugar adecuado con equipamientos y personal calificado, para asegurar un producto de calidad y confiable en todo momento del proyecto, sin dejar de lado las seguridades del personal y de medio ambiente (Maureira, 2007).

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Esta investigación se realizará aplicando un paradigma crítico-propositivo; crítico porque se analizará los diferentes parámetros de soldadura aplicados en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW, y propositivo porque se buscará plantear alguna solución práctica al problema propuesto.

La presente investigación tiene como propósito estudiar y comprender las causas, efectos y posibles soluciones a la problemática de la soldabilidad de la aleación de aluminio 6005-T6.

El diseño de la investigación debe ser abierto y flexible debido a los diferentes cambios y propuestas que se pueden dar en el transcurso de esta investigación.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación se desarrolló basada en las siguientes normas:

- Norma AWS A5.3 Especificación para aluminio y aleación de aluminio y Electrodo para la soldadura por arco metálico protegido.
- Norma AWS D1.2 Código de Soldadura Estructural– Aluminio y aleaciones de aluminio.
- Norma AWS D1.3 Código de Soldadura Estructura – Chapa de acero

- Norma INEN 0109 Ensayo de tracción para materiales metálicos a temperatura ambiente.
- Norma ASTM E 3 Especificación Estándar para la preparación de muestras.
- Norma ASTM E-10 Método de prueba estándar para dureza Brinell de los materiales metálicos.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

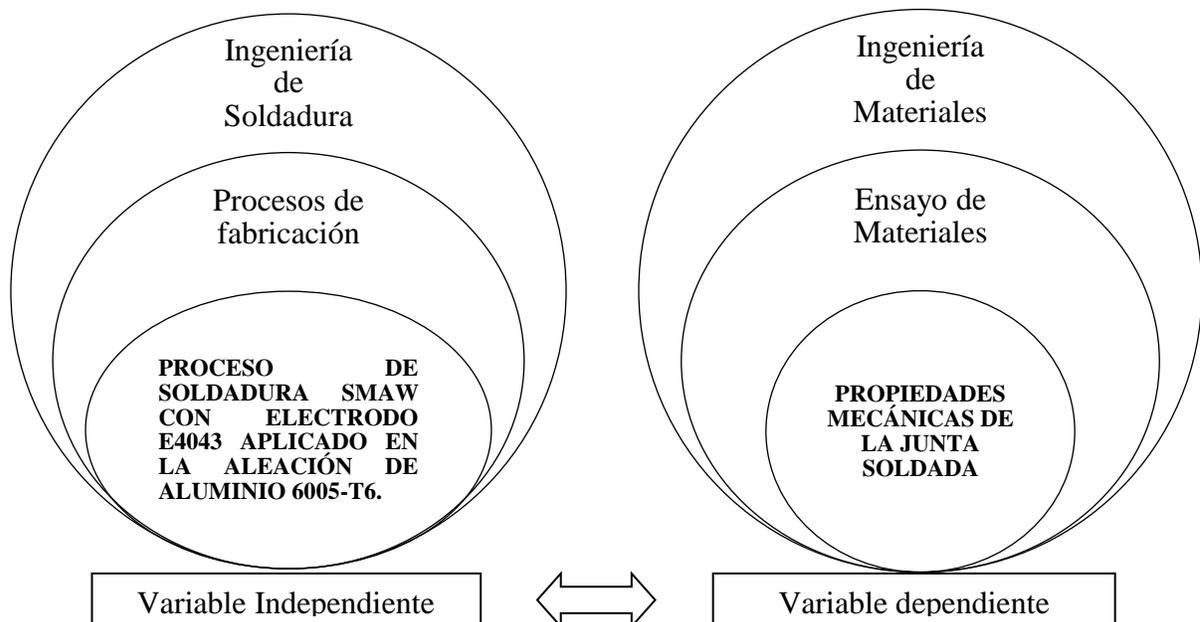


Figura 2.1: Categorías fundamentales

Fuente: Josué Pérez

2.4.1 Ingeniería de Soldadura.

a) Definición de soldadura

La AWS (American Welding Society) define a la soldadura como un proceso de unión calentando los metales a temperatura de soldadura con aplicación de presión o

sin ella, o por aplicación de presión sola, y con la aplicación de metal de aporte o sin él, el proceso de soldadura se diferencia de los otros procesos de unión de metales, en que la unión creada es muy fuerte y permanente (Miller, 2014).

Alrededor de 94 diferentes tipos de procesos de soldadura existen según la AWS reconocidos que usan diferentes fuentes de energía para unir metales. Los procesos de unión de metales que más se usan hoy en día son: SMAW (Soldadura por arco de metal protegido), GTAW (Soldadura por arco de tungsteno con gas), GMAW (Soldadura por arco metálico con gas), FCAW (Soldadura por arco con núcleo de fundente), y SAW (Soldadura por arco sumergido) (Miller, 2001).

b) Composición del pozo de soldadura en aleaciones de aluminio

La soldadura de las aleaciones de aluminio 5086 mediante proceso GMAW se lo realiza generalmente con alambre ER5356 (Pastor, 2004).

Resulta importante determinar el porcentaje de dilución en juntas a tope figura 2.2 y se lo realiza mediante la siguiente ecuación 2.1:

$$\%dilucion = \frac{s}{s + S}$$

Ec. 2.1

Donde:

s = Área del metal base fundida

S = Área de la soldadura total.

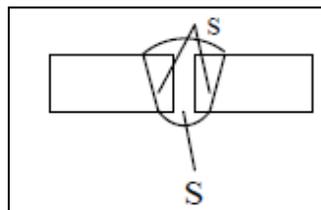


Figura 2.2. Áreas para cálculo del % de dilución en soldaduras

Fuente: Pastor, M. 2004.

El porcentaje de dilución varía del 25 al 40% para el material de aporte y del 60 al 75% para el material base (Pastor, 2004).

Cabe recalcar que en este tipo de unión de metales a medida que se eleva la temperatura es decir el aumento de amperaje existe mayor porcentaje de evaporación del magnesio, el mismo que normalmente está en un rango de 1,11% a 1,30%, mientras más elevada es la evaporación del magnesio las propiedades mecánicas de la soldadura disminuyen, para el cálculo del porcentaje de magnesio residual lo podemos hacer con la ecuación 2.2 (Mathers, 2002).

$$\% \text{ de Mg residual} = \% \text{ de Mg total} - \% \text{ de Mg Perdido}$$

Ec. 2.2

c) Tipos de electrodos para soldar aluminio con proceso SMAW

En la figura 2.3 las normas AWS se especifica que para una correcta selección de electrodos para soldadura de aluminio y aleaciones de aluminio nos apoyamos en la siguiente especificación de electrodos.

AWS Filler Metal Specifications by Material and Welding Process								
	OFW	SMAW	GTAW GMAW PAW	FCAW	SAW	ESW	EGW	Brazing
Carbon Steel	A5.2	A5.1	A5.18	A5.20	A5.17	A5.25	A5.26	A5.8, A5.3
Low-Alloy Steel	A5.2	A5.5	A5.28	A5.29	A5.23	A5.25	A5.26	A5.8, A5.3
Stainless Steel		A5.4	A5.9, A5.22	A5.22	A5.9	A5.9	A5.9	A5.8, A5.3
Cast Iron	A5.15	A5.15	A5.15	A5.15				A5.8, A5.3
Nickel Alloys		A5.11	A5.14		A5.14			A5.8, A5.3
Aluminum Alloys		A5.3	A5.10					A5.8, A5.3
Copper Alloys		A5.6	A5.7					A5.8, A5.3
Titanium Alloys			A5.16					A5.8, A5.3

Figura 2.3. Especificaciones AWS para material de aporte por proceso de soldadura de metal.

Fuente: Norma AWS A5.3; p. 17

Según las especificaciones AWS, para una correcta selección del material de aporte nos debemos regir a la norma AWS A5.3, a continuación en la figura 2.4 recomienda los siguientes electrodos.

Tension Test Requirements		
AWS Classification	Tensile Strength, min. ^a	
	psi	MPa
E1100	12 000	80
E3003	14 000	95
E4043	14 000	95

Figura 2.4. Clasificación AWS de electrodos.

Fuente: Norma AWS A5.3; p. 5

d) Composición química del electrodo

El presente trabajo de investigación se sustenta en la norma AWS A5.3 que sugiere el electrodo E4043 para soldaduras de aluminio y aleaciones de aluminio, el mismo que se ocupa en el proceso de soldadura de aluminio en la empresa IMCE. En la figura 2.5 se detalla los componentes químicos para el electrodo E 4043.

Chemical Composition Requirements for Core Wire												
		Weight Percent ^{a,b}										
AWS Classification ^f	UNS Designation ^c	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Be	Other Elements		
										Each	Total	Al
E1100	A91100	(d)	(d)	0.05-0.20	0.05	—	0.10	—	0.0008	0.05	0.15	99.00 min ^e
E3003	A93003	0.6	0.7	0.05-0.20	1.0-1.5	—	0.10	—	0.0008	0.05	0.15	Remainder
E4043	A94043	4.5-6.0	0.8	0.30	0.05	0.05	0.10	0.20	0.0008	0.05	0.15	Remainder

Figura 2.5. Composición química de los electrodos.

Fuente: Norma AWS A5.3; p. 2

2.4.2 Procesos de Fabricación

a) Proceso de soldeo en aleaciones de aluminio

La soldabilidad se dificulta en una aleación de aluminio porque intervienen algunos parámetros tales como el proceso de soldadura, tipo de aleación, material de aporte, prestaciones requeridas, etc.; formando un conjunto de condiciones que garantizarían

la estabilidad del elemento soldado. Estos no actúan de manera independiente, sumándose el efecto que tendría la variación de un parámetro respecto a otros (Zarate, 2007).

Se podría obtener un cordón de buena calidad y uniones satisfactorias con un equipo de soldadura que posea tecnología diseñada para soldadura de aluminio y sus aleaciones y que permitiría manejar de mejor manera los parámetros de soldadura, sin embargo hay que considerar que para cada material de aluminio o aleaciones se obtendrá diferentes resultados debido a sus características (Zarate, 2007).

Para los diferentes procesos de soldadura es necesario conocer el comportamiento que tienen las aleaciones de aluminio, es por ello que se menciona en la figura 2.6 la clasificación de la soldabilidad de algunas aleaciones representativas de cada serie para cada proceso de soldeo, determinada por la Welding Data Book/Welding and Fabrication Magazine (Zarate, 2007).

Aleación	Gas	Arco con Gas Inerte	Soldadura por Resistencia	Soldadura por Presión	Soldadura Fuerte	Soldadura Blanda con Fundente		Esfuerzo a la Ruptura a la Tensión (MPa)	Resistencia a la Fluencia a Tensión (MPa)
						Baja Temp.	Alta Temp.		
1100-O	A	A	B	A	A	A	A	69	34
1100-H8	A	A	A	A	A	A	A	165	152
3003-O	A	A	B	A	A	A	A	110	41
3003-H18	A	A	A	A	A	A	A	200	186
3004-O	A	A	B	A	B	B	A	179	69
3004-H38	A	A	A	B	B	B	A	283	248
2011-T3	D	D	D	D	D	D	D	379	296
2014-T4	D	C	B	C	D	D	D	427	290
2017-T4	D	C	B	D	D	D	D	427	276
4032-T6	D	B	C	C	D	D	D	379	317
5050-O	A	A	B	A	B	C	B	145	55
5050-H38	A	A	A	B	B	C	B	221	200
5052-O	A	A	B	A	C	C	C	193	90
5454-O	C	A	B	B	D	D	D	248	117
5456-O	C	A	B	B	D	D	D	310	159
6061-T4	A	A	A	B	A	B	B	341	145
6061-T6	A	A	A	B	A	B	B	310	276
6063-T5	A	A	A	B	A	B	B	186	145
7075-T6	D	C	B	D	D	D	D	572	503

A= Muy Bueno, B=Bueno, C= Regular, D=Deficiente

Figura 2.6. Clasificación de la soldabilidad de las aleaciones de aluminio forjables

Fuente: Horwitz, Henry Vol. I, II México, 1990. Vol. 2, p. 582 - 584.

b) Tecnología en la aplicación de los procesos de soldadura

Realizando una correcta preparación de las uniones, se obtendrá una soldadura eficaz en aluminio logrando una buena penetración en la raíz de la unión y produciendo una soldadura sin defectos, para lograr dicho propósito se emplean múltiples herramientas y diversos procesos de fabricación que se detallan en la figura 2.7, ya sea para los cortes o la preparación de la soldadura del material (Maureira,2007).

<u>PROCESOS</u>		<u>APLICACIONES</u>
F U S I O N	TIG	Alta calidad en toda posición No utiliza electrodo consumible Puede ser usado con o sin metal de aporte Puede ser manual, mecánico o totalmente automatizado Baja velocidad del deposito sin metal de aporte Alta velocidad del deposito con metal de aporte Ocupa corriente continua y alterna
	MIG	Alta calidad en toda posición Utiliza alambre de alimentación continua Puede ser manual, mecánico o totalmente automatizado Alta velocidad del deposito Puede ser adherida otra pistola soldadora Ocupa corriente continua y alterna
	Arco Manual	Aplicaciones limitadas Usa electrodo consumible revestido Sin o poca tensión en las uniones Obsoleto
	Oxiacetileno	Baja calidad de la soldadura Uniones sin tensiones Obsoleto
	Haz electrónico	Alta calidad y presión Usos en defensa aéreo espacial y equipos electrónicos Requiere cámara de vacío Alto costo inicial
	Láser	Alta calidad y precisión Usos en defensa aéreo espacial y equipos electrónicos Alto costo inicial
	Arco sumergido	Aplicaciones limitadas Ej.: Barras de distribución Problemas de porosidad Obsoleto

F	P	U	R	S	I	O	N	Y	ION	Y	Arco a tope	Aplicaciones en uniones de cañerías Alto costo inicial
											magnético	Bajo costo del proceso Totalmente automatizado
R	E	S	I	S	T	A	C	T	O	ACTO	Costura por puntos	Aplicaciones : industria automotriz y aéreo espacial Alto costo inicial Alta productividad
											Adhesiva	Combina la soldadura por puntos a través de un adhesivo fijador en las uniones traslapadas Aplicaciones : industria automotriz
											Inducción de alta frecuencia	Empalmes de tope Aplicaciones : tiras de cañerías Alto capital inicial Alta productividad
											Fricción	Aplicaciones : barras rectangulares, circulares y secciones huecas Une distintos metales Alto capital inicial
F	A	S	E	S	O	L	I	D	A	S	Explosiva	Aplicaciones : uniones de tiras de cañerías Une distintos metales y revestimientos
											Ultrasónica	Aplicaciones : uniones traslapadas en aceite Al-Cu para terminaciones eléctricas
											Presión fría	Aplicaciones : uniones traslapadas y a tope Ej.: Al-Cu, Al-acero, Al en laminas con cables
											Presión caliente	Aplicaciones : uniones traslapadas en rollos Uniones a tope lado con lado

Figura 2.7 Principales procesos de soldadura

Fuente: Mauricio Sebastián Maureira González, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Naval. p. 8,9

2.4.3 Proceso de soldadura SMAW con electrodo e4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-t6.

a) Soldadura al arco con gas de protección MIG/MAG (GMAW)

La soldadura GMAW utiliza un hilo (alambre) para soldar que se alimenta automáticamente, a una velocidad constante como un electrodo. Se genera un arco

entre el metal base y el hilo, y el calentamiento resultante funde este proporcionando la unión de las placas base (Indura S.A., 2010).

Este método toma su nombre del hecho de que en su origen utilizaba solo gases inertes para protección de la soldadura, así que se le puso el nombre de metal inert gas (MIG). Hoy en día se utilizan muchos gases, algunos son inertes y no reactivos en cualquier circunstancia y otros son reactivos y pueden combinarse bajo ciertas condiciones de ahí la otra denominación (MAG) metal active gas y producto de los cambios en el gas protector, el término soldadura por arco metálico bajo gas protector GMAW, gas metal arc welding (Jeffus, 2008).

Este proceso de soldadura consiste básicamente en mantener un arco eléctrico entre el elemento a soldar y el extremo de un electrodo consumible constituido por un alambre continuo que se alimenta hacia el arco automáticamente desde una boquilla como lo indica la figura 2.8, en la soldadura MIG, el gas inerte que se utiliza no reacciona químicamente con el baño de fusión por lo que no tiene los problemas del proceso MAG (Lincoln, 2010).

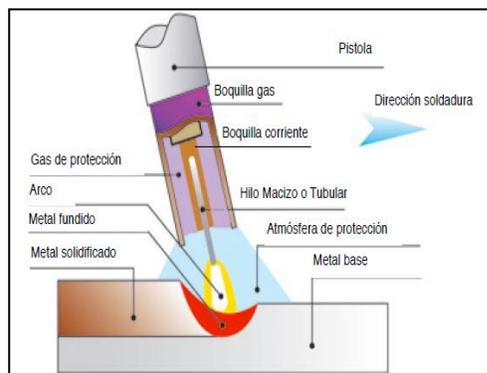


Figura 2.8 Proceso (MIG/MAG) GMAW - Soldadura al Arco con Gas de Protección

Fuente: Catalogo de consumibles. Lincoln Electric Europe. p. 14

b) Soldadura tungsteninert gas TIG (GTAW)

La soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) es un método que fue desarrollado en la década de 1940 para la soldadura de aleaciones de aluminio y magnesio. Con el pasar

del tiempo este proceso ha ido mejorando hasta llegar a convertirse en un proceso bien establecido, además del aluminio y magnesio, el método TIG es usado en la soldadura de los aceros inoxidable, así como la de los aceros al carbono y baja aleación en la figura 2.9 se muestra el proceso TIG (Indura S.A. 2010).

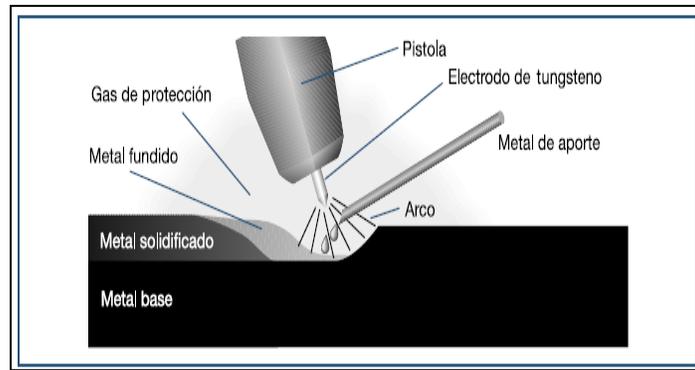


Figura 2.9 Proceso GTAW (TIG) Tungsten Inert Gas

Fuente: Manual de sistemas y materiales de soldadura. Indura S.A. p. 121

A la soldadura GTAW se la considera uno de procesos de soldadura más versátiles ya que se la puede utilizar para hacer soldaduras de alta calidad en casi cualquier metal, posición y en casi cualquier espesor de placa o tubo (Jeffus, 2008).

El proceso de soldadura GTAW tiene algunas ventajas sobre la mayoría de los otros procesos de soldadura es decir es un proceso muy limpio y versátil, este proceso no deja escoria, tal como ocurre en la mayoría de los procesos de soldadura por lo que no se realiza una limpieza posterior. La soldadura por arco bajo gas protector con electrodo de tungsteno llegó convertirse en el método más popular para producir uniones de metales considerados difíciles de soldar como magnesio, aluminio, titanio y algunas calidades d acero inoxidable (Jeffus, 2008).

c) Sistema arco sumergido (SAW)

La soldadura de arco sumergido es un proceso semiautomático o automático que se emplea uno o dos electrodos metálicos desnudos, y el arco es protegido mediante una

cubierta de suministro independiente de un fundente granular fusible. No hay evidencia visible del arco en este método, el arco, el electrodo fundido y el pocillo fundido de soldadura quedan totalmente cubiertos por el fundente conductor de alta resistencia (Lincoln, 2010).

Una cabeza de soldadura de diseño especial figura 2.10, alimenta el electrodo continuo y el fundente en forma separada, con la variación de la composición química del fundente se puede soldar algunas variedades de metales y de aleaciones en diversos tipos de juntas. Sin embargo, la soldadura de arco sumergido es principalmente un proceso de producción que es empleado para soldaduras en línea recta, especialmente en la formación de marcos para cajas (Horwitz, 1997).

Este proceso se caracteriza por sus altos regímenes de deposición y es normalmente empleado para soldaduras de grandes espesores de acero al carbono o de baja aleación (Indura S.A., 2010).

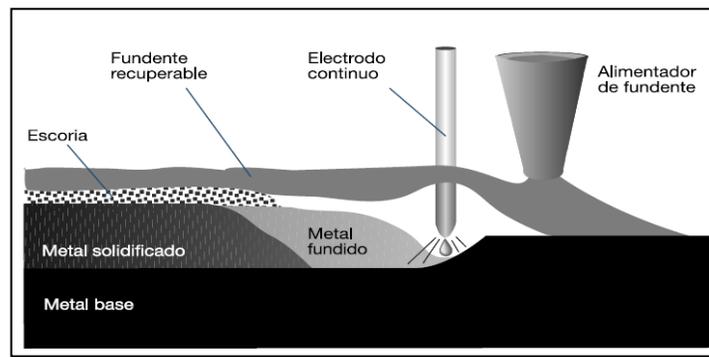


Figura 2.10 Proceso (SAW) Sistema arco sumergido

Fuente: Manual de sistemas y materiales de soldadura. Indura S.A. p.110

d) Sistema arco manual (SMAW)

El sistema de soldadura Arco Manual, como se muestra en la figura 2.11 se define como un proceso en el cual se unen dos metales mediante una fusión localizada, producto de un arco eléctrico entre un electrodo metálico y el material base que se desea soldar, la soldadura al arco se conoce desde fines del siglo pasado en esa época

se utilizaba como material de aporte una varilla metálica descubierta. No paso mucho tiempo y se descubrió que el oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera causan fragilidad y poros en la soldadura, por lo que a la varilla de aporte se le agregó un revestimiento que al quemarse producía un gas protector contribuyendo a mejorar notablemente varios aspectos del proceso (Indura, 2007).

Las características mecánicas y químicas de la unión están determinadas por el revestimiento del electrodo el cual está constituido por un conjunto de componentes minerales y orgánicos que cumplen las siguientes funciones (Indura, 2007).

1. Producir gases protectores para evitar la contaminación atmosférica y gases ionizantes para dirigir y mantener el arco.
2. Producir escoria para proteger el metal ya depositado hasta su solidificación.
3. Suministrar materiales desoxidantes, elementos de aleación y hierro en polvo.

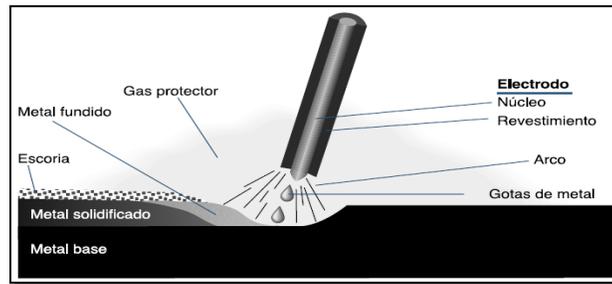


Figura 2.11 Proceso Sistema arco manual (SMAW)

Fuente: Manual de sistemas y materiales de soldadura. Indura S.A. p. 28

La conexión del cable del electrodo y del cable de tierra es una parte fundamental del circuito de soldadura en el cual con corriente directa los cables del electrodo y de tierra pueden conectarse en dos formas diferentes. La una conocida como polaridad directa (PD), y la otra como polaridad invertida (PI). En la conexión PI, el cable de tierra o del elemento a soldar debe conectarse al terminal negativo (-), y el cable del electrodo al terminal positivo (+). En la conexión de PD, el cable de tierra o del elemento a soldar, debe conectarse al terminal positivo (+), y el cable del electrodo al terminal negativo (-) (Horwitz, 1997).

En la figura 2.12 se presenta el valor de la corriente para cada diámetro de electrodo E 4043 para soldadura SMAW

milímetros	pulgadas	Amperes
3,2 x 356	1/8 x 14	70 – 100
4,0 x 356	5/32 x 14	90 – 125

Figura 2.12 Amperajes de soldeo recomendados.

Fuente: Ficha técnica de Electroodos Infra. p. 1

Las posiciones en que se puede soldar con el electrodo E4043 se describen en la figura 2.13



Figura 2.13 Posiciones de soldadura para el electrodo E4043

Fuente: Hoja técnica de Soldexa/Oerlikon/Alcord5Si. p. 1

e) Posiciones de Soldadura

Es preferible realizar una soldadura en posición plana o bajo la mano para facilitar el trabajo del operario al depositar el material y con velocidad adecuada, el charco es mayor en esta posición, con una solidificación lenta y velocidad de enfriamiento, permitiendo a los gases desarrollarse gradualmente desde el charco, reduciendo la porosidad en la soldadura. En posiciones vertical y horizontal es más difícil lograr una soldadura aceptable debido a que el charco por la fuerza de gravedad tiende a caer, este efecto es más marcado en el proceso MIG que con el TIG, por esto se justifica que la posición plana da mejor calidad de soldadura a un menor costo, la soldadura se la realiza en la posición definitiva de los elementos estructurales, para eso se han desarrollado varias técnicas para distintas posiciones, mismas que se

pueden clasificarse de acuerdo a la posición que se encuentra la unión o las secciones que serán soldadas (Maureira, 2007).

La calidad de la soldadura se determina por los procedimientos y la habilidad de los soldadores u operarios de la soldadura para aplicar estos procedimientos; es muy común que decisiones de cómo debe hacerse la soldadura, el metal de aporte y los parámetros de la soldadura se los dejen a criterio del operario, mientras pueda ser aceptable en situaciones donde la calidad de la soldadura no incide en la integridad de la fabricación, pero no se permite cuando es crucial para el desempeño de los elementos (Maureira, 2007).

Ya sea por las especificaciones técnicas o del contrato del proyecto, por las normas a aplicarse durante el proceso existe la necesidad que soldadores calificados trabajen en estos procedimientos. Los principios que aprueban la calificación, están basados en requisitos estándar de ensayo de los elementos de prueba, una lista de parámetros, un número de variables y los rangos correspondientes de aprobación (Maureira, 2007).

Con la realización de estas pruebas no se garantiza que el soldador produzca soldaduras satisfactorias cada vez que las realice, pero se podrá considerar o evitar el empleo del personal cuyo trabajo no esté aceptable. En consecuencia, durante los procesos de fabricación, los soldadores deben ser inspeccionados antes y después de terminar el trabajo (Maureira, 2007).

En la figura 2.14 se presenta la designación de acuerdo a la ANSI/AWS A3.0:2001, para posiciones de soldadura y en la figura 2.15 los esquemas básicos de soldadura.

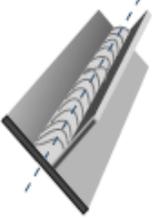
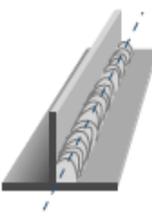
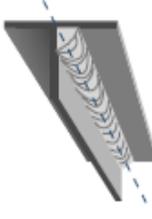
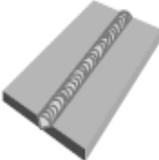
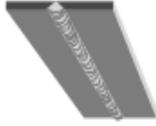
Plano	Horizontal	Vertical	Sobrecabeza
Uniones de filete			
			
1F	2F	3F	4F
Uniones biseladas			
			
1G	2G	3G	4G
Uniones de tuberías			
La tubería se rota mientras se suelda 		La tubería no se rota mientras se suelda 	
1G	2G	5G	6G

Figura 2.14 Posiciones en soldadura

Fuente: Manual de sistemas y materiales de soldadura. Indura S.A. p. 16

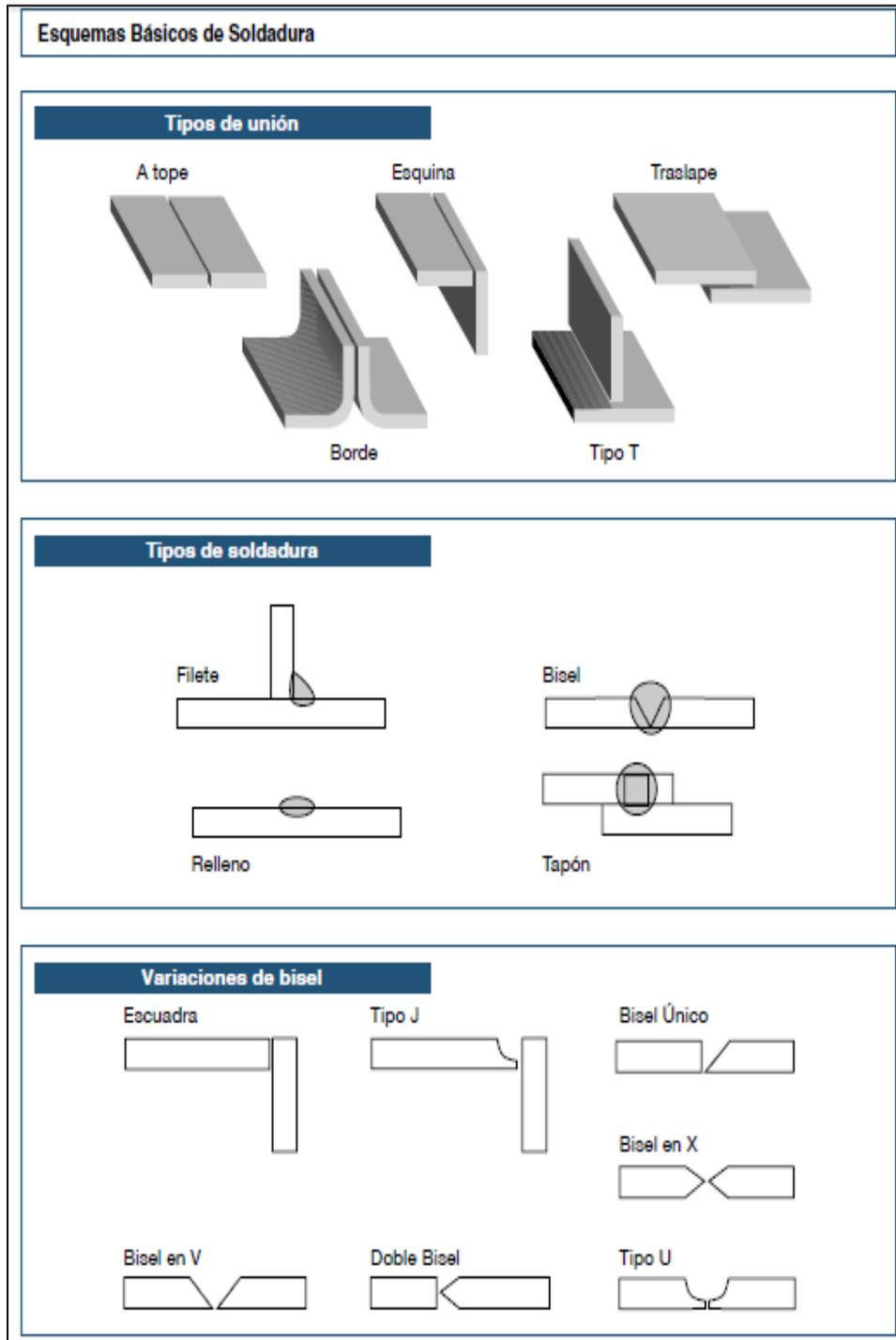


Figura 2.15 Esquemas básicos

Fuente: Manual de sistemas y materiales de soldadura. Indura S.A. p. 17

f) Simbología de una soldadura

En la figura 2.16 se describe la simbología de una soldadura.

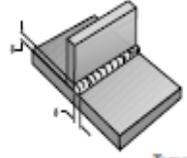
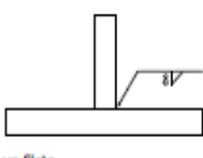
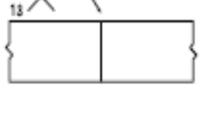
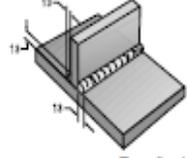
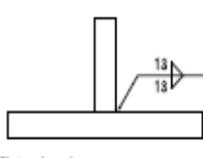
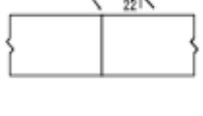
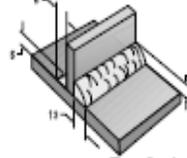
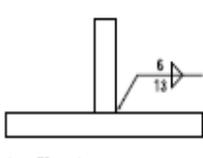
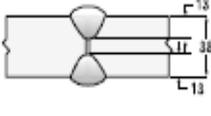
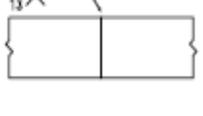
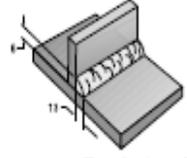
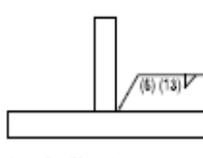
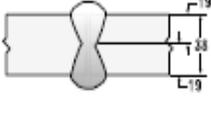
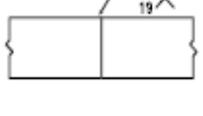
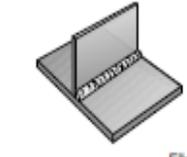
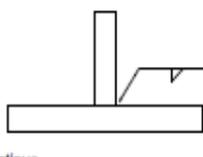
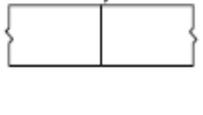
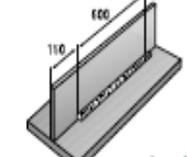
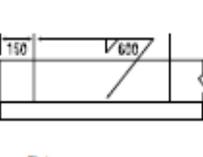
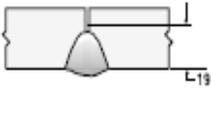
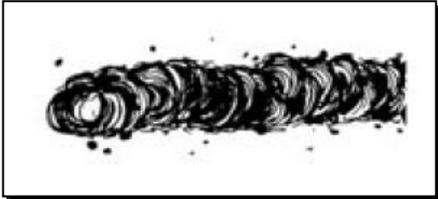
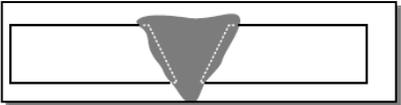
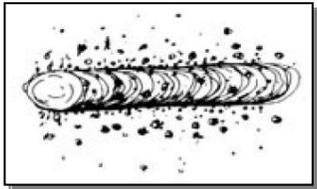
Soldadura	Simbología	Soldadura	Simbología
Ejemplo de soldadura de filetes		Ejemplo de soldadura de tope con bisel	
			
Tamaño de un filete			
			
Tamaño de dos filetes iguales			
			
Tamaño de dos filetes diferentes			
			
Tamaño de un filete de tamaño diferente			
			
Filete continuo			
			
Longitud de un filete			

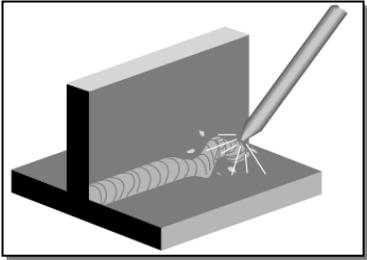
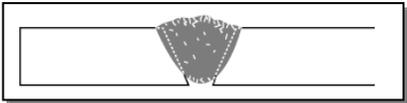
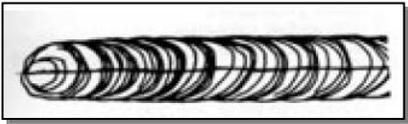
Figura 2.16 Simbología de soldadura

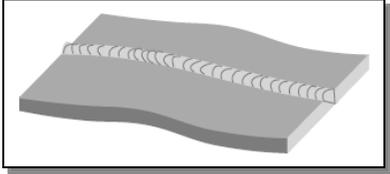
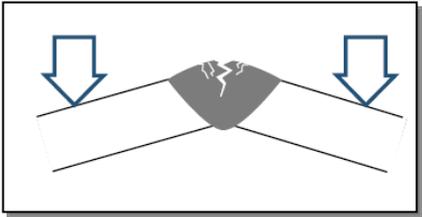
Fuente: Manual de sistemas y materiales de soldadura. Indura S.A. p.17

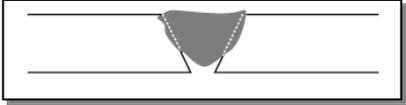
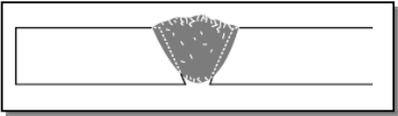
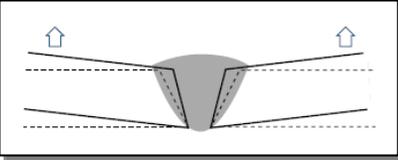
g) Problemas y defectos comunes en la soldadura al arco

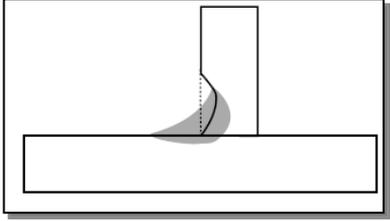
Tabla 2.1 Problemas y defectos comunes en la soldadura al arco

Defectos	Causas y soluciones
<p>Mal aspecto</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conexiones defectuosas. 2. Recalentamiento. 3. Electrodo inadecuado. 4. Longitud de arco y amperaje inadecuado. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar la longitud de arco, el ángulo (posición) del electrodo y la velocidad de avance adecuados. 2. Evitar el recalentamiento. 3. Usar un vaivén uniforme. 4. Evitar usar corriente demasiado elevada.
<p>Penetracion Execiva</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Corriente muy elevada. 2. Posición inadecuada del electrodo. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir la intensidad de la corriente. 2. Mantener el electrodo a un ángulo que facilite el llenado del bisel.
<p>Salpicadura execiva</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Corriente muy elevada. 2. Arco muy largo. 3. Soplo magnético excesivo. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir la intensidad de la corriente. 2. Acortar el arco. 3. Ver lo indicado para “arco desviado o soplado”.

<p>Arco desviado</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El campo magnético generado por la CC produce la desviación del arco (soplo magnético). <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar CA 2. Contrarrestar la desviación del arco con la posición del electrodo, manteniéndolo a un ángulo apropiado. 3. Cambiar de lugar la grampa a tierra 4. Usar un banco de trabajo no magnético. 5. Usar barras de bronce o cobre para separar la pieza del banco.
<p>Soldadura porosa</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Arco corto. 2. Corriente inadecuada. 3. Electrodo defectuoso. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Averiguar si hay impurezas en el metal base. 2. Usar corriente adecuada. 3. Utilizar el vaivén para evitar sopladuras. 4. Usar un electrodo adecuado para el trabajo. 5. Mantener el arco más largo. 6. Usar electrodos de bajo contenido de hidrógeno.
<p>Soldadura agrietada</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Electrodo inadecuado. 2. Falta de relación entre tamaño de la soldadura y las piezas que se unen. 3. Mala preparación. 4. Unión muy rígida. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminar la rigidez de la unión con un buen proyecto de la estructura y un procedimiento de soldadura adecuado. 2. Precalentar las piezas. 3. Evitar las soldaduras con primeras pasadas. 4. Soldar desde el centro hacia los extremos o bordes. 5. Seleccionar un electrodo adecuado.

	<p>6. Adaptar el tamaño de la soldadura de las piezas.</p> <p>7. Dejar en las uniones una separación adecuada y uniforme.</p>
<p>Combadura</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño inadecuado. 2. Contracción del metal de aporte. 3. Sujeción defectuosa de las piezas. 4. Preparación deficiente. 5. Recalentamiento en la unión. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Corregir el diseño. 2. Martillar (con martillo de peña) los bordes de la unión antes de soldar. 3. Aumentar la velocidad de trabajo (avance). 4. Evitar la separación excesiva entre piezas. 5. Fijar las piezas adecuadamente. 6. Usar un respaldo enfriador. 7. Adoptar una secuencia de trabajo. 8. Usar electrodos de alta velocidad y moderada penetración.
<p>Soldadura quebradiza</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Electrodo inadecuado. 2. Tratamiento térmico deficiente. 3. Soldadura endurecida al aire. 4. Enfriamiento brusco. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar un electrodo con bajo contenido de hidrógeno o de tipo austenítico. 2. Calentar antes o después de soldar o en ambos casos. 3. Procurar poca penetración dirigiendo el arco hacia el cráter. 4. Asegurar un enfriamiento lento.
<p>Soldadura incompleta</p>	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Velocidad excesiva. 2. Electrodo de Ø excesivo. 3. Corriente muy baja.

	<p>4. Preparación deficiente. 5. Electrodo de Ø pequeño.</p> <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar la corriente adecuada. Soldar con lentitud necesaria para lograr buena penetración de raíz. 2. Velocidad adecuada. 3. Calcular correctamente la penetración del electrodo. 4. Elegir un electrodo de acuerdo con el tamaño de bisel. 5. Dejar suficiente separación en el fondo del bisel.
<p>Fusion deficiente</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calentamiento desigual o irregular. 2. Orden (secuencia) inadecuado de operación. 3. Contracción del metal de aporte. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Puntear la unión o sujetar las piezas con prensas. 2. Conformar las piezas antes de soldarlas. 3. Eliminar las tensiones resultantes de la laminación o conformación antes de soldar. 4. Distribuir la soldadura para que el calentamiento sea uniforme. 5. Inspeccionar la estructura y disponer una secuencia (orden) lógica de trabajo.
<p>Distorsion deformacion</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calentamiento desigual o irregular. 2. Orden (secuencia) inadecuado de operación. 3. Contracción del metal de aporte. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Puntear la unión o sujetar las piezas con prensas. 2. Conformar las piezas antes de soldarlas. 3. Eliminar las tensiones resultantes de la laminación o conformación antes de soldar. 4. Distribuir la soldadura para que el calentamiento sea uniforme. 5. Inspeccionar la estructura y disponer una secuencia (orden) lógica de trabajo.

<p>Socabado</p> 	<p>Causas probables:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Manejo defectuoso del electrodo. 2. Selección inadecuada del tipo de electrodo. 3. Corriente muy elevada. <p>Recomendaciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usar vaivén uniforme en las soldaduras de tope. 2. Usar electrodo adecuado. 3. Evitar un vaivén exagerado. 4. Usar corriente moderada y soldar lentamente. 5. Sostener el electrodo a una distancia prudente del plano vertical al soldar filetes horizontales.
--	--

Fuente: Manual de sistemas y materiales de soldadura. Indura S.A. p. 23 - 26

2.4.4 Ingeniería de materiales

a) Reseña histórica del Aluminio

La existencia del aluminio (Al) fue propuesta por Sir Humphrey Davy en la década uno del siglo XIX, aislado de los metales en 1825 por Hans Christian Oersted. Quedándose con inquietud durante los siguientes 30 años, pero no fue hasta 1886 que la extracción del aluminio desde el mineral de bauxita (Sesquióxido hidratado de aluminio el cual constituye la principal fuente de este material) se convirtió en un proceso verdaderamente viable. Varios métodos de extracción fueron realizados por Paul Heroult en Francia y Charles M. Hall en U.S.A. y este proceso de extracción desde el mineral de bauxita se usa hasta hoy (Maureira, 2007).

Poco antes de terminar el siglo XX una gran porción de aluminio es obtenido del reciclaje de los desechos y la chatarra, pero resulta que metal puro es relativamente malo y rara vez es usado, para aumentar la resistencia mecánica del aluminio puro es generalmente aleado con metales tales como el cobre (Cu), manganeso (Mn), magnesio (Mg), silicio (Si) y Zinc (Zn) (Maureira, 2007).

El aluminio-cobre es una de las primeras aleaciones desarrolladas, fue aproximadamente en el año 1910 que los fenómenos de la época precipitaron el descubrimiento del templado en la familia de aleaciones, con uso en la industria aeronáutica. A partir de esa época una gran cantidad de aleaciones han sido desarrolladas con casi la resistencia que pueden tener algún acero al carbono pero con la tercera parte del peso (Maureira, 2007).

b) Propiedades

Algunas de las características más importantes del aluminio esta su facilidad de trabajo, la variedad y grandes propiedades mecánicas que se pueden desarrollar a partir del aluminio refinado de alta pureza. Las propiedades del aluminio que hacen de este metal y sus aleaciones, el más económico y llamativo para una amplia selección de usos son la apariencia, peso ligero, fácil fabricación, buenas propiedades físico-mecánicas y una buena resistencia a la corrosión (Maureira, 2007).

c) Generalidades del aluminio

El Al (Aluminio) es uno de los metales que se encuentra en mayor cantidad en la corteza terrestre pero no se lo puede encontrar en la naturaleza en estado puro, sino compuesto con otros elementos dentro de un elemento denominado Bauxita. La temperatura de fusión del aluminio es 660 grados centígrados, el peso específico es de 2.71 Kg/dm³, lo que le hace casi tres veces más liviano que el acero (7.85 Kg/dm³), el cobre (8.90 Kg/dm³) y el zinc (7.2 Kg/dm³), y casi un cuarto del peso del plomo (11.4 Kg/dm³). Tiene un llamativo aspecto gris plateado y es resistente, ligero, maleable, antimagnético, es buen conductor de electricidad y de calor, reciclable, no se corroe, no produce chispas y es muy fácil de trabajarlo (Zarate, 2007).

En la industria de la construcción su utilización es sumamente amplia en productos tales como estructuras, ventanas, puertas, mamparas, revestimientos, entre otros. La

industria del transporte es otro de los mercados importantes para la aplicación del aluminio, aviones comerciales y militares se construyen prácticamente en su totalidad con este material; en automóviles, camiones y trenes se utiliza en sus estructuras, carrocerías, motores, transmisiones, suspensiones e interiores (Zarate, 2007).

d) Aleaciones

La deformación en frío, el proceso de tratamiento térmico y con la adición de elementos de aleación se puede mejorar la resistencia mecánica pero, si una aleación de aluminio es sometida a algún proceso de soldadura por fusión sus características quedarán modificadas en la zona afectada por el calor en el caso de microestructuras y propiedades mecánicas (Zarate, 2007).

Para realizar una clasificación del aluminio se lo hace en series, según el porcentaje del elemento añadido, así también, las series se agrupan de acuerdo a sus elementos de aleación permitiendo que sean tratadas térmicamente o no (Zarate, 2007).

e) Clasificación de Aleaciones forjadas y aplicaciones típicas

Varias de las aleaciones de aluminio fabricadas no tratables térmicamente se pueden agrupar en uno de los tres grupos utilizando un estándar de designaciones de aluminio (Meneses, 1993).

Número de Aleación	Elemento de adición en la aleación
1XXX	AL (99% Mínima pureza)
3XXX	AL-MN
4XXX	AL-SI
5XXX	AL-MG

Figura 2.17 Clasificación de las aleaciones forjadas de aluminio

Fuente: Meneses Nunes, Rafael, 1993.

f) Aleaciones 1xxx

Las aleaciones de la serie 1xxx son de pureza comercial (> 99% Al) y se usan generalmente donde las consideraciones de diseño indican que para conducción térmica/eléctrica o resistencia a la corrosión son más importantes que la resistencia al esfuerzo (Zarate, 2007).

g) Aleaciones 3xxx

Las aleaciones de la serie 3xxx son utilizadas en aplicaciones en las que son necesarias añadir resistencia y confortabilidad, además de mantener una buena resistencia a la corrosión (Zarate, 2007).

h) Aleaciones 4xxx

Las aleaciones de la serie 4xxx aparte de su uso como material de soldadura de relleno también han limitado su aplicación industrial en forma forjada (Zarate, 2007).

i) Aleaciones 5xxx

Las aplicaciones de las aleaciones de la serie 5xxx incluyen automóviles electrodomésticos, recipientes a presión y los componentes de servicios marinos y criogénicos (Zarate, 2007).

En la figura 2.18 se muestra la clasificación de las aleaciones de aluminio según el compuesto añadido.

	Elementos aleantes principales	Serie	Aleaciones comunes
ALUMINIO	Ninguno	1XXX	AA1050
	Cu	2XXX	AA2014
	Mn	3XXX	AA3103
	Si	4XXX	AA4043
	Mg	5XXX	AA5083
	Si+Mg	6XXX	AA6082
	Zn	7XXX	AA7020
	Otros	8XXX	AA8090

Figura 2.18 Clasificación de las aleaciones de aluminio

Fuente: Juan Luis Zarate Monje, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. p. 3

Por la baja resistencia mecánica que presenta el aluminio después de un tratamiento es necesario la adición de algunos elementos químicos que mejoren las propiedades mecánicas como el esfuerzo de fluencia, cuya prioridad está por encima de la resistencia a la corrosión. Los principales aleantes utilizados en la industria son el Cobre, Magnesio, Manganeso, Zinc y Silicio (Zarate, 2007).

En la figura 2,19 se muestran las características de estos elementos de aleación.

Elementos aleantes	Propiedades que obtiene la aleación
Mn	Mejora la resistencia a la corrosión atmosférica. Aumenta resistencia mecánica y ductilidad.
Cu	Produce una aleación tratable térmicamente. Resistencia y dureza aumentadas. Disminuye su resistencia a la corrosión y ductibilidad.
Si	Mejora la fluidez, disminuye el coeficiente de dilatación en estado sólido, empeora la ductilidad y la tenacidad. Combinado con Mg produce una aleación tratable térmicamente.
Mg	Resistencia mecánica aumentada. Dureza aumentada. Buena resistencia a la corrosión en ambientes marinos. Soldabilidad aumentada.
Zn	Resistencia y dureza aumentadas. Posibilidad de corrosión bajo tensión. Combinado con Mg produce una aleación tratable térmicamente.

Figura 2.19 Propiedades de los elementos de aleación.

Fuente: Juan Luis Zarate Monje, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. p. 4

Para el desarrollo de este trabajo, se hará referencia a aleaciones de aluminio forjado, pues son estos materiales los que mayormente se destinan para la construcción de estructuras y trabajos en soldaduras, agrupándose según su comportamiento al tratamiento térmico; es decir, se tiene dos tipos de aleaciones de aluminio forjable: Tratable Térmicamente y No Tratables Térmicamente como se observa en la figura 2.20 (Zarate, 2007).

ALUMINIO	Serie	Tratamiento Térmico
	1XXX	No
	2XXX	Si
	3XXX	No
	4XXX	Variable*
	5XXX	No
	6XXX	Si
	7XXX	Si
	8XXX	Variable*

Figura 2.20 Comportamiento al tratamiento térmico.

Fuente: Juan Luis Zarate Monje, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. p. 5

En especial nos enfocaremos en la aleación de aluminio de la serie 6XXX, debido a que es con este tipo de aleación que se trabaja en la empresa IMCE donde se realizó el presente trabajo.

j) Aleación de aluminio Serie AA6XXX

Las aleaciones de la serie AA6XXX, contiene Silicio y Magnesio, haciéndolas susceptibles al tratamiento térmico. Estas aleaciones poseen una resistencia adecuada, la cual es aprovechada para la formación de elementos mediante extrusión y



presentan una excelente resistencia a la corrosión (Zarate, 2007).

Figura 2.21 Algunas aleaciones de la serie AA6XXX utilizadas en la fabricación de perfiles.

Fuente: Juan Luis Zarate Monje, p. 16

k) Aleación 6063

Utilizada para aplicaciones arquitectónicas y decorativas tales como ventanas, puertas, muros cortinas, mamparas, marquetería, ángulos revestidos etc., (Cedal, 2008).

l) Aleación 6061 y 6005

Son utilizadas para aplicaciones estructurales espaciales, cuerdas, vigas, escaleras, etc., (Cedal, 2008)

Tabla 2.2 Composición química de las aleaciones de aluminio.

No. Aleación	Si	Fe	Mg	Mn	Cu	Cr	Zn	Ti	Varios	Al(min)
6063	0.20-0.60	0.35	0.45-0.90	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	Restante
6061	0.40-0.80	0.70	0.80-1.20	0.15	0.15-0.40	0.04-0.35	0.25	0.15	0.15	Restante
6005	0.60-0.90	0.35	0.40-0.60	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	Restante

Fuente: Cedral Aluminio. Catálogo de perfiles. p. G

Tabla 2.3 Dureza y resistencia.

Aleación A.A	Espesor pulgadas	Dureza (HWB) min.	Webster B normal	Resist. a fluencia (Kg/mm ²)		Resist. a tensión (Kg/mm ²)		Elongación (%en 5cm)
				Mínimo	Normal	Mínimo	normal	
6063-T1 T4 T5%(1) T5 T6	Todos	4	6	5.6	8.5	11.2	16	14
	<0.5"	5	7	6.2	8.8	12.9	16.7	14
	<0.5" o mas	4	6	6	8.5	12.5	16.1	14
	Todos	7	8	9.5	12.3	13.9	17.6	12
	<0.5"	8	10	11.2	16.2	15.5	19.7	8
	<0.5" o mas	7	9	10.7	14.4	14.8	18.6	8
6061-T1 T1 T5 T6	<0.5"	10	13	17.6	21.4	21.1	23.6	8
	<0.5" o mas	9	12	17.6	19.3	21	22.5	8
	Todos	8	11	11	14.1	18	24	15
	Todos	8	11	11.2	14.8	18.3	24.5	14
6005-T1 T4 T5 T6	Todos	12	14	20.9	26	24.5	30	8
	Todos	14	16	24.5	28.1	26.5	31.6	9
	Todos	8	9	8.2	13	16.3	23	15
	Todos	9	10	10.5	14	17.5	24	15
6351-T1 T4 T5 T6	Todos	10	12	24	27.5	26	29.5	8
	Todos	14	14	24.5	28.5	26.5	30	8
	Todos	9	10	9.5	16	18.3	20	16
	Todos	9	11	13.3	16.5	22.4	25	16
T5 T6	Todos	12	14	24.5	30	26.5	31.7	10
	Todos	12	16	26	30.2	29.6	34.4	10

Fuente: Cedral Aluminio. Catálogo de perfiles. p. G

Existen muchas variaciones en magnitud de resistencia a la tracción de una unión soldada de esta serie ya que muchas veces no llega al valor mínimo requerido por la norma AWS D1.2. Esto se debe al gran aporte de calor que sufre el metal base durante el proceso de soldadura (Zarate, 2007).

Este tipo de aleación de la serie 6XXX se provee al mercado en su condición de T6; esto quiere decir, con un tratamiento térmico inicial y seguido de un envejecimiento artificial, bajo estas condiciones es importante tener un control adecuado de la temperatura del proceso de soldadura para prevenir un sobre calentamiento (Zarate, 2007).

En cuanto a los ensayos de materiales las principales propiedades que debe poseer un metal para ser utilizado en una construcción debe cumplir con los siguientes aspectos.

m) Ductilidad

Es la capacidad de poderse alargar en longitudinalmente (Böhler, 2000).

n) Tenacidad

Es la resistencia a la ruptura al estar sometido a tensión (Böhler, 2000).

o) Soldabilidad

Es la propiedad de poder unirse hasta formar un cuerpo único (Böhler, 2000).

p) Oxidabilidad

Al estar en presencia de oxígeno, se oxidan formando una capa de óxido (Böhler, 2000).

2.4.5 Ensayo de Materiales

a) Ensayo de Doblado

En la norma AWS D 1.2 habla sobre el ensayo de dureza la cual servirá para la preparación de probetas y la realización de este ensayo.

b) Ensayo de Tracción

En la norma INEN 0109 habla sobre el ensayo de tracción la cual servirá para la preparación de probetas y la realización de este ensayo.

c) Ensayo de Dureza

En la norma ASTM E-10 habla sobre la dureza brinell la cual servirá para la preparación de probetas y la realización de este ensayo.

d) Ensayo de Metalografía

Para la realización del ensayo de metalografía los parámetros están bajo la norma ASTM E 3.

2.4.6 Propiedades Mecánicas

a) Dureza

Se puede definir como la resistencia que los cuerpos oponen a dejarse rayar por otros y también industrialmente como la resistencia que un cuerpo opone a ser penetrado por otro muy duro, como en un ensayo de dureza cuya forma y dimensiones están normalizados del indentador (Böhler, 2000).

Dureza Brinell, es la que se mide la superficie de la huella dejada por una bola de acero extra duro de diámetro (D), cuando se aplica con una determinada carga. Se representa por las letras hb, así se registra en la tabla 2.4 (Böhler, 2000).

Tabla 2.4 Dureza del Material.

Materiales	Dureza
Acero muy duro	500 HB
Acero poco duro	110 HB
Bronce	100 HB
Aluminio	25 HB

Fuente: Aceros Böhler del Perú S.A. p.3

b) Elasticidad

Es la capacidad que presentan algunos materiales de recobrar su forma original después de haber sido deformados, cuando cesa la fuerza exterior que los deformó, así tenemos los siguientes valores en la figura 2.22 (Böhler, 2000).

Metal	Limite de elasticidad (E), en Kg/mm ²
Aluminio recocido	15
Plata	0,5
Hierro	20
Acero de 0,15% de C	28
Acero de 0,55% de C	43

Figura 2.22 Limite de elasticidad.

Fuente: Aceros Böhler del Perú S.A. p. 4

c) Resistencia a la rotura

Al ir aumentando el esfuerzo a cualquier material este sufrirá una deformación, que primero se deformará elásticamente, luego plásticamente y por último sufrirá una fractura. Es por esto que es necesario conocer la carga máxima que puede soportar cada uno de los materiales sin romperse (Böhler, 2000).

En la figura 2.23 se muestra los esfuerzos a los que están sometidos los elementos mecánicos pueden ser de cuatro clases, tomando en cuenta que la resistencia a la rotura se expresa en las mismas unidades que el límite elástico kg / mm^2 (Böhler, 2000).

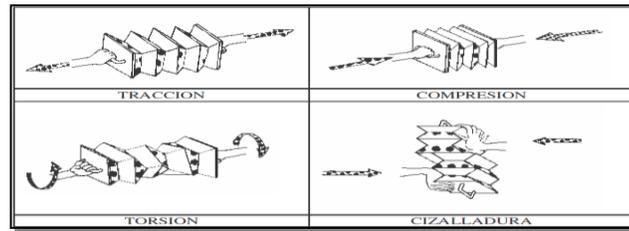


Figura 2.23 Resistencia a la rotura.

Fuente: Aceros Böhler del Perú S.A. p. 5

d) Tenacidad

La tenacidad es la capacidad que tienen los metales de absorber energía antes de romperse. Pero la energía es igual al producto de la fuerza aplicada por su deformación, por lo tanto no hay que confundir tenacidad con gran resistencia a la rotura. Por ejemplo, el diamante tiene gran resistencia a la rotura, pero es poco tenaz (Böhler, 2000).

e) Fragilidad

Es lo contrario de tenaz un material es frágil cuando se rompe al sobre pasar el límite elástico y sin apenas deformarse plásticamente, por ejemplo, el vidrio. Los materiales frágiles son poco interesantes para la industria (Böhler, 2000).

f) Resiliencia

No es una propiedad, sino es el resultado de un ensayo, es la cantidad de energía que es capaz de absorber un material antes de romperse de un golpe. Está relacionada directamente con la tenacidad. Es muy importante que esta cualidad sea grande en los martillos y en los enganches de remolque (Böhler, 2000).

2.5 Hipótesis

La variación de los parámetros en el proceso SMAW con electrodo E4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 permitirá mejorar las propiedades mecánicas en la junta a tope del marco de la ventana del bus en CARROCERÍAS IMCE.

2.6 Señalamiento de variables

En la presente investigación se han identificado las siguientes variables:

2.6.1 Variable Independiente

Variación de los parámetros en el proceso SMAW con electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6

2.6.2 Variable Dependiente

Propiedades mecánicas en la junta a tope del marco de la ventana del bus en CARROCERÍAS IMCE.

2.6.3 Término de relación

Permitirá mejorar.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

Para la realización de este trabajo la investigación se realizará aplicando un crítico porque se analizará los diferentes parámetros de soldadura, y propositivo porque se buscará plantear alguna solución práctica al problema propuesto, mediante la búsqueda de información en documentos que proporcionen información sobre el proceso de soldadura SMAW para aluminio.

3.2 Modalidad básica de la investigación

3.2.1 Bibliográfica

La investigación bibliográfica se la realizará en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato; además, de libros, revistas y páginas WEB las cuales proporcionarán apoyo tecnológico y científico.

3.2.2 Experimental

Este tipo de investigación se realizará mediante la variación de los diferentes valores de amperaje para comprobar las propiedades mecánicas, logrando obtener una lista de datos y observar la influencia de las diferentes variables.

En esta investigación se estudiará las relaciones de causalidad utilizando la metodología experimental, con la finalidad de controlar los diferentes amperajes para

obtener valores de propiedades mecánicas distintas. Se fundamentará en el manejo activo y el control sistemático de las variables.

3.3 Nivel o tipo de investigación

3.3.1 Explorativa

Se investigará todos y cada uno de los detalles de la investigación que afectan de manera directa a la variable dependiente. Para esto se analizará cada uno de los parámetros de soldeo, generando hipótesis y reconociendo las variables de interés investigativo.

3.3.2 Descriptiva

Describe los pasos realizados en la variación de los distintos valores de amperaje para tener así un respaldo documentado y determinar la influencia de estos en las propiedades mecánicas de la junta soldada, además, se comparará entre varios factores, situaciones o formas. Se debe clasificar los modelos de comportamiento en base a criterios que nos permita verificar la hipótesis.

3.3.3 Correlacional

Este tipo de investigación tiene como finalidad determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables.

3.3.4 Explicativa

Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

Estudio de casos: El estudio de casos que se aplicara para la siguiente investigación será:

DE CASOS: 2 Valores de Amperaje por 2 Condiciones de temperatura por 2 Valores de separación de la junta.

DE CASOS: 8 Casos

3.4 Población y muestra

3.4.1.1 Población o Universo

Para la presente investigación se procederá a definir la población de estudio a las doce ventanas de usuarios del bus urbano de tres puertas modelo Silver City sobre chasis Hino AK8JRSA.

3.4.1.2 Muestra

Para la siguiente investigación se soldará la aleación de aluminio 6005-T6 con electrodo E4043, sometida a los 8 casos de estudio, con dos valores de Amperaje: (75 y 80) A; dos condiciones de temperatura de precalentamiento: (0 y 200) °C y dos valores de separación de la junta: (0 y 1.587mm).

Los 8 casos de estudio serán sometidos a los siguientes ensayos:

Ensayo de Tracción: 5 probetas, Según INEN 0109.

Ensayo Metalográfico: 5 probetas, Según ASTM E3.

Ensayo de Dureza: 5 probetas, Según ASTM E10

Ensayo de Flexión: 5 probetas, Según AWS D1.2.

3.5 Operacionalización de variables

Variable Independiente: Estudio del proceso SMAW con electrodo E4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6.

Tabla 3.1 Operacionalización de la variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Los parámetros de soldeo en el procedimiento de soldadura SMAW en el aluminio, tiene gran influencia en las propiedades mecánicas de la junta soldada; la variación del amperaje consiste básicamente en modificar este parámetro eléctrico en los límites recomendados por el fabricante del electrodo para obtener propiedades mecánicas óptimas y adecuadas para una determinada aplicación, así como también, la modificación de la temperatura de precalentamiento y el tipo de corriente aplicada.	Parámetros de soldadura en el proceso SMAW	Amperaje Temperatura de precalentamiento Separación de la junta	75 A y 80 A 0°C y 200 °C 0 mm y 1.587 mm	Pruebas de laboratorio Registro específico Lista de chequeo.

Elaborado por: Josué Pérez

Variable Dependiente: Propiedades mecánicas de la junta soldada de la ventana de la estructura del bus en CARROCERÍAS IMCE.

Tabla 3.2Operacionalización de la variable Dependiente.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Las Propiedades Mecánicas de la junta soldada son de importancia en la ingeniería mecánica, ya que bajo estos parámetros son sujetos de ensayos y calificación para condiciones de servicio requeridas, a fin de determinar las características más importantes que la junta soldada debe poseer.</p>	<p>Propiedades Mecánicas de la junta soldada</p>	<p>Estructura metalográfica Dureza (Brinell) Tracción (Kg/mm²) Flexión (Kg/mm²)</p>	<p>Tipo de estructura metalográfica. Optima Baja Resistencia a la tracción Resistencia a la Flexión</p>	<p>Pruebas de laboratorio Registro específico Ensayos Lista de chequeo. Ensayos</p>

Elaborado por: Josué Pérez

3.6 Plan de recolección de información

Las técnicas utilizadas para la recolección de la información son:

- La observación directa, puesto que se estará en contacto con el objeto de estudio mediante la aplicación de ensayos debidamente preparados y equipados para realizar la investigación.
- La investigación en diversas fuentes bibliográficas mediante la documentación de los parámetros que se está investigando.

3.7 Plan de procesamiento de la información

El plan de procesamiento de la información se lo realizará mediante el siguiente orden:

- Recolección de la información necesaria partiendo del apoyo bibliográfico en cuanto a lo relacionado a la variación del amperaje mediante el proceso SMAW aplicados en el aluminio.
- Revisión crítica de la información bibliográfica recogida.
- Elección de la información más importante y puntual relacionada con la investigación.
- Diseño del procedimiento de soldadura SMAW en el aluminio, en base a la información recolectada.
- Aplicación de la información seleccionada en el procedimiento de soldadura.
- Ensayo de pruebas de laboratorio, para conocer las propiedades mecánicas de la junta soldada como: dureza, estructura metalográfica, flexión y tracción.
- Tabulación de la información, datos de los ensayos mecánicos de tracción, metalografía, dureza y flexión, de acuerdo a los parámetros y a la relación que tengan con las variables de la hipótesis considerada de importancia dentro de esta investigación.
- Análisis y evaluación de resultados del ensayo metalográfico.
- Análisis e interpretación de resultados.

3.8 Plan de análisis e interpretación de resultados

Para el análisis de los resultados se recolectará los datos obtenidos en los ensayos realizados, los mismos que serán analizados con las mejores alternativas para obtener las mejores propiedades mecánicas de la junta soldada.

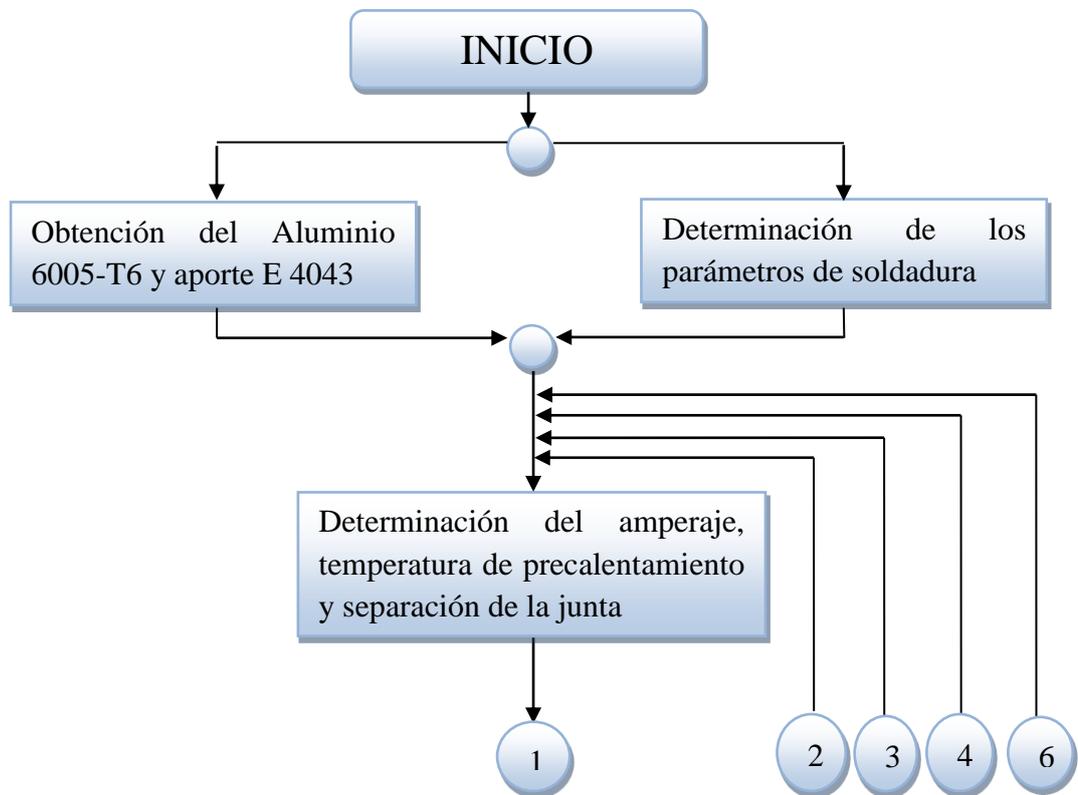
Con la información recolectada se procederá a elaborar tablas para una mejor interpretación de los resultados obtenidos. Además, se elaborará gráficas de dispersión con las diferentes variaciones de amperaje para un ideal desempeño de la junta soldada para resistir esfuerzos mecánicas elevadas. Con las pruebas realizadas se procederá a verificar y comparar los diferentes amperajes que más influyen en las propiedades mecánicas, con el fin de comparar los distintos para cada caso y así poder establecer las conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

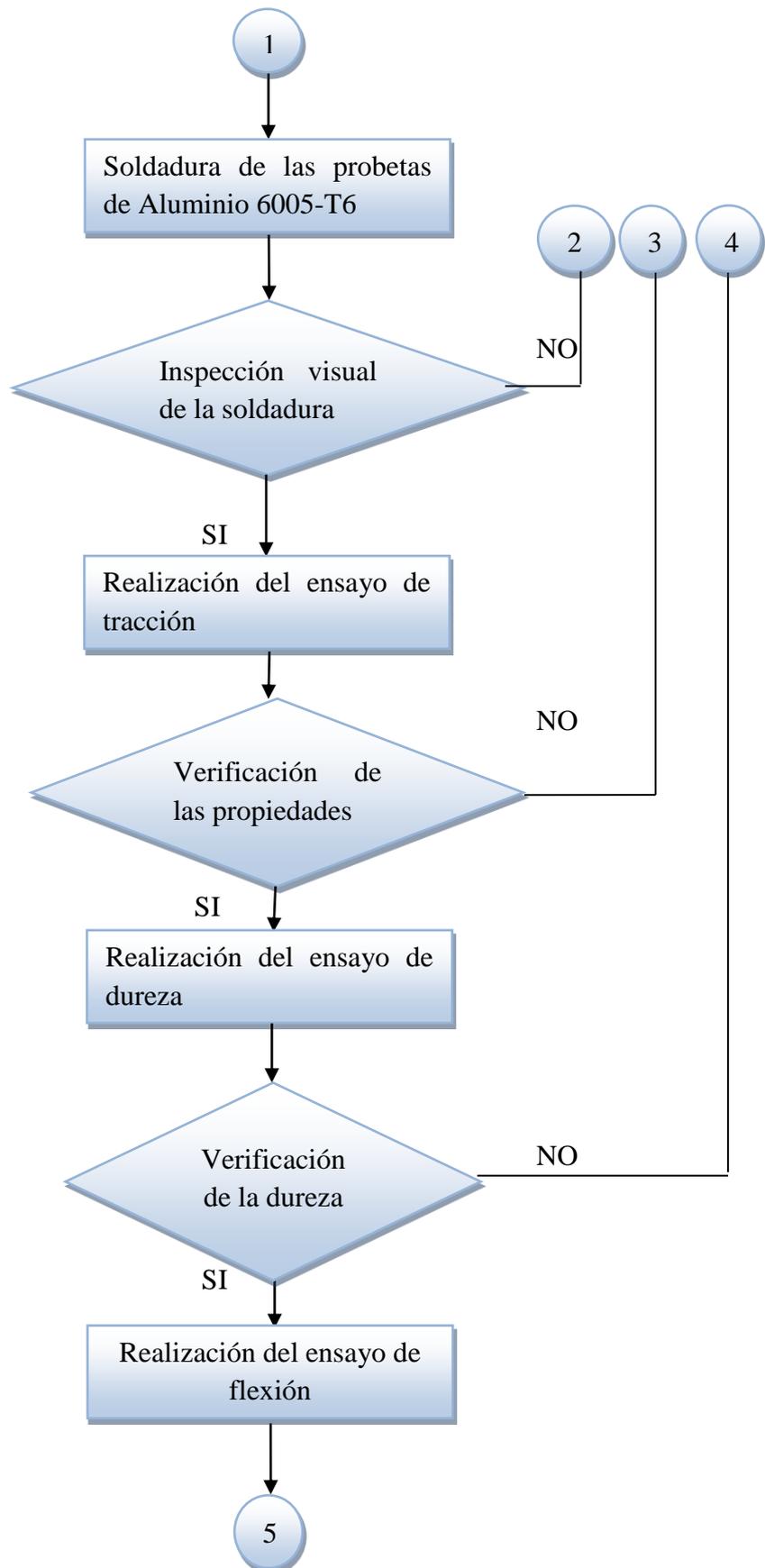
CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Proceso de análisis de resultados

Para la realización de esta investigación partimos del siguiente diafragma de flujo que se indica en la fig. 4.1 siguiendo una secuencia adecuada para lograr un buen proceso y así determinar propiedades mecánicas del cordón de soldadura dentro de los paramentaros de una norma aplicando el proceso SMAW en la aleación de aluminio 6005-T6 y así también obtener una buena interpretación de resultados.





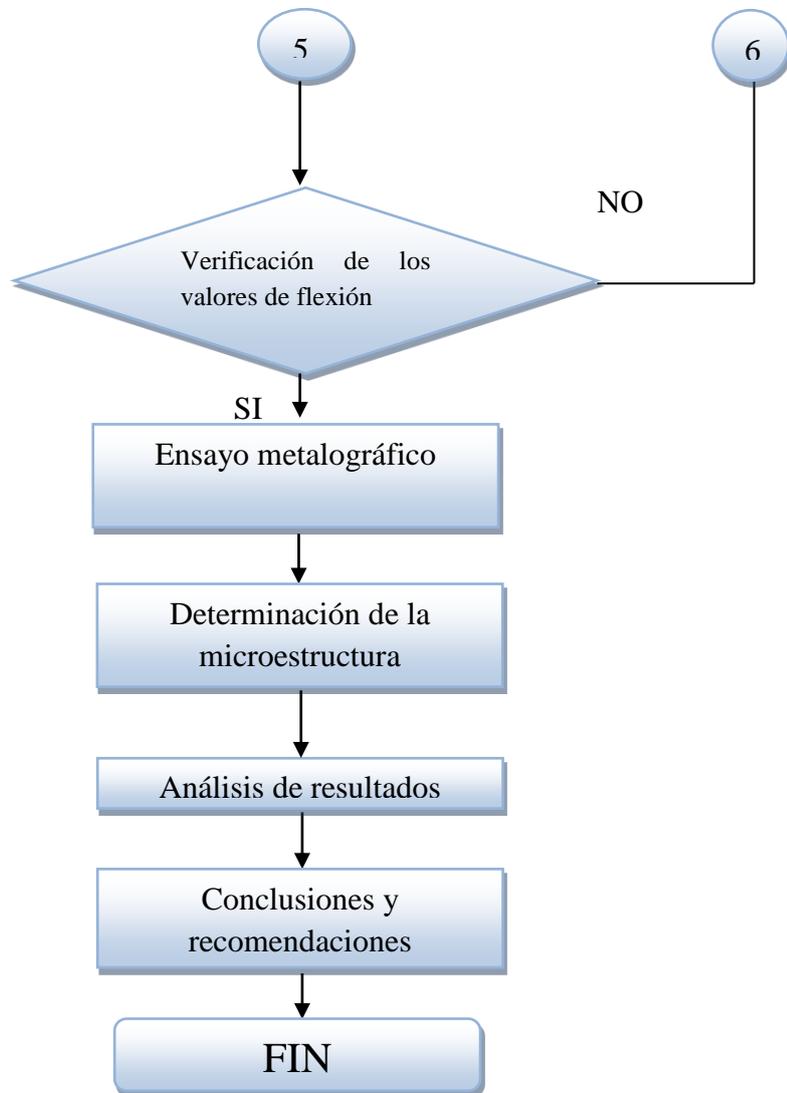


Figura 4.1 Flujograma.

Fuente: Josué Pérez

4.2 Presentación de resultados

Los resultados de este estudio deberán ser manejados e interpretados de la mejor manera para ello se han creado varios formatos para registrar datos y resultados obtenidos dentro de este estudio.

4.2.1 Soldadura de probetas

Tabla 4.1 Registro de datos informativos de la probeta A.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
SOLDADURA DE LAS PLACAS					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
SOLDADURA: N°01					
Probeta:	A	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21 °C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Talleres Secap			Fecha de ejecución:	13/01/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			AWS D1.2		
Instrumento:			Soldadora eléctrica		
Método:			SMAW (DCEP)		
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR					
Elongación (%en 5cm):		8		Geometría:	Rectangular
Dureza:		14 HWB		Aleación:	6005-T6
Resist. a fluencia :		28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²
No. De probetas:		A1,A2,A3,A4,A5		Dimensiones (mm):	250*30*3
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW					
Amperaje (A):			75		
Separación (mm):			0		
Tipo de junta:			A tope		
Temperatura precalentamiento (°C):			0		
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW					
IMÁGENES					
SOLDADURA DE LAS PROBETAS					
					A1 A2 A3 A4 A5

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.2 Registro de datos informativos de la probeta B.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
SOLDADURA DE LAS PLACAS					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
SOLDADURA: N°02					
Probeta:	B	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21 °C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Talleres Secap			Fecha de ejecución:	13/01/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			AWS D1.2		
Instrumento:			Soldadora eléctrica		
Método:			SMAW (DCEP)		
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR					
Elongación (%en 5cm):		8		Geometría:	Rectangular
Dureza:		14 HWB		Aleación:	6005-T6
Resist. a fluencia :		28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²
No. De probetas:		B1,B2,B3,B4,B5		Dimensiones (mm):	250*30*3
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW					
Amperaje (A):			75		
Separación (mm) :			1.587		
Tipo de junta:			A tope		
Temperatura precalentamiento (°C):			0		
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW					
IMÁGENES					
SOLDADURA DE LAS PROBETAS					
					B1 B2 B3 B4 B5

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.3 Registro de datos informativos de la probeta C.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
SOLDADURA DE LAS PLACAS					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
SOLDADURA: N°03					
Probeta:	C	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21 °C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Talleres Secap			Fecha de ejecución:	13/01/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			AWS D1.2		
Instrumento:			Soldadora eléctrica		
Método:			SMAW (DCEP)		
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR					
Elongación (%en 5cm):		8		Geometría:	
				Rectangular	
Dureza:		14 HWB		Aleación:	
				6005-T6	
Resist. a fluencia :		28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	
				30 Kg/mm ²	
No. De probetas:		C1,C2,C3,C4,C5		Dimensiones (mm):	
				250*30*3	
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW					
Amperaje (A):			75		
Separación (mm) :			0		
Tipo de junta:			A tope		
Temperatura precalentamiento (°C):			200		
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW					
IMÁGENES					
SOLDADURA DE LAS PROBETAS					
					C1 C2 C3 C4 C5

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.4 Registro de datos informativos de la probeta D.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
SOLDADURA DE LAS PLACAS					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
SOLDADURA: N°04					
Probeta:	D	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21 °C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Talleres Secap			Fecha de ejecución:	13/01/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			AWS D1.2		
Instrumento:			Soldadora eléctrica		
Método:			SMAW (DCEP)		
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR					
Elongación (%en 5cm):		8		Geometría:	
				Rectangular	
Dureza:		14 HWB		Aleación:	
				6005-T6	
Resist. a fluencia :		28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	
				30 Kg/mm ²	
No. De probetas:		D1,D2,D3,D4,D5		Dimensiones (mm):	
				250*30*3	
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW					
Amperaje (A):			75		
Separación (mm) :			1.587		
Tipo de junta:			A tope		
Temperatura precalentamiento (°C):			200		
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW					
IMÁGENES					
SOLDADURA DE LAS PROBETAS					
					D1
					D2
					D3
					D4
					D5

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.5 Registro de datos informativos de la probeta E.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
SOLDADURA DE LAS PLACAS						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
SOLDADURA: N°05						
Probeta:	E	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez	
Temperatura ambiente del lugar:			21 °C	Flujo de aire del medio:	Estático	
Lugar de realización:	Talleres Secap			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			AWS D1.2			
Instrumento:			Soldadora eléctrica			
Método:			SMAW (DCEP)			
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR						
Elongación (%en 5cm):		8		Geometría:		Rectangular
Dureza:		14 HWB		Aleación:		6005-T6
Resist. a fluencia :		28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:		30 Kg/mm ²
No. De probetas:		E1,E2,E3,E4,E5		Dimensiones (mm):		250*30*3
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW						
Amperaje (A):			80			
Separación (mm) :			0			
Tipo de junta:			A tope			
Temperatura precalentamiento (°C):			0			
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW						
IMÁGENES						
SOLDADURA DE LAS PROBETAS						
					E1 E2 E3 E4 E5	

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.6 Registro de datos informativos de la probeta F.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
SOLDADURA DE LAS PLACAS						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
SOLDADURA: N°07						
Probeta:	F	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez	
Temperatura ambiente del lugar:	21 °C		Flujo de aire del medio:	Estático		
Lugar de realización:	Talleres Secap			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	AWS D1.2					
Instrumento:	Soldadora eléctrica					
Método:	SMAW (DCEP)					
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR						
Elongación (%en 5cm):	8		Geometría:	Rectangular		
Dureza:	14 HWB		Aleación:	6005-T6		
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²		
No. De probetas:	F1,F2,F3,F4,F5		Dimensiones (mm):	250*30*3		
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW						
Amperaje (A):	80					
Separación (mm) :	1.587					
Tipo de junta:	A tope					
Temperatura precalentamiento (°C):	0					
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW						
IMÁGENES						
SOLDADURA DE LAS PROBETAS						
				F1		
				F2		
				F3		
				F4		
				F5		

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.7 Registro de datos informativos de la probeta G.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
SOLDADURA DE LAS PLACAS					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
SOLDADURA: N°08					
Probeta:	G	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21 °C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Talleres Secap			Fecha de ejecución:	13/01/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			AWS D1.2		
Instrumento:			Soldadora eléctrica		
Método:			SMAW (DCEP)		
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR					
Elongación (%en 5cm):		8		Geometría:	
				Rectangular	
Dureza:		14 HWB		Aleación:	
				6005-T6	
Resist. a fluencia :		28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	
				30 Kg/mm ²	
No. De probetas:		G1,G2,G3,G4,G5		Dimensiones (mm):	
				250*30*3	
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW					
Amperaje (A):			80		
Separación (mm) :			0		
Tipo de junta:			A tope		
Temperatura precalentamiento (°C):			200		
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW					
IMÁGENES					
SOLDADURA DE LAS PROBETAS					
				G1	
				G2	
				G3	
				G4	
				G5	

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.8 Registro de datos informativos de la probeta H.

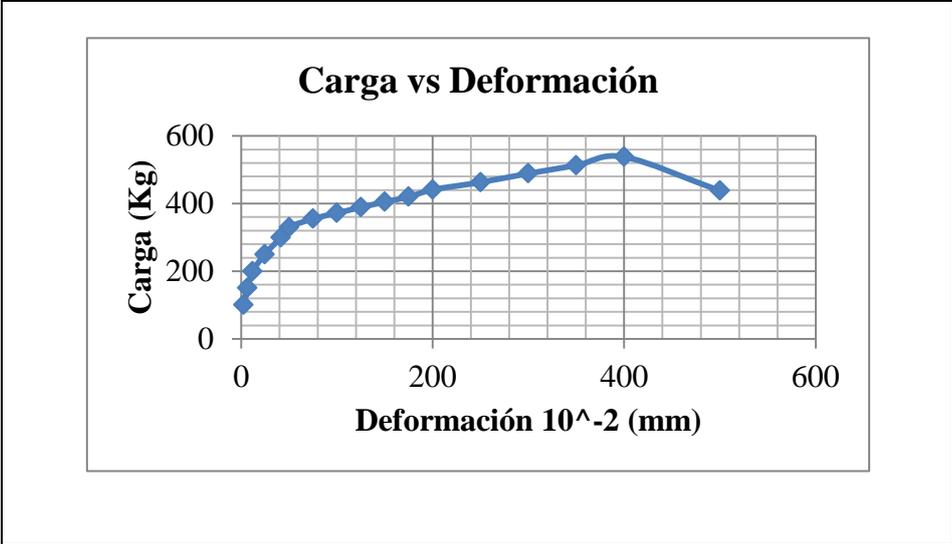
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
SOLDADURA DE LAS PLACAS					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
SOLDADURA: N°09					
Probeta:	H	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21 °C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Talleres Secap			Fecha de ejecución:	13/01/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			AWS D1.2		
Instrumento:			Soldadora eléctrica		
Método:			SMAW (DCEP)		
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR					
Elongación (%en 5cm):		8		Geometría:	
				Rectangular	
Dureza:		14 HWB		Aleación:	
				6005-T6	
Resist. a fluencia :		28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	
				30 Kg/mm ²	
No. De probetas:		H1,H2,H3,H4,H5		Dimensiones (mm):	
				250*30*3	
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW					
Amperaje (A):			80		
Separación (mm) :			1.587		
Tipo de junta:			A tope		
Temperatura precalentamiento (°C):			200		
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW					
IMÁGENES					
SOLDADURA DE LAS PROBETAS					
				H1	
				H2	
				H3	
				H4	
				H5	

Fuente: Josué Pérez

4.3 Ensayos Mecánicos

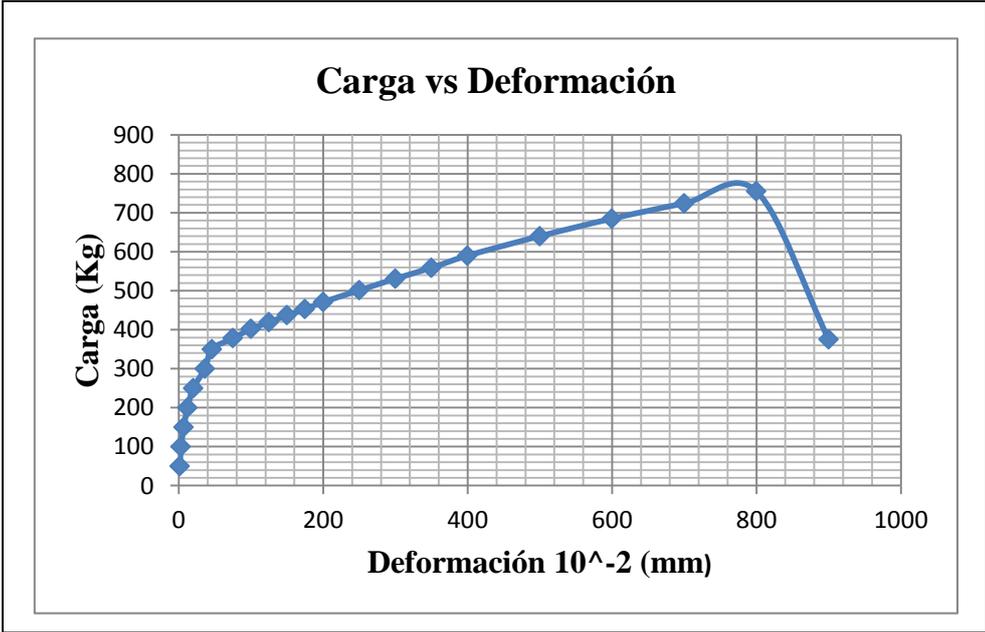
4.3.1 Ensayo de tracción.

Tabla 4.9 Ensayo de tracción probeta A1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 01						
Probeta:	A1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:		INEN 0109				
Instrumento:		Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn				
Método:		Deformación Controlada				
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	558,9	Carga de Ruptura (Kg):	356			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta A1 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 558,9 kg y una carga de ruptura de 356 kg.</p>						

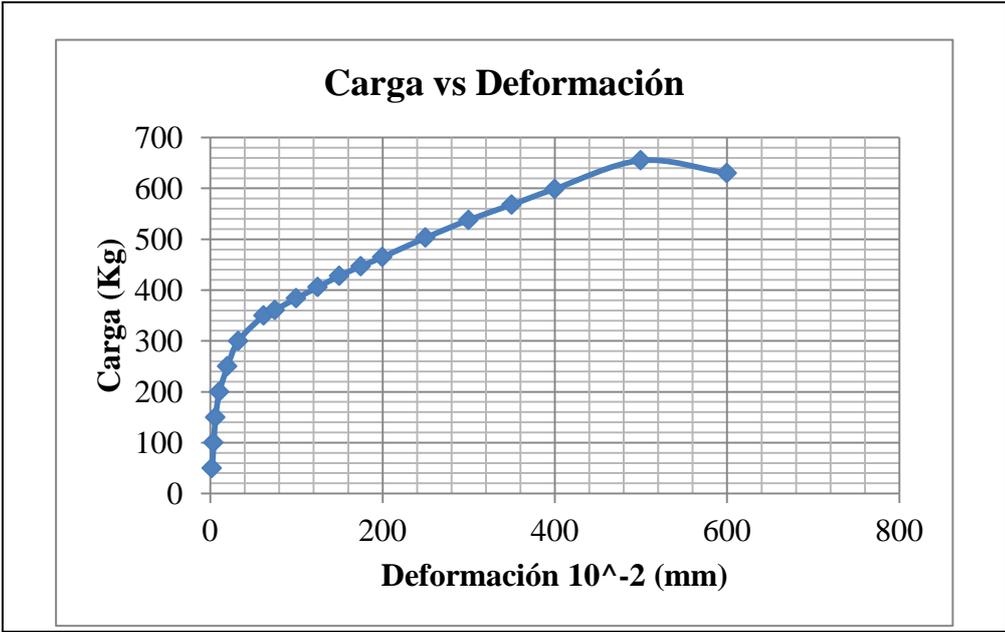
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.10 Ensayo de tracción probeta A2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N°02						
Probeta:	A2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	763,6		Carga de Ruptura (Kg):	355		
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta A2 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 763,3 kg y una carga de ruptura de 355 kg.</p>						

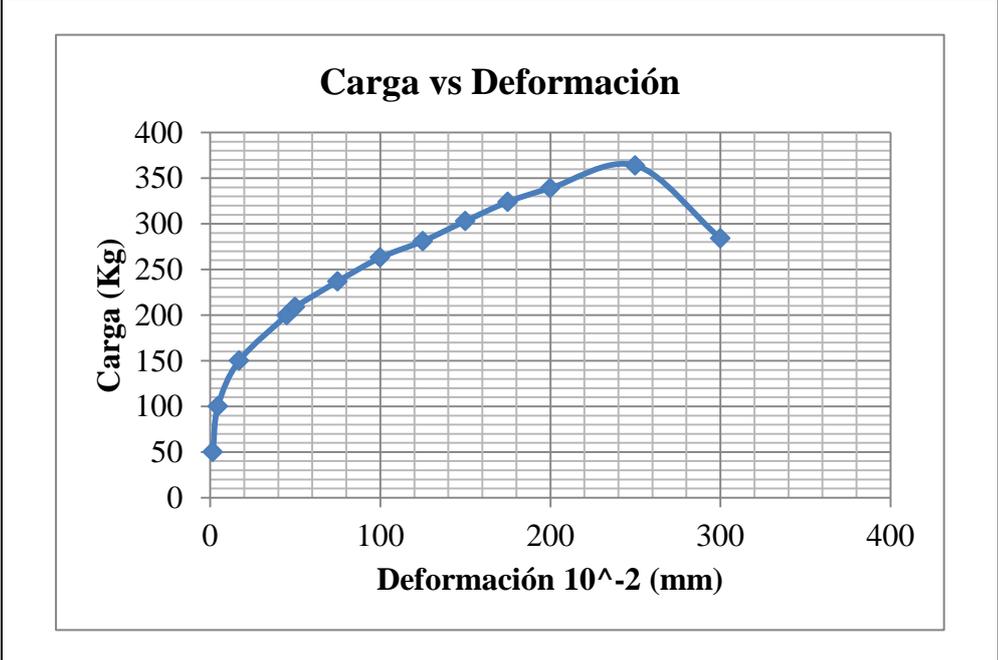
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.11 Ensayo de tracción probeta A3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N°03						
Probeta:	A3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	668	Carga de Ruptura (Kg):	617			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta A3 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 668 kg y una carga de ruptura de 617 kg.</p>						

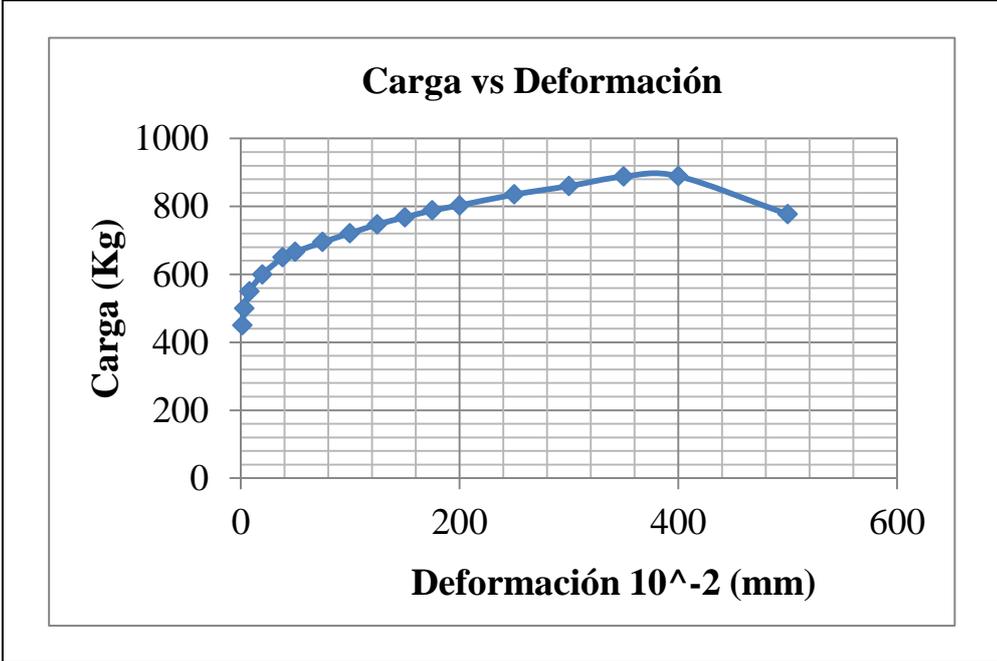
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.12 Ensayo de tracción probeta A4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N°04						
Probeta:	A4	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	382,2	Carga de Ruptura (Kg):	261			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta A4 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 382,2 kg y una carga de ruptura de 261 kg.</p>						

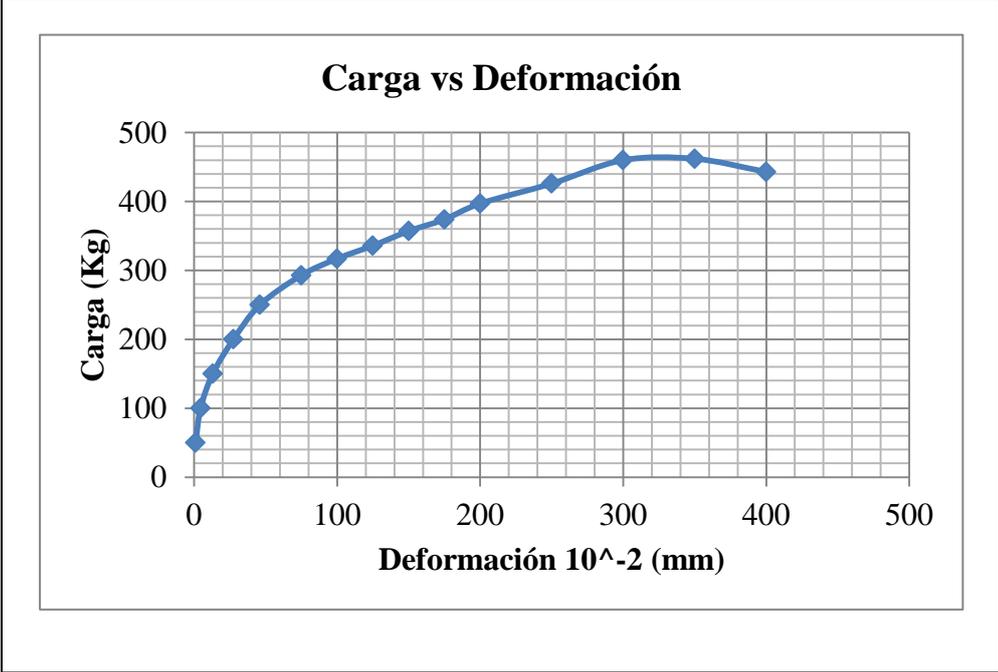
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.13 Ensayo de tracción probeta B1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE TRACCIÓN					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N°06					
Probeta:	B1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio FICM	de Materiales		Fecha de ejecución:	13/01/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:		INEN 0109			
Instrumento:		Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:		Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Carga máxima (Kg):		583,3	Carga de Ruptura (Kg):		382
IMÁGENES					
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN					
					
Observaciones:					
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta B1 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y con una separación de la junta de 1.587 mm se obtiene una carga máxima de 583,3 kg y una carga de ruptura de 382 kg.</p>					

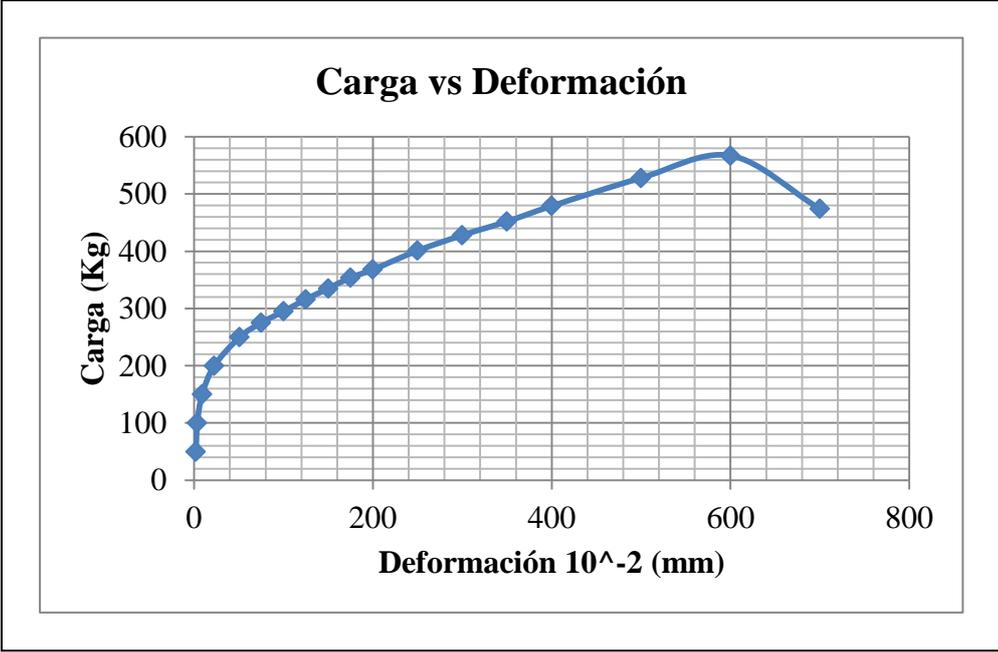
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.14 Ensayo de tracción probeta B2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N°07						
Probeta:	B2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio FICM	de Materiales		Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		469,8	Carga de Ruptura (Kg):		123	
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta B2 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y con una separación de la junta de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 469,8 kg y una carga de ruptura de 123 kg.</p>						

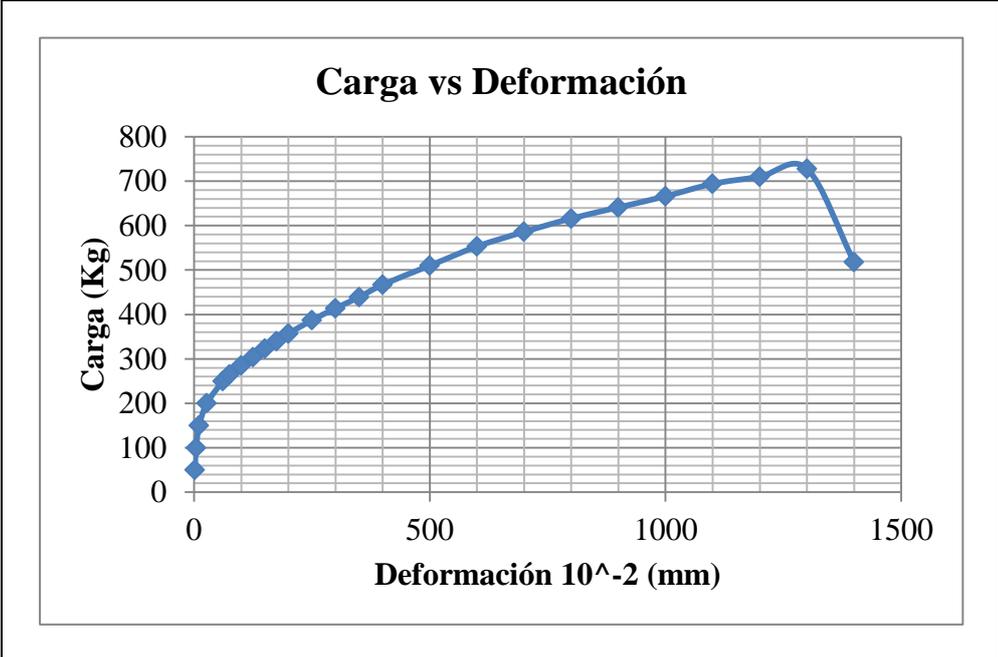
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.15 Ensayo de tracción probeta B3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N°08						
Probeta:	B3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio FICM	de Materiales		Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		569,6	Carga de Ruptura (Kg):		145	
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta B3 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y con una separación de la junta de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 569,6 kg y una carga de ruptura de 145 kg.</p>						

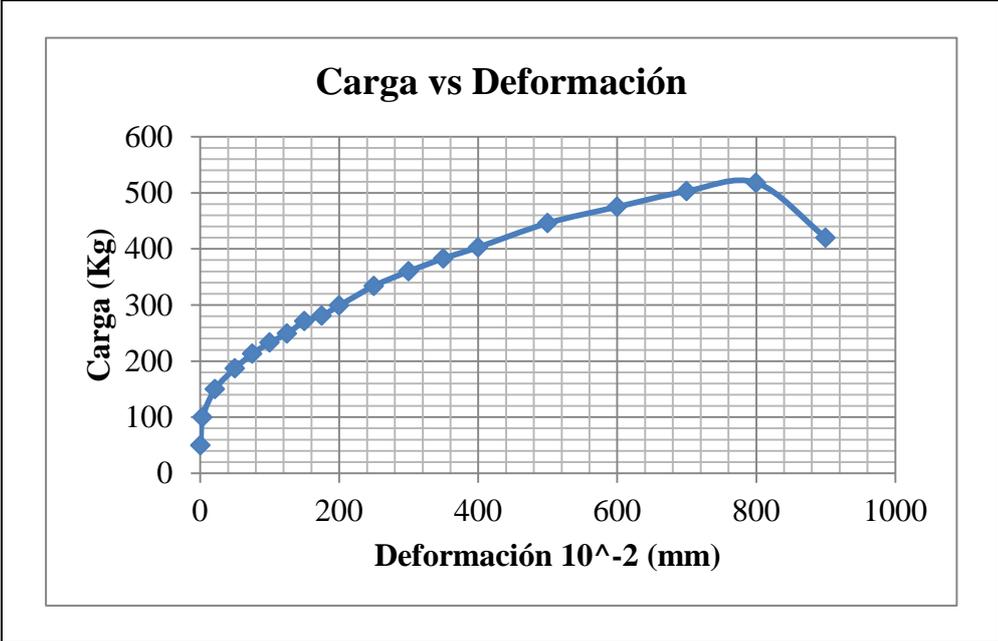
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.16 Ensayo de tracción probeta B4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N°09						
Probeta:	B4	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio FICM	de Materiales		Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		732,5	Carga de Ruptura (Kg):		436	
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta B4 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y con una separación de la junta de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 732,5 kg y una carga de ruptura de 436 kg.</p>						

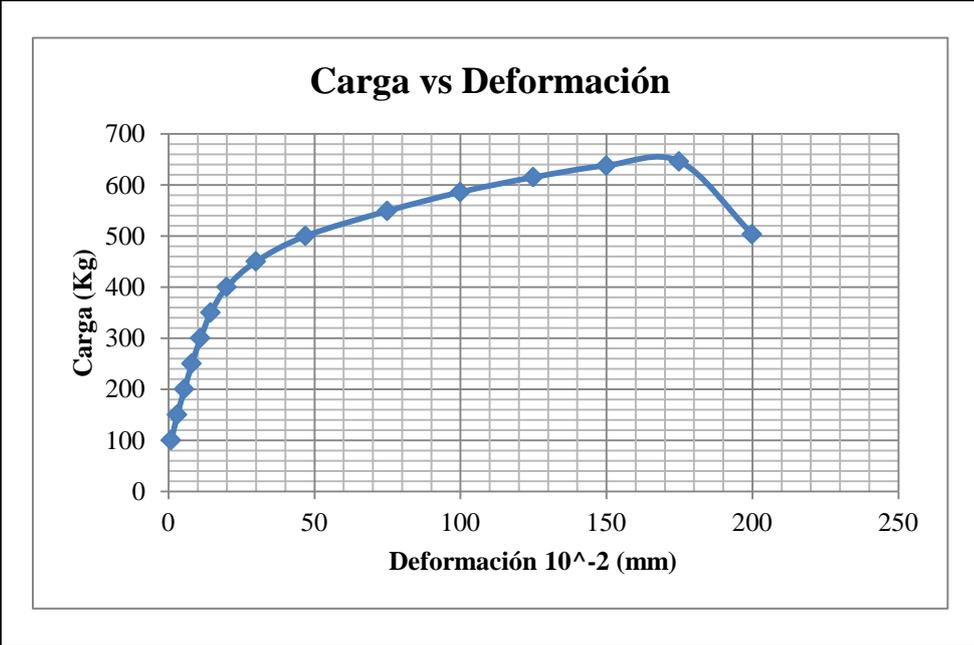
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.17 Ensayo de tracción probeta B5.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 10						
Probeta:	B5	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio FICM	de Materiales		Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		531,4	Carga de Ruptura (Kg):		238	
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta B5 soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y con una separación de la junta de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 531,4 kg y una carga de ruptura de 238 kg.</p>						

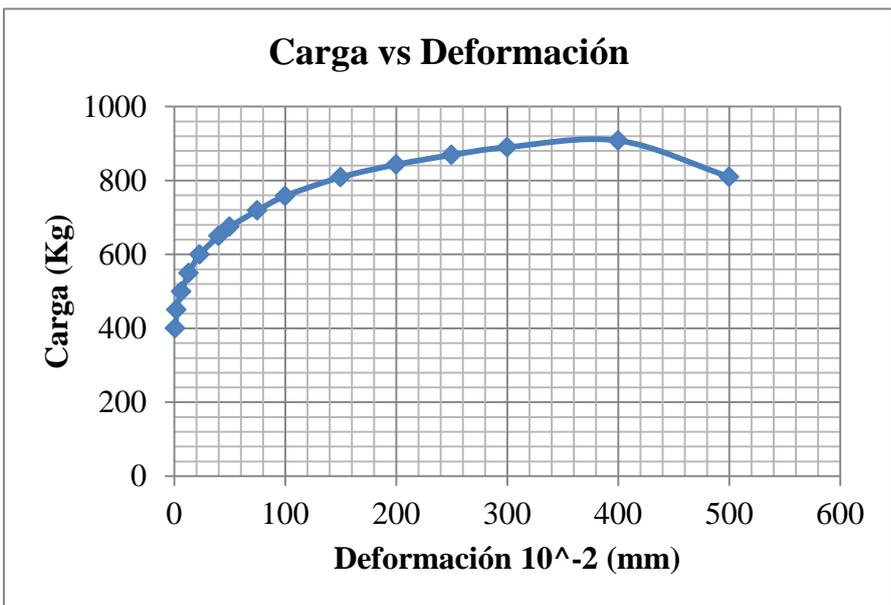
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.18 Ensayo de tracción probeta C1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 11						
Probeta:	C1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	650,1	Carga de Ruptura (Kg):	487			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta C1 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 650,1 kg y una carga de ruptura de 487 kg.</p>						

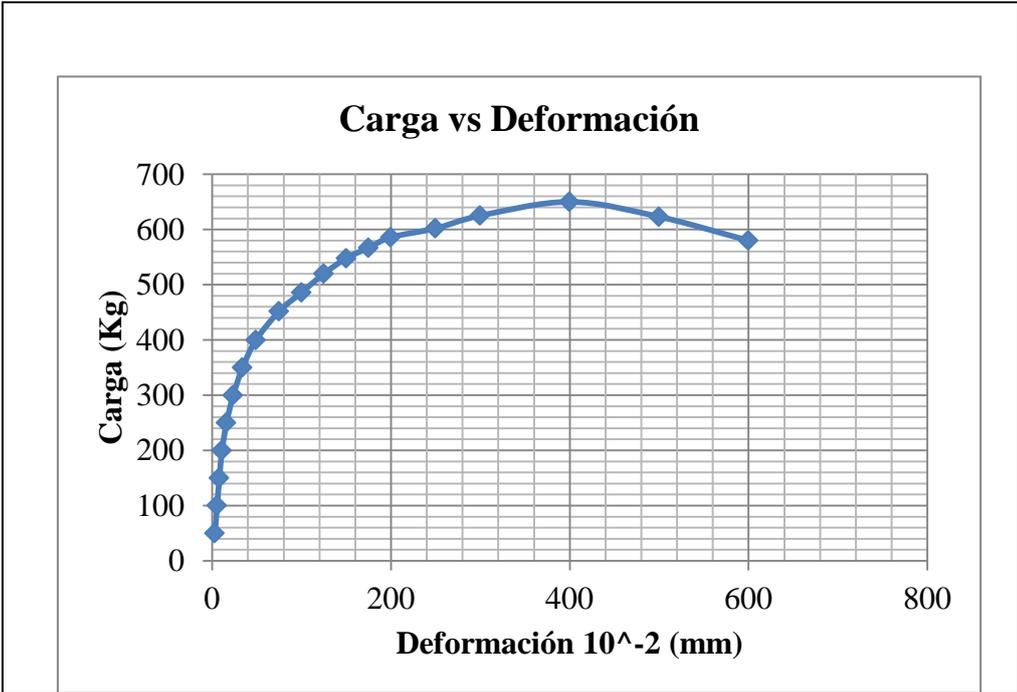
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.19 Ensayo de tracción probeta C2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 12						
Probeta:	C2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio FICM	de Materiales		Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		913,1		Carga de Ruptura (Kg):		730
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta C2 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 913,1 kg y una carga de ruptura de 730 kg.</p>						

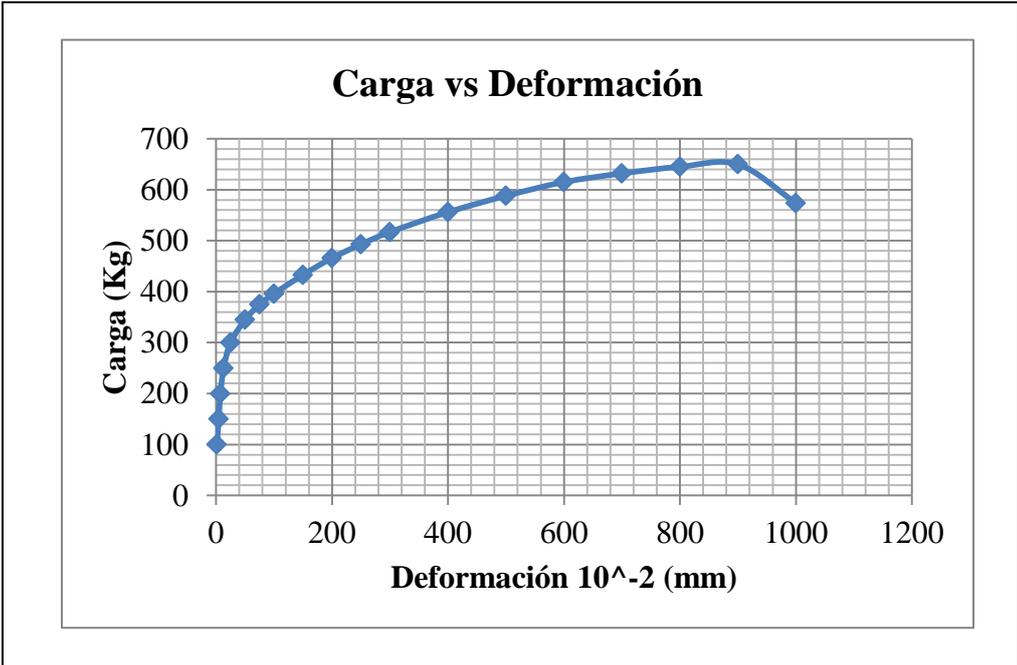
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.20 Ensayo de tracción probeta C3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 12						
Probeta:	C3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM	Fecha de ejecución:	13/01/2015			
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	651,6	Carga de Ruptura (Kg):	537			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta C3 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 651,6 kg y una carga de ruptura de 537 kg.</p>						

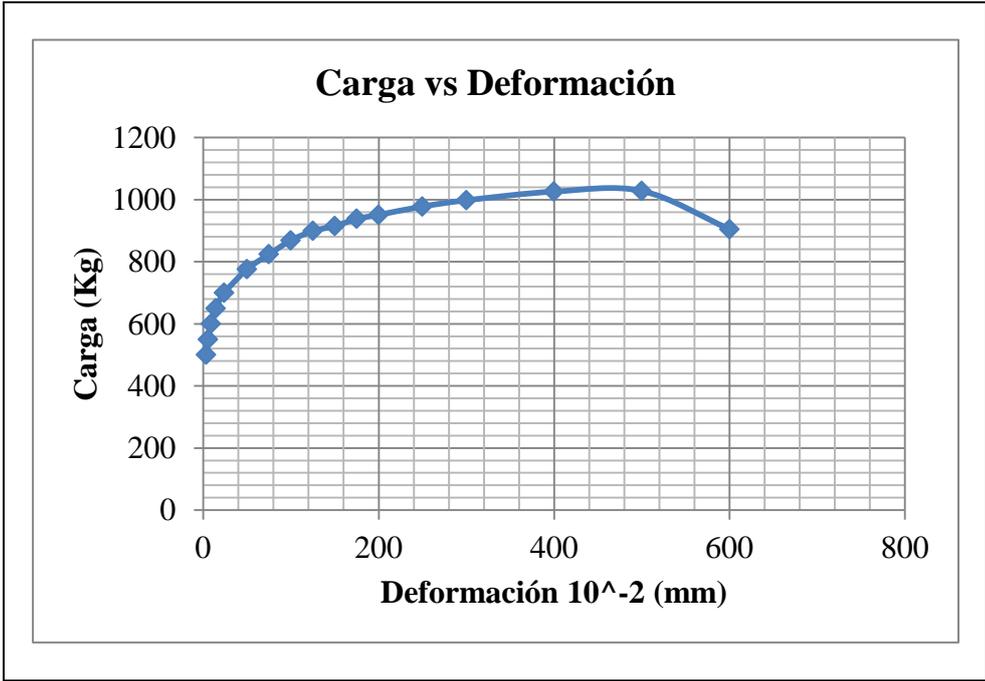
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.21 Ensayo de tracción probeta C4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 12						
Probeta:	C4	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM	Fecha de ejecución:	13/01/2015			
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	657,9	Carga de Ruptura (Kg):	564			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta C4 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 657,9 kg y una carga de ruptura de 564 kg.</p>						

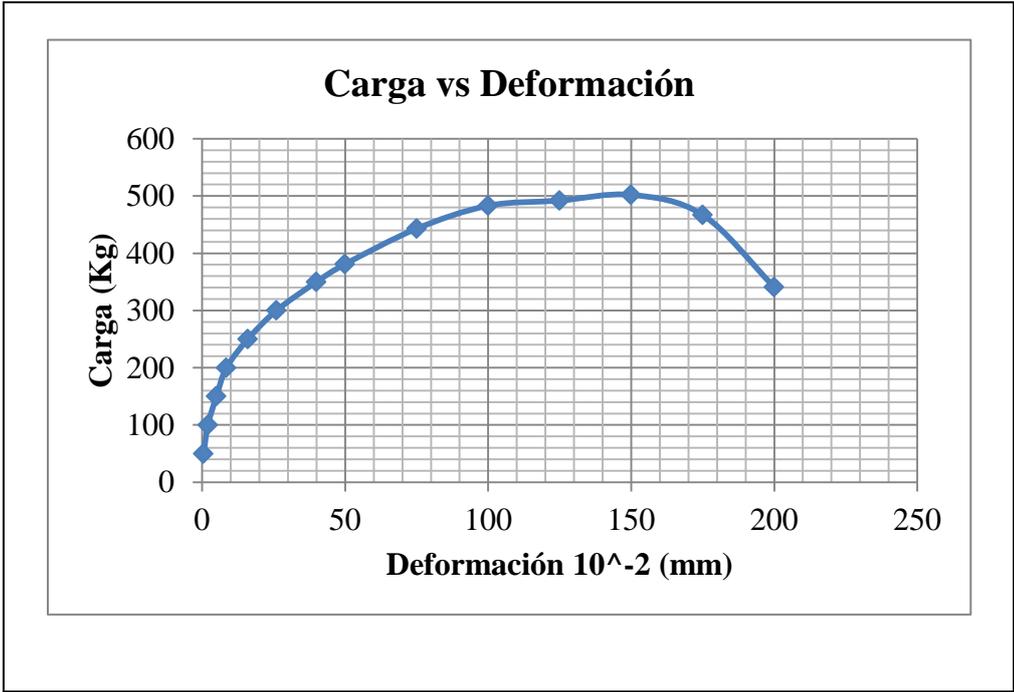
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.22 Ensayo de tracción probeta C5.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 15						
Probeta:	C5	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		1030	Carga de Ruptura (Kg):		834	
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta C5 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y sin separación de la junta se obtiene una carga máxima de 1030 kg y una carga de ruptura de 834 kg.</p>						

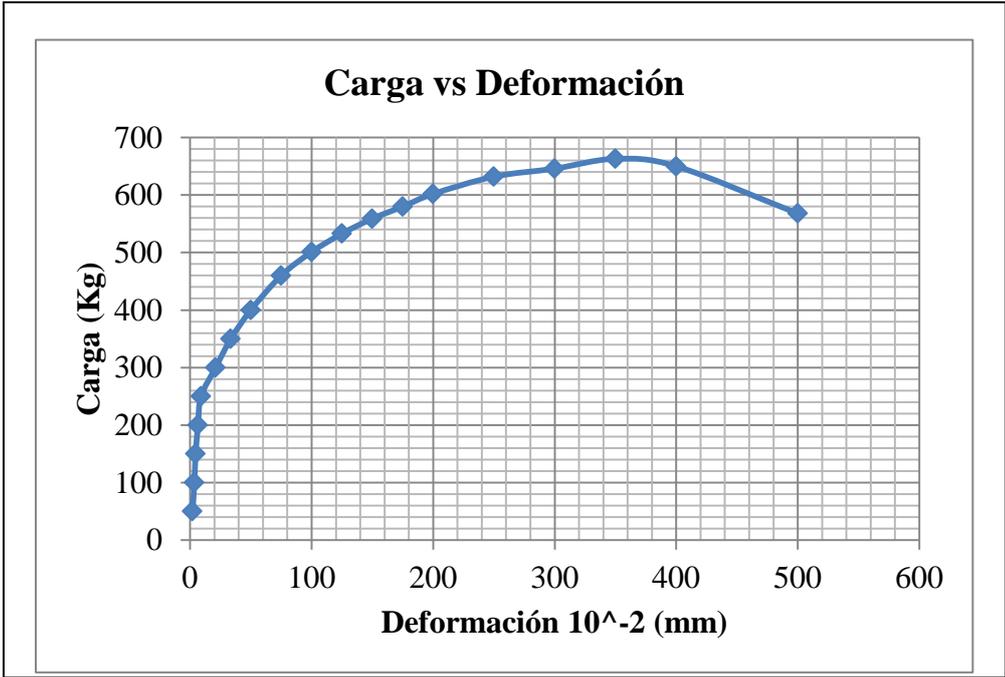
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.23 Ensayo de tracción probeta D1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 16						
Probeta:	D1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	506		Carga de Ruptura (Kg):	330		
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta D1 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 775,4 kg y una carga de ruptura de 130 kg.</p>						

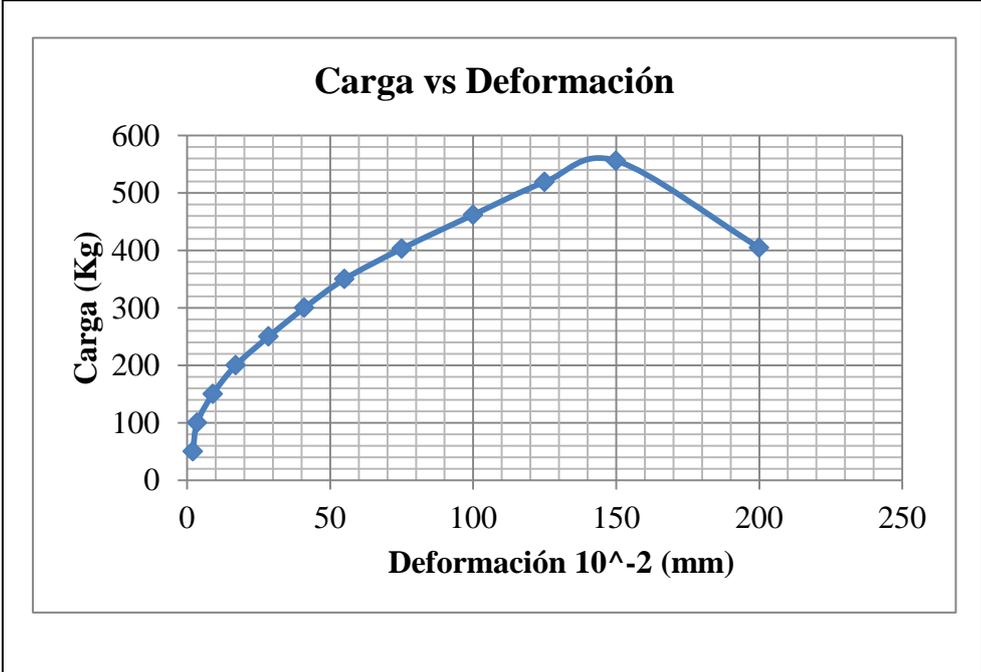
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.24 Ensayo de tracción probeta D2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 17						
Probeta:	D2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	671,8	Carga de Ruptura (Kg):	416			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta D2 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 671,8 kg y una carga de ruptura de 416 kg.</p>						

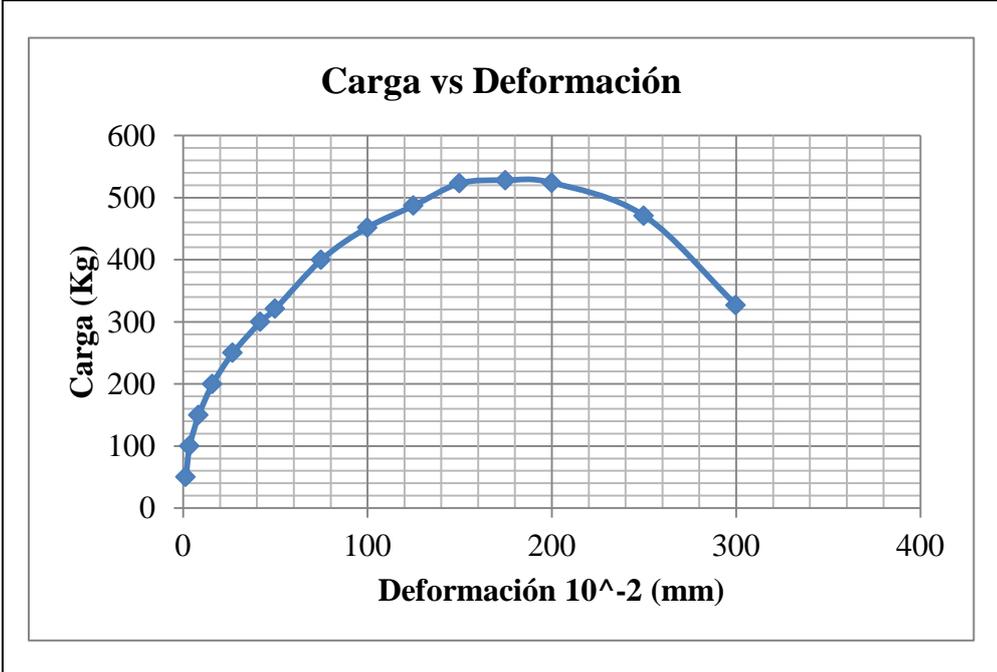
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.25 Ensayo de tracción probeta D3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 18						
Probeta:	D3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		559,2		Carga de Ruptura (Kg):		327
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta D3 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 559,2 kg y una carga de ruptura de 327 kg.</p>						

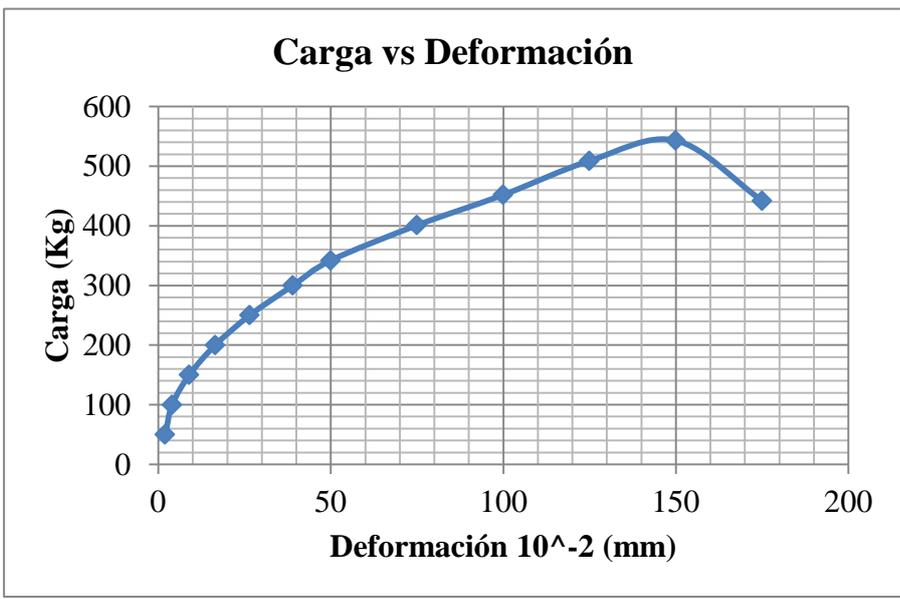
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.26 Ensayo de tracción probeta D4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 19						
Probeta:	D4	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM	Fecha de ejecución:	13/01/2015			
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	538,2	Carga de Ruptura (Kg):	228			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta D4 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 538,2 kg y una carga de ruptura de 228 kg.</p>						

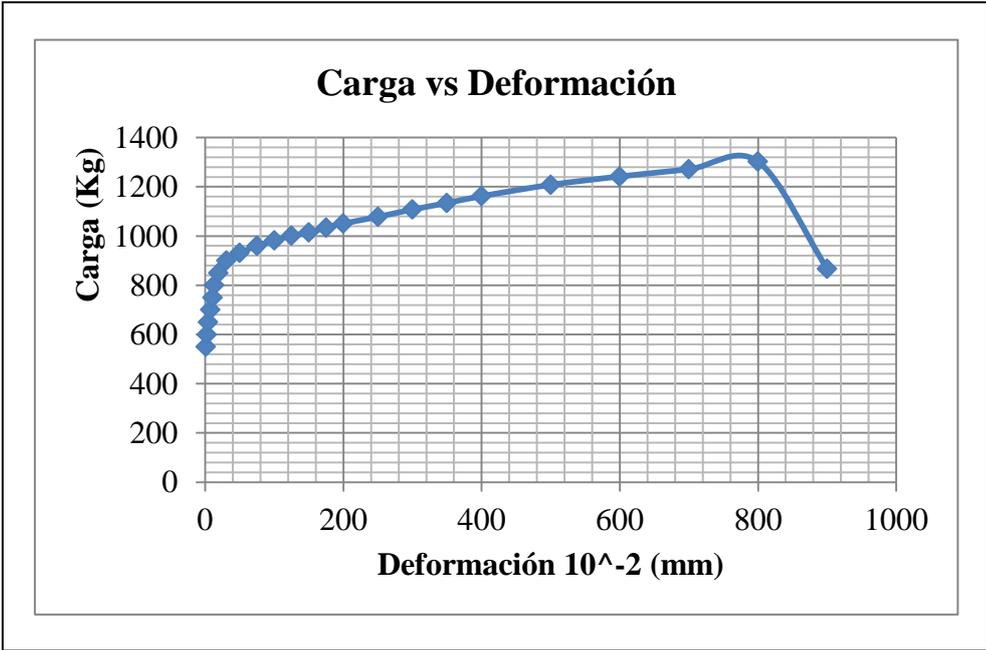
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.27 Ensayo de tracción probeta D5.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
ENSAYO DE TRACCIÓN							
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS							
ENSAYO: N° 20							
Probeta:	D5	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez		
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO							
Realizado bajo la norma:		INEN 0109					
Instrumento:		Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:		Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA							
Carga máxima (Kg):		538,2		Carga de Ruptura (Kg):		327	
IMÁGENES							
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN							
							
Observaciones:							
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta D5 soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento de 200°C al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 538,2 kg y una carga de ruptura de 327 kg.</p>							

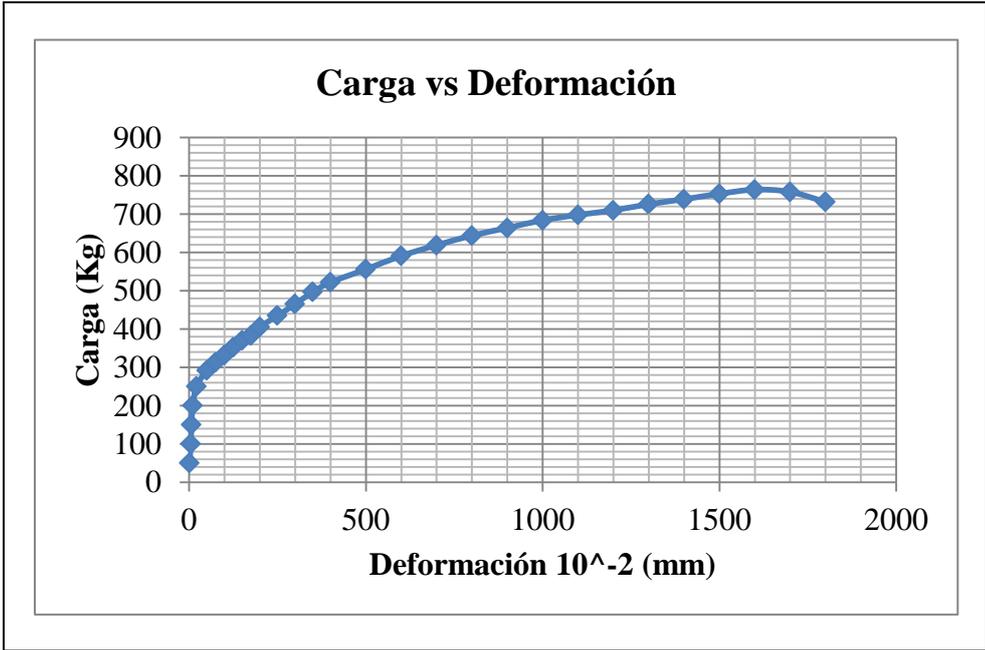
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.28 Ensayo de tracción probeta E1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
ENSAYO DE TRACCIÓN							
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS							
ENSAYO: N° 21							
Probeta:	E1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez		
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO							
Realizado bajo la norma:		INEN 0109					
Instrumento:		Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:		Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA							
Carga máxima (Kg):		1313,6		Carga de Ruptura (Kg):		814	
IMÁGENES							
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN							
							
Observaciones:							
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta E1 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 1313,6 kg y una carga de ruptura de 814 kg.</p>							

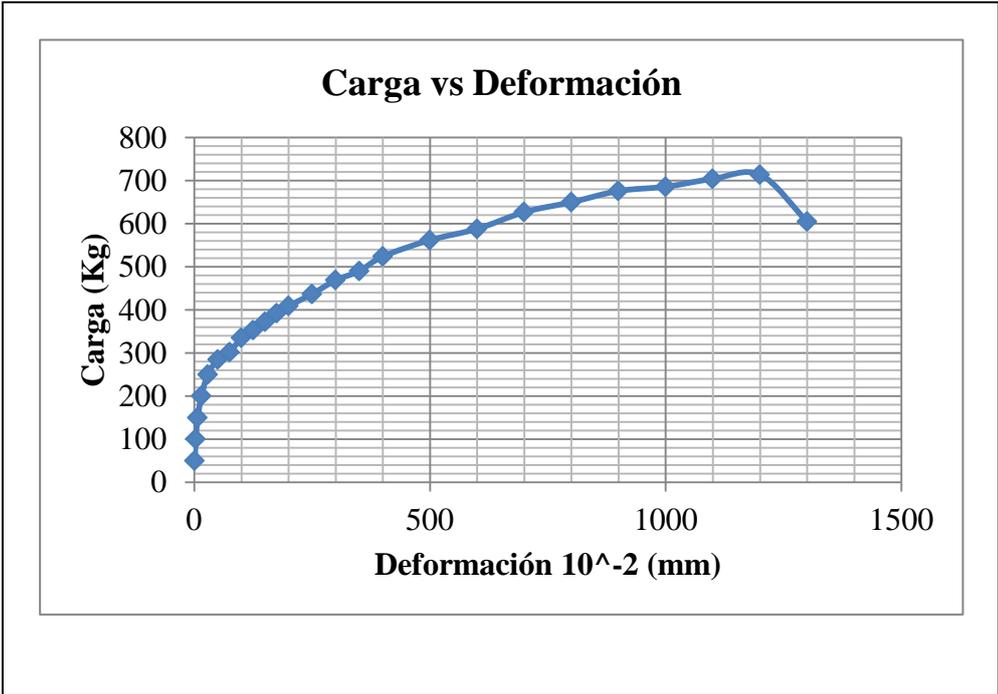
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.29 Ensayo de tracción probeta E2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 22						
Probeta:	E2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	783,4	Carga de Ruptura (Kg):	726			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta E2 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 783,4 kg y una carga de ruptura de 726 kg.</p>						

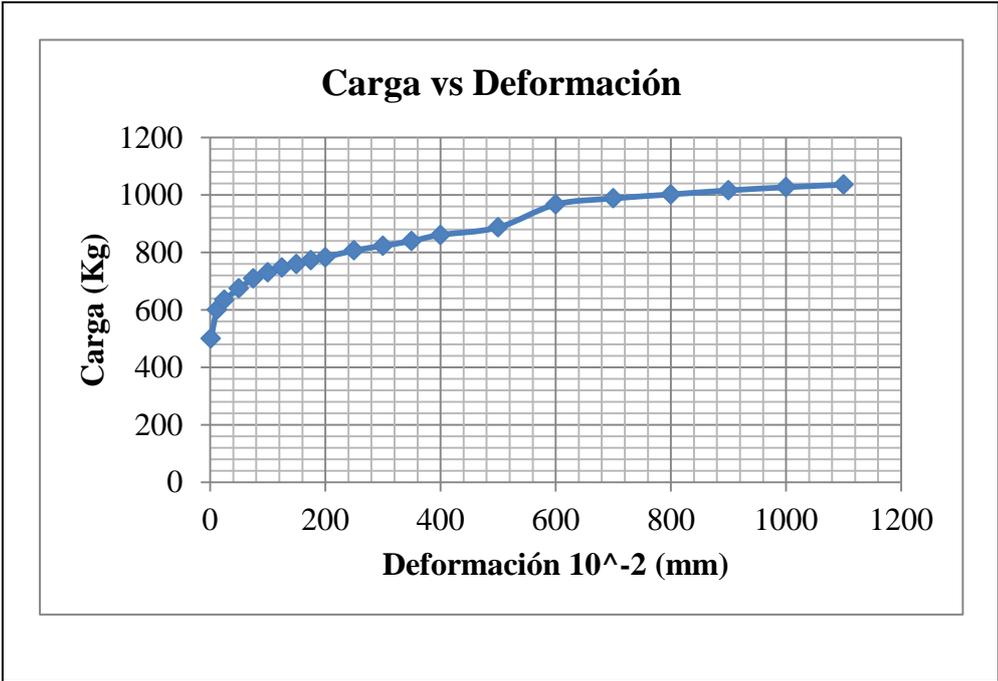
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.30 Ensayo de tracción probeta E3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE TRACCIÓN					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 23					
Probeta:	E3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM	Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:	INEN 0109				
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn				
Método:	Deformación Controlada				
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Carga máxima (Kg):	721,1	Carga de Ruptura (Kg):	596		
IMÁGENES					
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN					
					
Observaciones:					
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta E3 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 721,1 kg y una carga de ruptura de 596 kg.</p>					

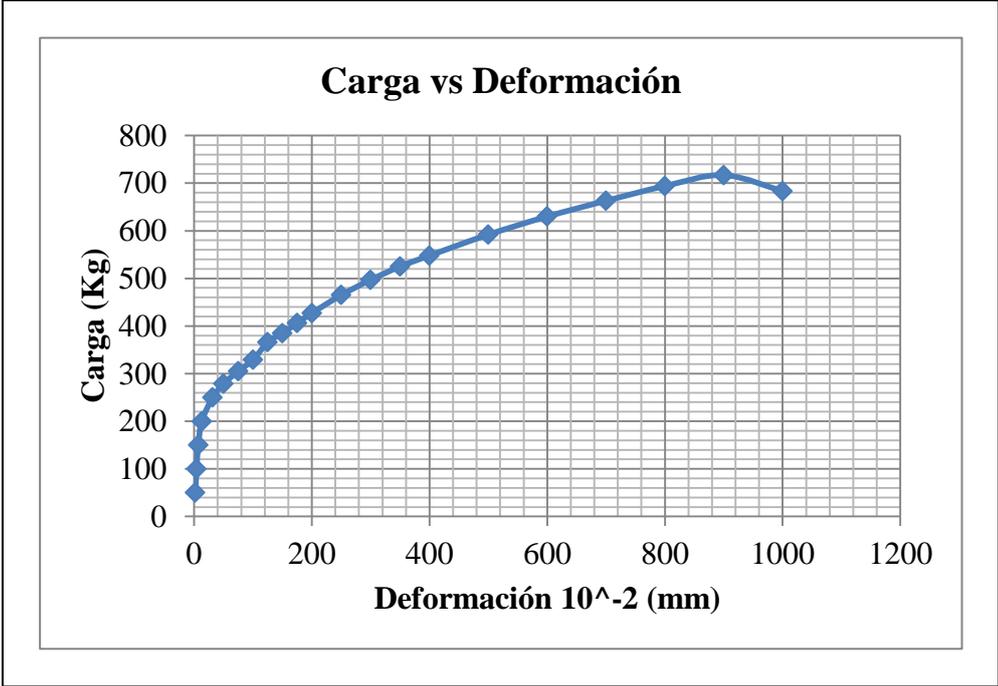
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.31 Ensayo de tracción probeta E4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 24						
Probeta:	E4	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio FICM		de Materiales	Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	1040,4	Carga de Ruptura (Kg):	836			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta E1 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 1040,4 kg y una carga de ruptura de 836 kg.</p>						

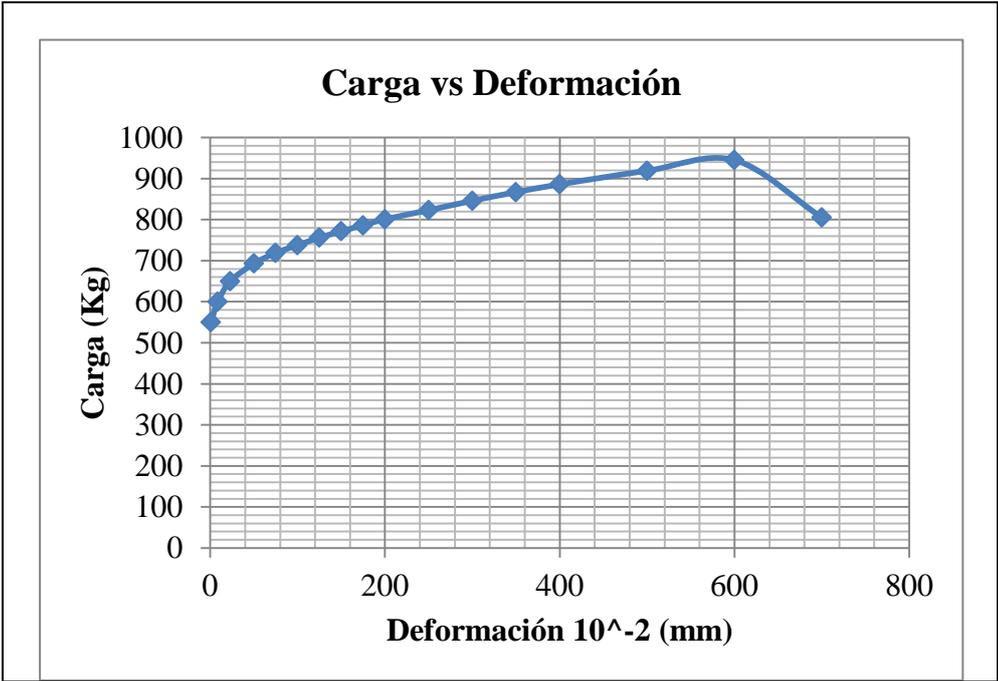
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.32 Ensayo de tracción probeta E5.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 25						
Probeta:	E5	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio FICM	de Materiales		Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		732,3		Carga de Ruptura (Kg):		669
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta E5 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 732,3 kg y una carga de ruptura de 669 kg.</p>						

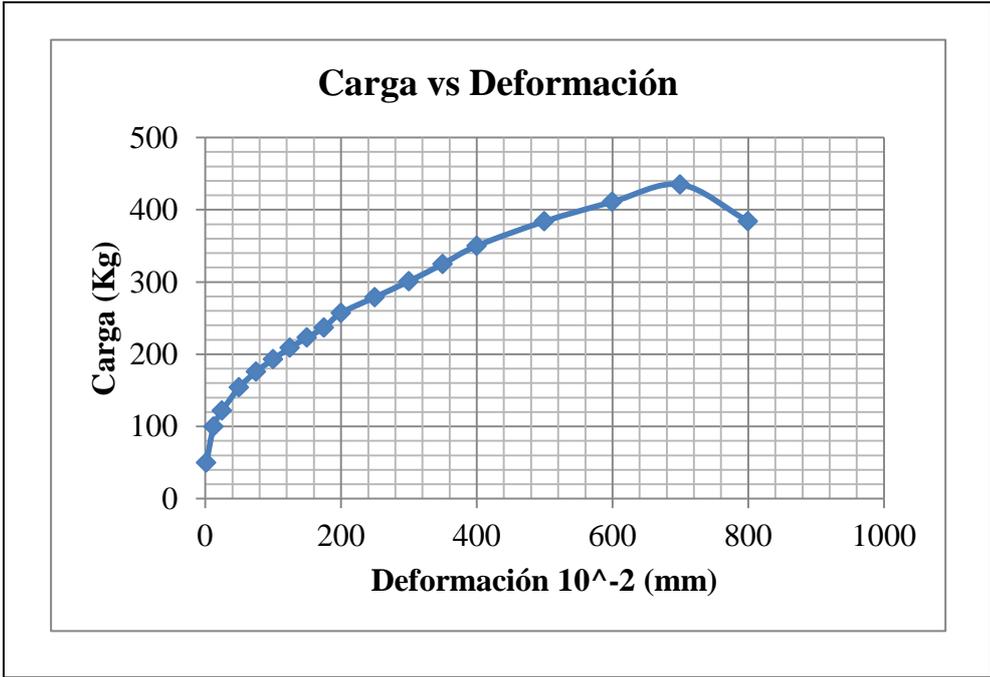
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.33 Ensayo de tracción probeta F1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 26						
Probeta:	F1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		952,5		Carga de Ruptura (Kg):		775
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta F1 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 952,5 kg y una carga de ruptura de 775 kg.</p>						

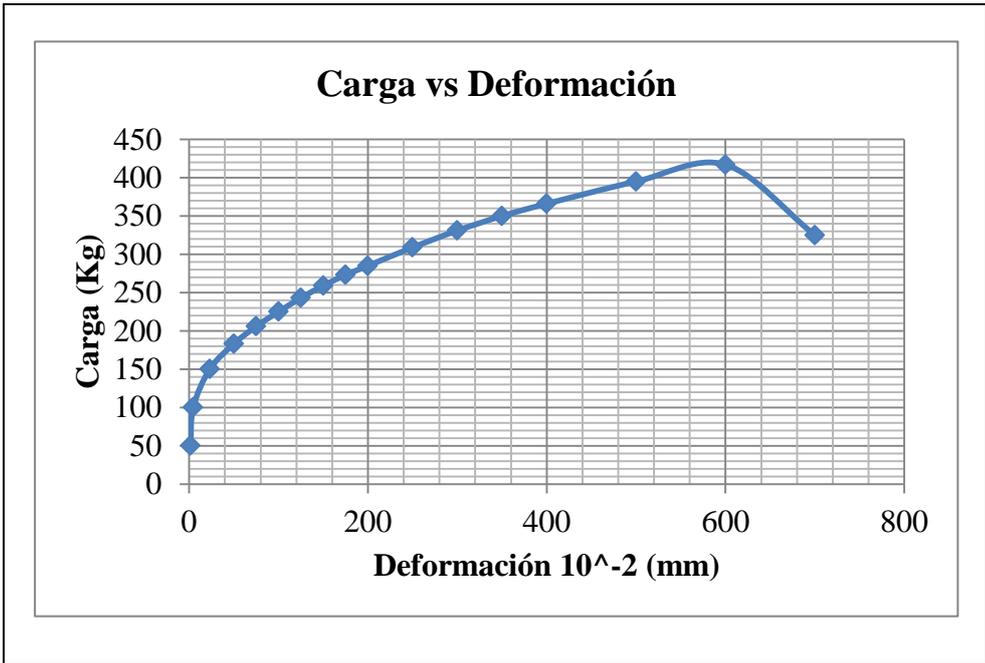
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.34 Ensayo de tracción probeta F2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 27						
Probeta:	F2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio FICM		de Materiales	Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	456,3	Carga de Ruptura (Kg):	361			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta F2 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 456,3 kg y una carga de ruptura de 361 kg.</p>						

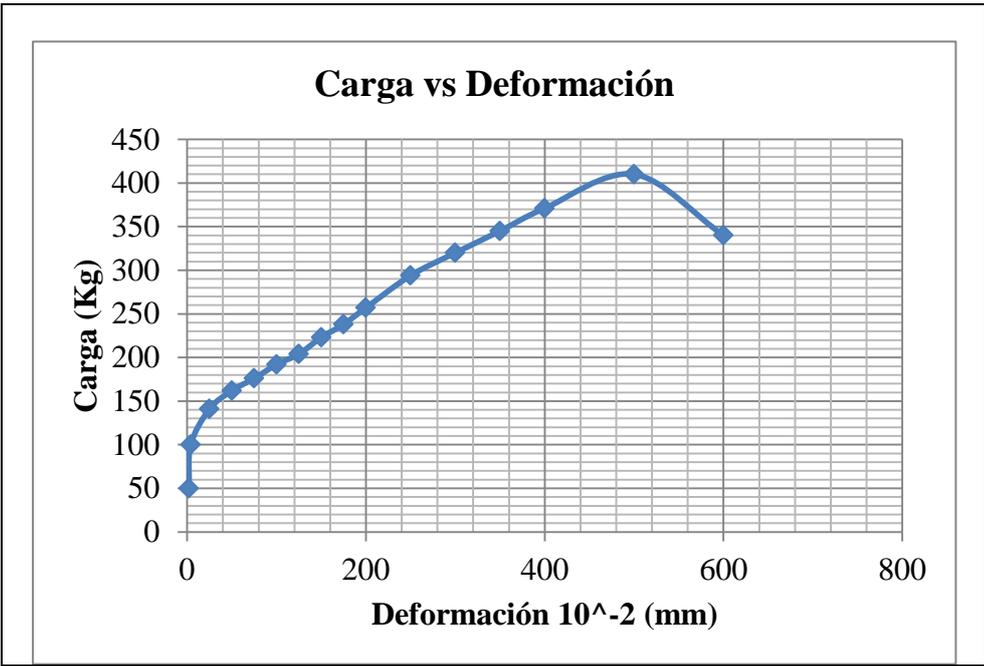
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.35 Ensayo de tracción probeta F3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 28						
Probeta:	F3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		438		Carga de Ruptura (Kg):		301
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
 <p style="text-align: center;">Carga vs Deformación</p>						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta F3 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 438 kg y una carga de ruptura de 301 kg.</p>						

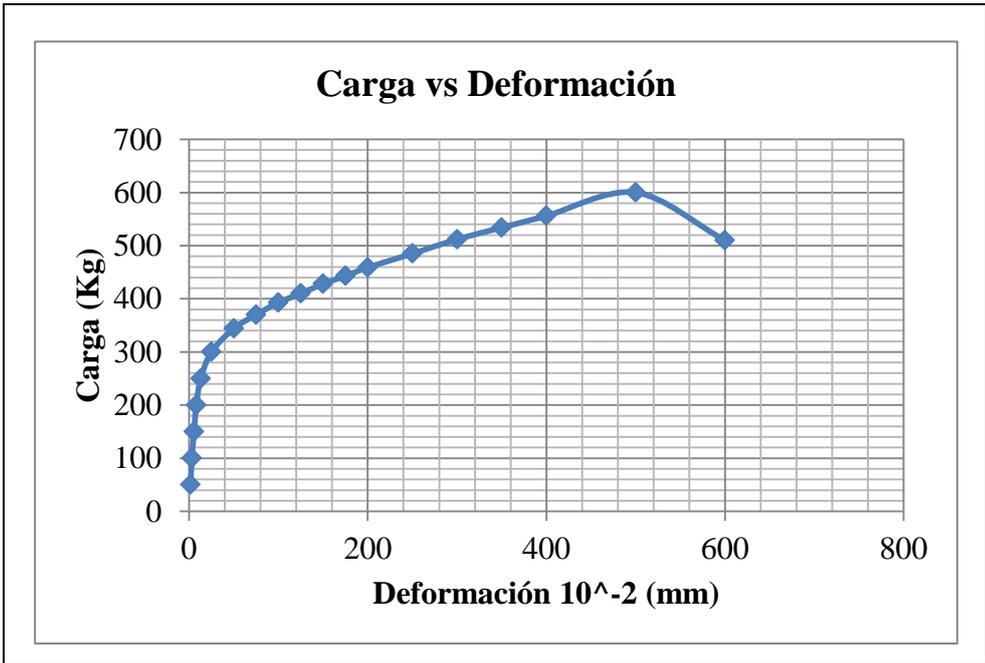
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.36 Ensayo de tracción probeta F4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 29						
Probeta:	F4	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	413,2	Carga de Ruptura (Kg):	290			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta F4 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 413,2 kg y una carga de ruptura de 290 kg.</p>						

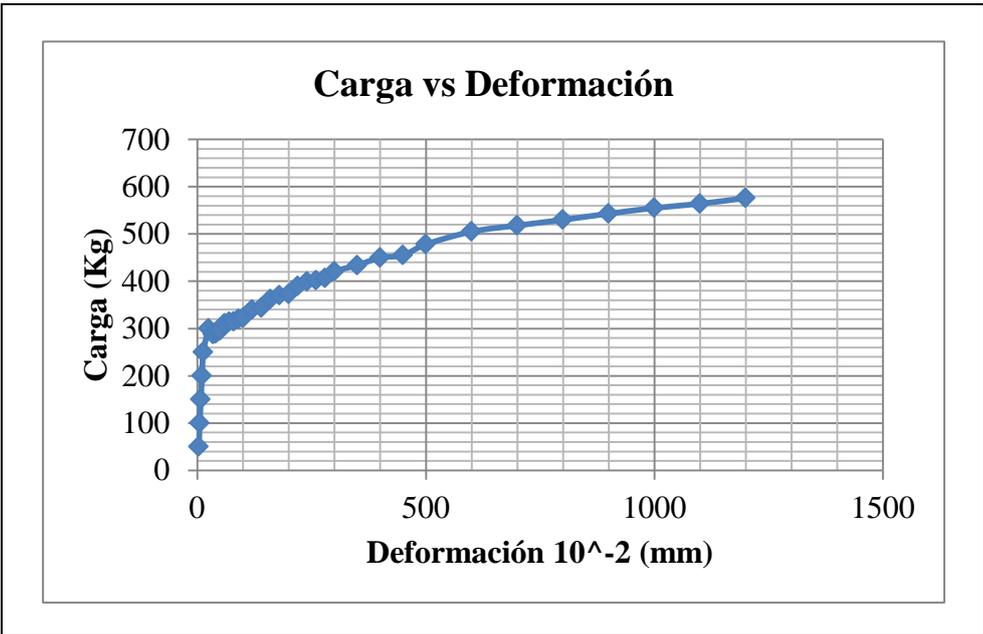
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.37 Ensayo de tracción probeta F5.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 30						
Probeta:	F5	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	626		Carga de Ruptura (Kg):	426		
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta F5 soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 626 kg y una carga de ruptura de 426 kg.</p>						

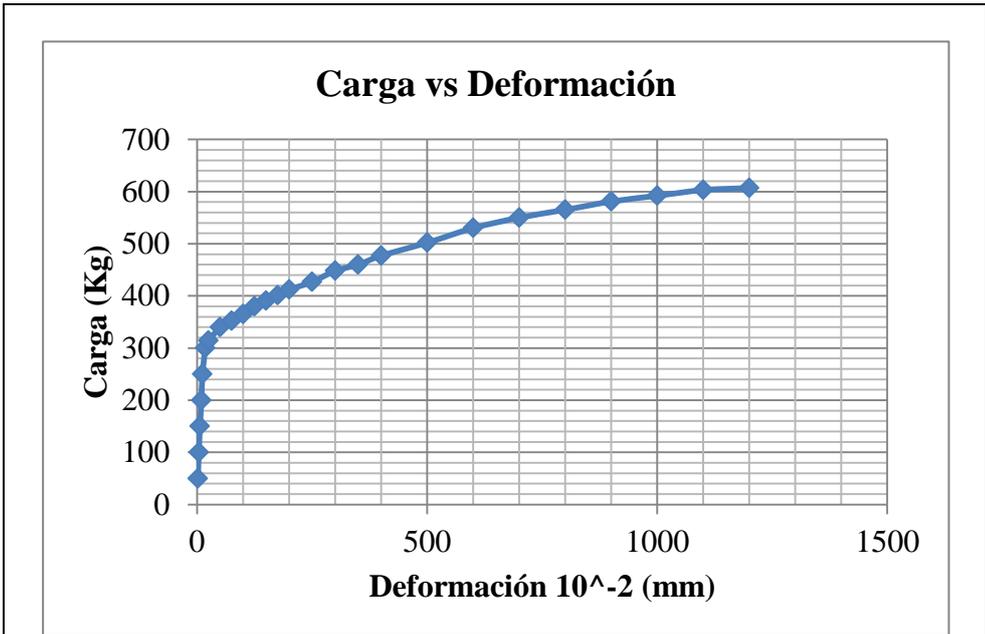
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.38 Ensayo de tracción probeta G1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 31						
Probeta:	G1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		583,3		Carga de Ruptura (Kg):		382
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta G1 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 583,3 kg y una carga de ruptura de 382 kg.</p>						

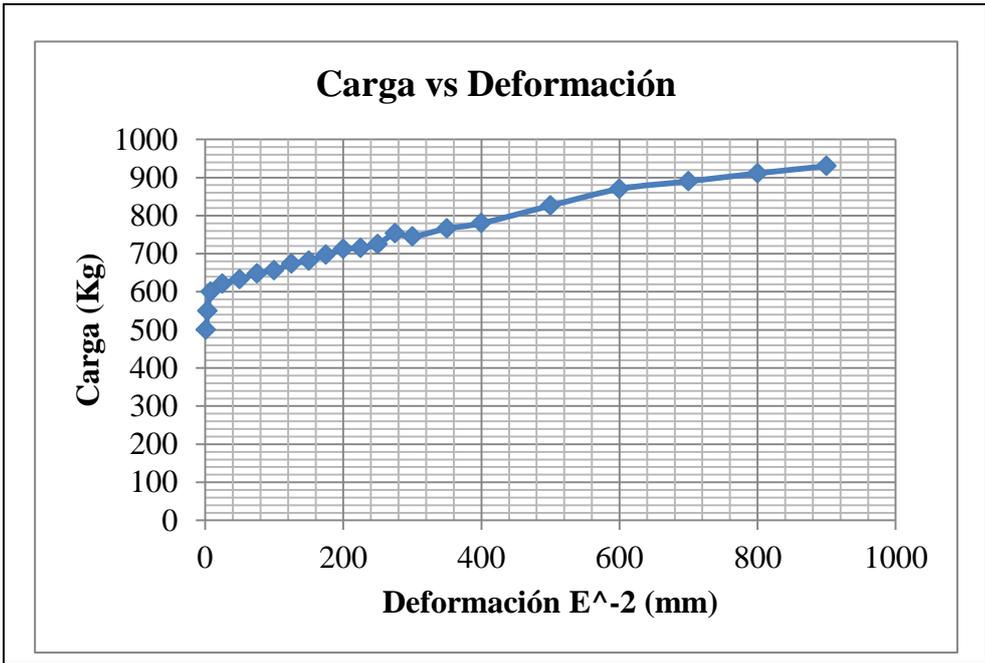
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.39 Ensayo de tracción probeta G2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 32						
Probeta:	G2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	617	Carga de Ruptura (Kg):	464			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta G2 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 617 kg y una carga de ruptura de 464 kg.</p>						

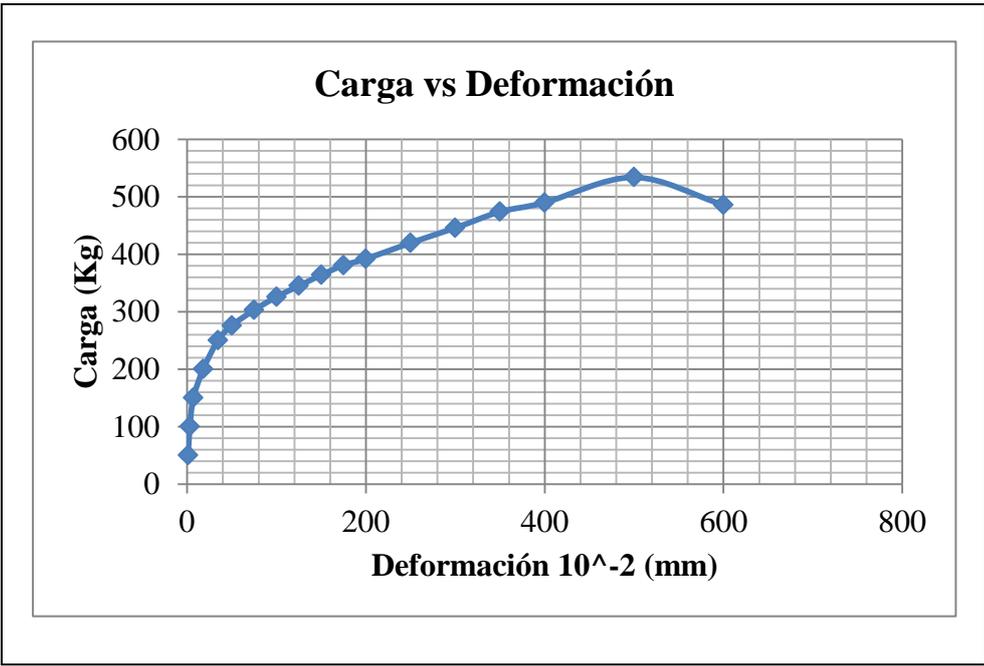
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.40 Ensayo de tracción probeta G3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 33						
Probeta:	G3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		940,3		Carga de Ruptura (Kg):		720
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
 <p style="text-align: center;">Carga vs Deformación</p>						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta G2 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 940,3 kg y una carga de ruptura de 720 kg.</p>						

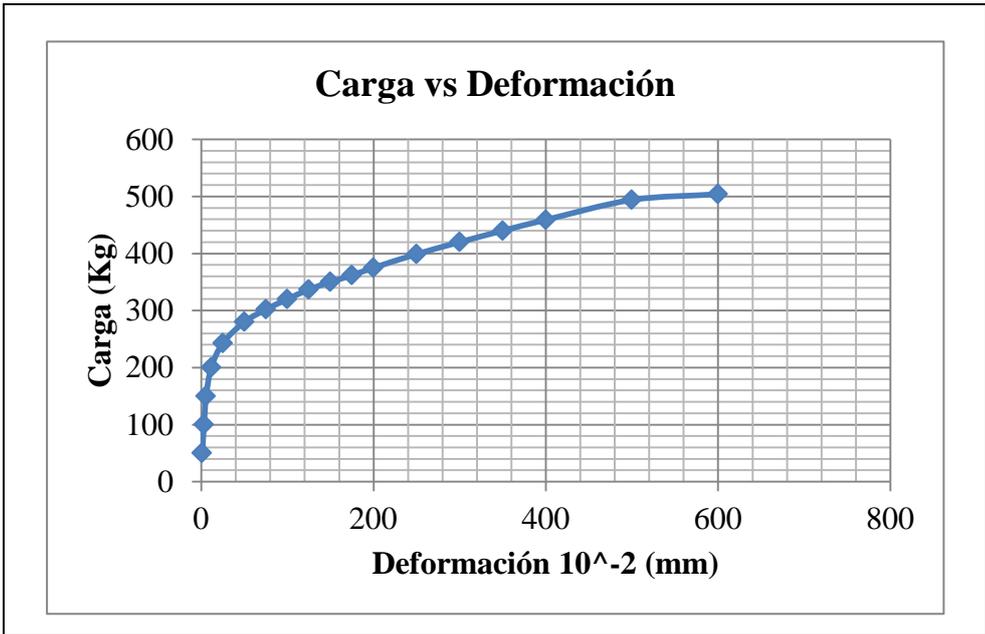
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.41 Ensayo de tracción probeta G4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 34						
Probeta:	G4	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		541,1		Carga de Ruptura (Kg):		346
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta G4 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 541,1 kg y una carga de ruptura de 346 kg.</p>						

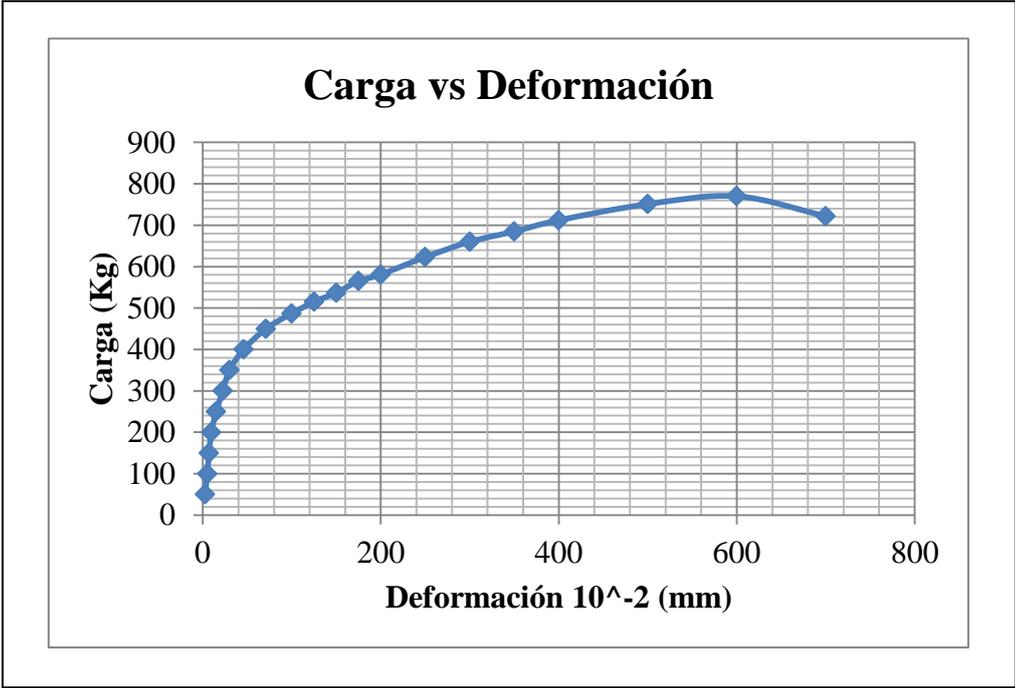
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.42 Ensayo de tracción probeta G5.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 35						
Probeta:	G5	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		523,5		Carga de Ruptura (Kg):		328
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta G5 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y sin separación de la junta, se obtiene una carga máxima de 523,5 kg y una carga de ruptura de 328 kg.</p>						

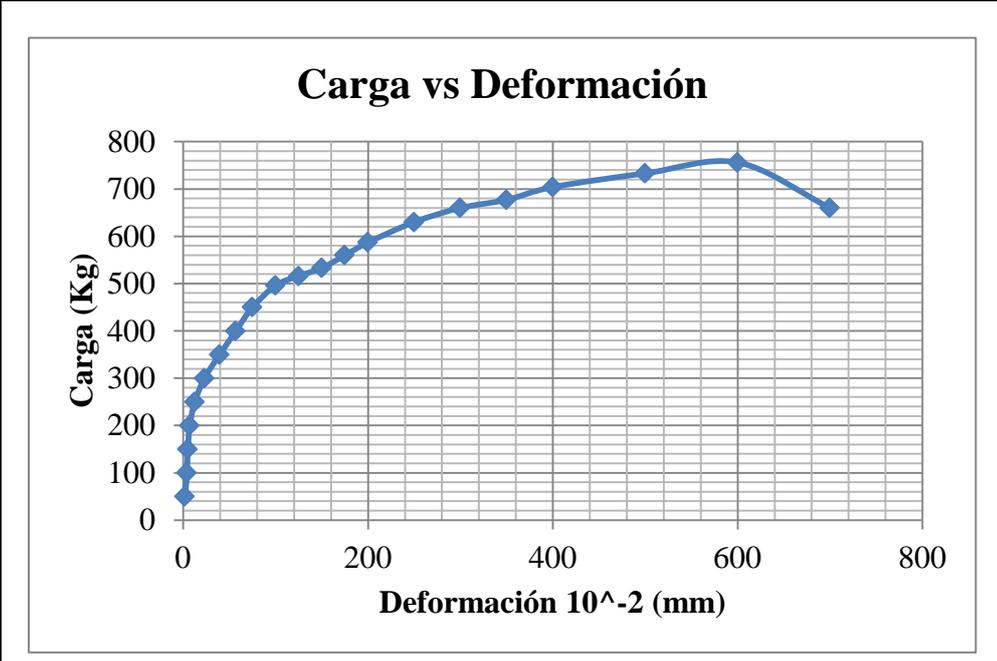
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.43 Ensayo de tracción probeta H1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 36						
Probeta:	H1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal TinuisOlsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	máxima	775,4	Carga de Ruptura (Kg):		712	
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta H1 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 775,4 kg y una carga de ruptura de 712 kg.</p>						

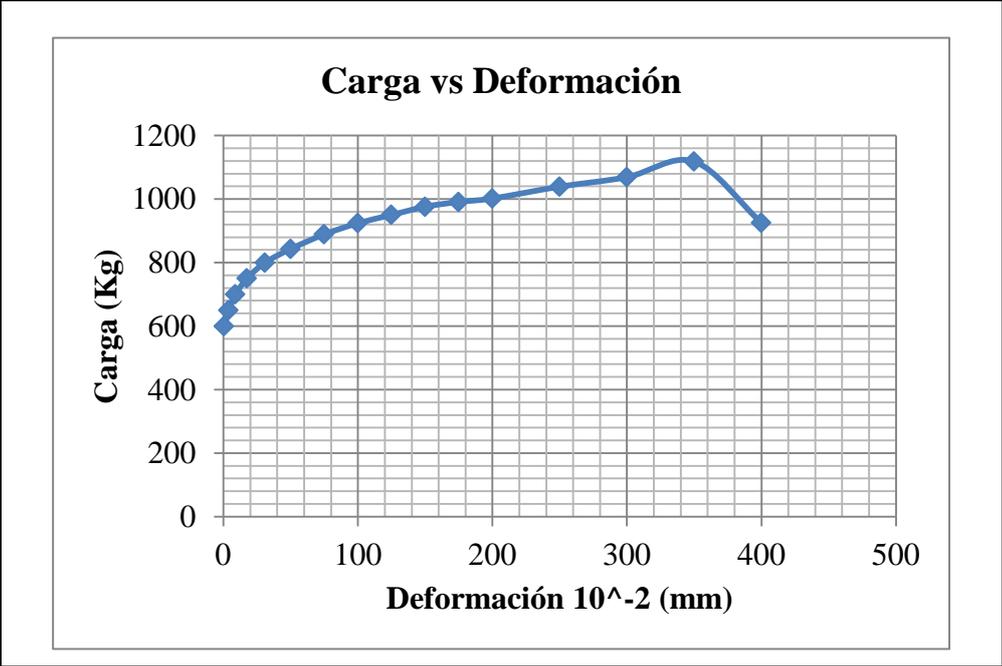
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.44 Ensayo de tracción probeta H2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 37						
Probeta:	H2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	13/01/2015		
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:		INEN 0109				
Instrumento:		Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn				
Método:		Deformación Controlada				
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		769,6	Carga de Ruptura (Kg):		648	
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta H2 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 769,6 kg y una carga de ruptura de 648 kg.</p>						

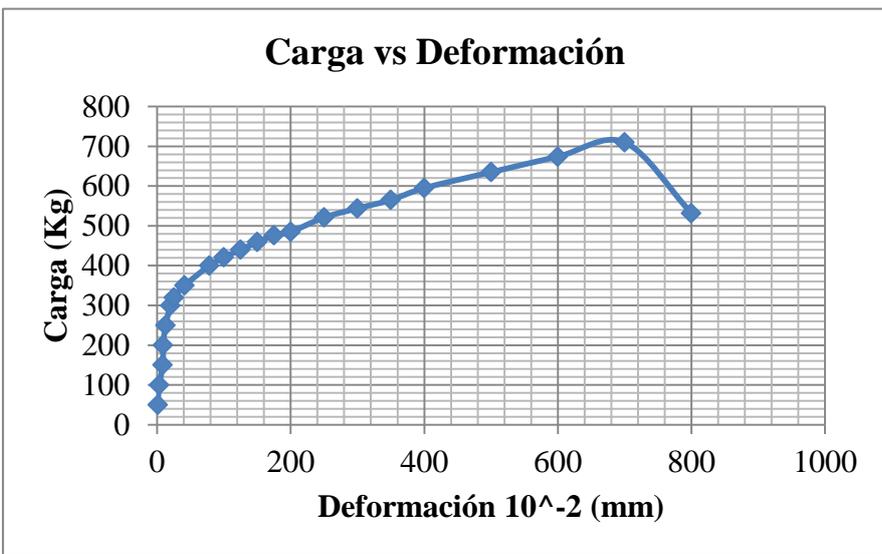
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.45 Ensayo de tracción probeta H3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 38						
Probeta:	H3	Autorizado por:	Ing. Mg. Cesar Arroba	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM	Fecha de ejecución:	13/01/2015			
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:	INEN 0109					
Instrumento:	Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn					
Método:	Deformación Controlada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):	1127,9	Carga de Ruptura (Kg):	748			
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta H3 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 1127,9 kg y una carga de ruptura de 748 kg</p>						

Fuente: Josué Pérez

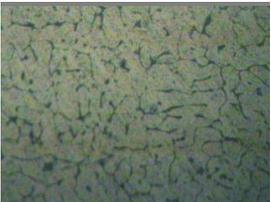
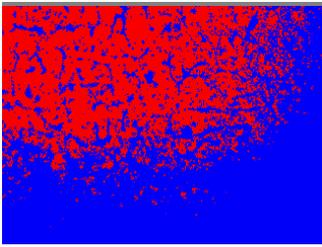
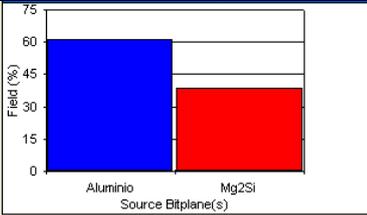
Tabla 4.46 Ensayo de tracción probeta H4.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 40						
Probeta:	H4	Autorizado por:	Ing. Mg. Cesar Arroba	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	13/01/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			INEN 0109			
Instrumento:			Máquina Universal Tinuis Olsen cap. 30 tn			
Método:			Deformación Controlada			
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Carga máxima (Kg):		723,7		Carga de Ruptura (Kg):		487
IMÁGENES						
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN						
						
Observaciones:						
<p>Durante el ensayo de tracción de la probeta H5 soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y con separación de 1.587 mm, se obtiene una carga máxima de 723,7 kg y una carga de ruptura de 487 kg.</p>						

Fuente: Josué Pérez

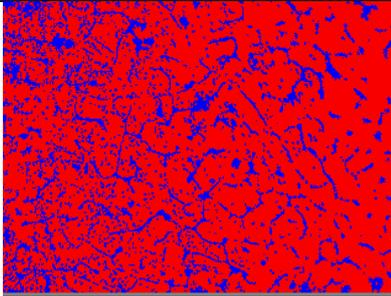
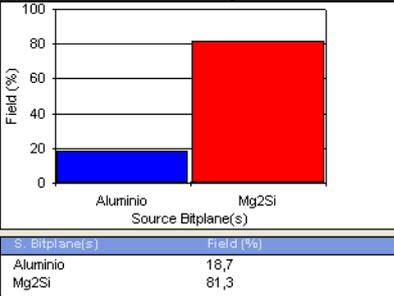
4.3.2 Ensayo metalográfico

Tabla 4.47 Ensayo metalográfico de la probeta A.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
ENSAYO METALOGRAFICO												
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS												
Probeta:	A	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez							
Parte específica:	Cordón de soldadura		Fecha de ejecución:	20/02/2015								
Centro de estudio y análisis:			Laboratorio de Materiales - FICM									
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO												
Lugar:	Sector Huachi Chico / Campus Universitario – UTA											
Temperatura ambiente:	21° C	Iluminación:	Buena									
Flujo de aire del medio:	Estático	Otros:										
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO												
Acondicionamiento de la superficie por:			Pulido mecánico									
Temperatura durante el pulido:	21° C	Superficie óptima en:	49 min									
Ataque químico de la superficie con:	Keller	Tiempo de ataque:	19 seg									
RESULTADO: Calidad buena, se observan claramente los bordes.												
MICROESTRUCTURA												
												
Cordón de soldadura a 200X, Keller, 19 seg.												
Componentes Microestructurales:			Porcentajes:									
			 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Source Bitplane(s)</th> <th>Field (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminio</td> <td>61,3</td> </tr> <tr> <td>Mg2Si</td> <td>38,7</td> </tr> </tbody> </table>				Source Bitplane(s)	Field (%)	Aluminio	61,3	Mg2Si	38,7
Source Bitplane(s)	Field (%)											
Aluminio	61,3											
Mg2Si	38,7											
Interpretación de resultados												
La probeta A soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta, se obtiene 61,3% de Aluminio y 38,7% de Mg ₂ Si.												

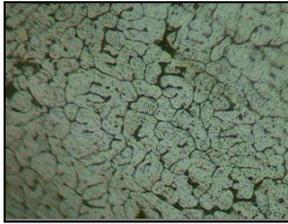
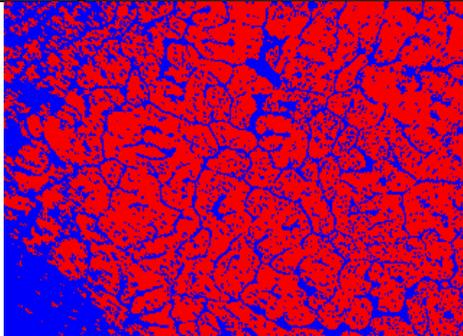
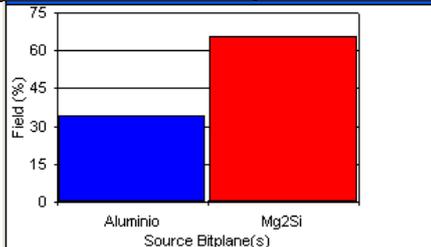
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.48 Ensayo metalográfico de la probeta B.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
ENSAYO METALOGRAFICO												
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS												
Probeta:	B	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez							
Parte específica:	Cordón de soldadura			Fecha de ejecución:	20/02/2015							
Centro de estudio y análisis:			Laboratorio de Materiales - FICM									
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO												
Lugar:		Sector Huachi Chico / Campus Universitario – UTA										
Temperatura ambiente:		21° C	Iluminación:		Buena							
Flujo de aire del medio:		Estático	Otros:									
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO												
Acondicionamiento de la superficie por:			Pulido mecánico									
Temperatura durante el pulido:		21° C	Superficie óptima en:		49 min							
Ataque químico de la superficie con:		Keller	Tiempo de ataque:		19 seg							
RESULTADO: Calidad buena, se observan claramente los bordes.												
MICROESTRUCTURA  Cordón de soldadura a 200X, Keller, 19 seg.												
Componentes Microestructurales:			Porcentajes:									
			 <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>S. Bitplane(s)</th> <th>Field (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminio</td> <td>18,7</td> </tr> <tr> <td>Mg2Si</td> <td>81,3</td> </tr> </tbody> </table>				S. Bitplane(s)	Field (%)	Aluminio	18,7	Mg2Si	81,3
S. Bitplane(s)	Field (%)											
Aluminio	18,7											
Mg2Si	81,3											
Interpretación de resultados												
La probeta B soldada con amperaje de 75A, sin precalentamiento al metal base y con separación de la junta de 1.587 mm, se obtiene 18,7% de Aluminio y 81,3% de Mg ₂ Si												

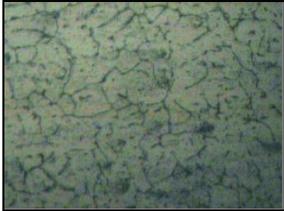
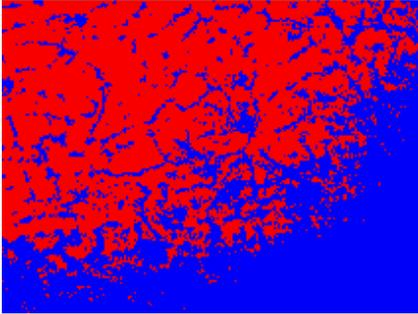
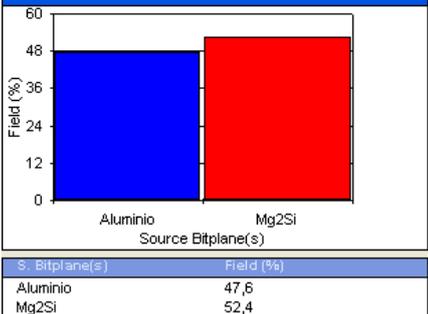
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.49 Ensayo metalográfico de la probeta C.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA											
ENSAYO METALOGRAFICO													
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS													
Probeta:	C	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez								
Parte específica:	Cordón de soldadura			Fecha de ejecución:	20/02/2015								
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Materiales - FICM									
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO													
Lugar:		Sector Huachi Chico / Campus Universitario – UTA											
Temperatura ambiente:		21° C		Iluminación:		Buena							
Flujo de aire del medio:		Estático		Otros:									
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO													
Acondicionamiento de la superficie por:				Pulido mecánico									
Temperatura durante el pulido:		21° C		Superficie óptima en:		49 min							
Ataque químico de la superficie con:		Keller		Tiempo de ataque:		19 seg							
RESULTADO: Calidad buena, se observan claramente los bordes.													
MICROESTRUCTURA													
													
Cordón de soldadura a 200X, Keller, 19 seg.													
Componentes Microestructurales:				Porcentajes:									
				 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>S. Bitplane(s)</th> <th>Field (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminio</td> <td>34,1</td> </tr> <tr> <td>Mg2Si</td> <td>65,9</td> </tr> </tbody> </table>				S. Bitplane(s)	Field (%)	Aluminio	34,1	Mg2Si	65,9
S. Bitplane(s)	Field (%)												
Aluminio	34,1												
Mg2Si	65,9												
Interpretación de resultados													
La probeta C soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento al metal base de 200°C y sin separación de la junta, se obtiene 34,1% de Aluminio y 65,9% de Mg ₂ Si.													

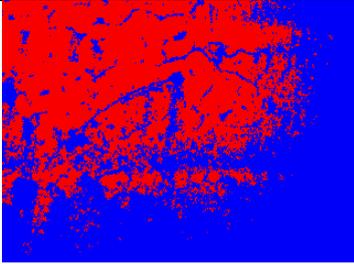
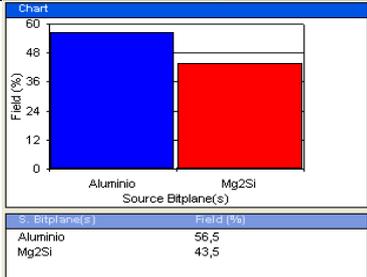
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.50 Ensayo metalográfico de la probeta D.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
ENSAYO METALOGRAFICO REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS												
Probeta:	D	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez							
Parte específica:	Cordón de soldadura			Fecha de ejecución:	20/02/2015							
Centro de estudio y análisis:			Laboratorio de Materiales - FICM									
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO												
Lugar:	Sector Huachi Chico / Campus Universitario – UTA											
Temperatura ambiente:	21° C	Illuminación:	Buena									
Flujo de aire del medio:	Estático	Otros:										
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO												
Acondicionamiento de la superficie por:			Pulido mecánico									
Temperatura durante el pulido:	21° C	Superficie en:	óptima	49 min								
Ataque químico de la superficie con:	Keller	Tiempo de ataque:	19 seg									
RESULTADO: Calidad buena, se observan claramente los bordes.												
MICROESTRUCTURA 												
Cordón de soldadura a 200X, Keller, 19 seg.												
Componentes Microestructurales:			Porcentajes:									
			 <table border="1" style="margin-top: 5px; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>S. Bitplane(s)</th> <th>Field (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminio</td> <td>47,6</td> </tr> <tr> <td>Mg2Si</td> <td>52,4</td> </tr> </tbody> </table>				S. Bitplane(s)	Field (%)	Aluminio	47,6	Mg2Si	52,4
S. Bitplane(s)	Field (%)											
Aluminio	47,6											
Mg2Si	52,4											
Interpretación de resultados												
<p>La probeta D soldada con amperaje de 75A, con precalentamiento al metal base de 200°C y con separación de la junta de 1.587 mm, se obtiene 47,6% de Aluminio y 52,4% de Mg₂Si.</p>												

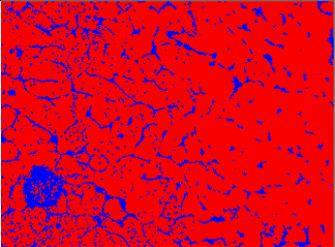
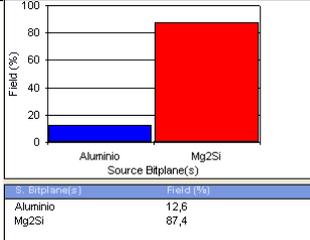
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.51 Ensayo metalográfico de la probeta E.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
ENSAYO METALOGRAFICO REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS												
Probeta:	E	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez							
Parte específica:	Cordón de soldadura			Fecha de ejecución:	20/02/2015							
Centro de estudio y análisis:			Laboratorio de Materiales - FICM									
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO												
Lugar:	Sector Huachi Chico / Campus Universitario – UTA											
Temperatura ambiente:	21° C	Iluminación:	Buena									
Flujo de aire del medio:	Estático	Otros:										
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO												
Acondicionamiento de la superficie por:			Pulido mecánico									
Temperatura durante el pulido:	21° C	Superficie en:	óptima	49 min								
Ataque químico de la superficie con:	Keller	Tiempo de ataque:	19 seg									
RESULTADO: Calidad buena, se observan claramente los bordes.												
MICROESTRUCTURA												
												
Cordón de soldadura a 200X, Keller, 19 seg.												
Componentes Microestructurales:			Porcentajes:									
			 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Source Bitplane(s)</th> <th>Field (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminio</td> <td>56,5</td> </tr> <tr> <td>Mg2Si</td> <td>43,5</td> </tr> </tbody> </table>				Source Bitplane(s)	Field (%)	Aluminio	56,5	Mg2Si	43,5
Source Bitplane(s)	Field (%)											
Aluminio	56,5											
Mg2Si	43,5											
Interpretación de resultados												
La probeta E soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y sin separación de la junta, se obtiene 56,5 % de Aluminio y 43,5 % de Mg ₂ Si.												

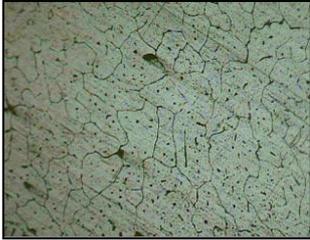
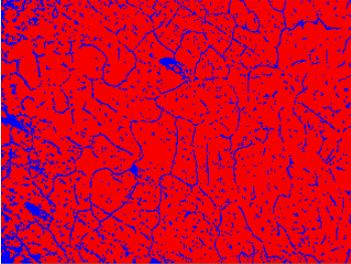
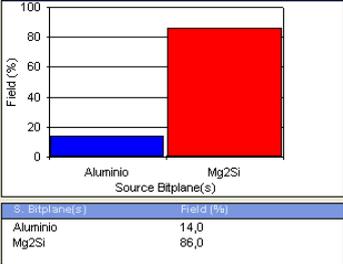
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.52 Ensayo metalográfico de la probeta F.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
ENSAYO METALOGRAFICO REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS												
Probeta:	F	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez							
Parte específica:	Cordón de soldadura			Fecha de ejecución:	20/02/2015							
Centro de estudio y análisis:			Laboratorio de Materiales - FICM									
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO												
Lugar:	Sector Huachi Chico / Campus Universitario – UTA											
Temperatura ambiente:	21° C	Iluminación:	Buena									
Flujo de aire del medio:	Estático	Otros:										
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO												
Acondicionamiento de la superficie por:			Pulido mecánico									
Temperatura durante el pulido:	21° C	Superficie en:	óptima	49 min								
Ataque químico de la superficie con:	Keller	Tiempo de ataque:	19 seg									
RESULTADO: Calidad buena, se observan claramente los bordes.												
MICROESTRUCTURA 												
Cordón de soldadura a 200X, Keller, 19 seg.												
Componentes Microestructurales:			Porcentajes:									
			 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Field (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminio</td> <td>12,6</td> </tr> <tr> <td>Mg₂Si</td> <td>87,4</td> </tr> </tbody> </table>				Componente	Field (%)	Aluminio	12,6	Mg ₂ Si	87,4
Componente	Field (%)											
Aluminio	12,6											
Mg ₂ Si	87,4											
Interpretación de resultados												
<p>La probeta F soldada con amperaje de 80A, sin precalentamiento al metal base y con separación de la junta de 1.587 mm, se obtiene 12,6 % de Aluminio y 87,4% de Mg₂Si.</p>												

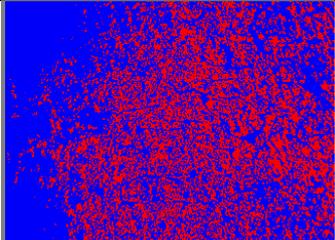
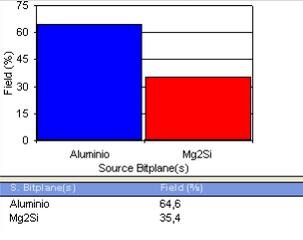
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.53 Ensayo metalográfico de la probeta G.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO METALOGRAFICO REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	G	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez	
Parte específica:	Cordón de soldadura			Fecha de ejecución:	20/02/2015	
Centro de estudio y análisis:			Laboratorio de Materiales - FICM			
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO						
Lugar:	Sector Huachi Chico / Campus Universitario – UTA					
Temperatura ambiente:	21° C	Iluminación:	Buena			
Flujo de aire del medio:	Estático	Otros:				
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO						
Acondicionamiento de la superficie por:			Pulido mecánico			
Temperatura durante el pulido:	21° C	Superficie en:	óptima	49 min		
Ataque químico de la superficie con:	Keller	Tiempo de ataque:	19 seg			
RESULTADO: Calidad buena, se observan claramente los bordes.						
MICROESTRUCTURA						
						
Cordón de soldadura a 200X, Keller, 19 seg.						
Componentes Microestructurales:			Porcentajes:			
						
Interpretación de resultados						
La probeta G soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y sin separación de la junta, se obtiene 14,0% de Aluminio y 86,0% de Mg ₂ Si.						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.54 Ensayo metalográfico de la probeta H.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA										
ENSAYO METALOGRAFICO REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS												
Probeta:	H	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josue Pérez							
Parte específica:	Cordón de soldadura			Fecha de ejecución:	20/02/2015							
Centro de estudio y análisis:			Laboratorio de Materiales - FICM									
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO												
Lugar:	Sector Huachi Chico / Campus Universitario – UTA											
Temperatura ambiente:	21° C	Iluminación:	Buena									
Flujo de aire del medio:	Estático	Otros:										
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO												
Acondicionamiento de la superficie por:			Pulido mecánico									
Temperatura durante el pulido:	21° C	Superficie en:	óptima	49 min								
Ataque químico de la superficie con:	Keller	Tiempo de ataque:	19 seg									
RESULTADO: Calidad buena, se observan claramente los bordes.												
MICROESTRUCTURA  Cordón de soldadura a 200X, Keller, 19 seg.												
Componentes Microestructurales:			Porcentajes:									
			 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>S. Bitplane(s)</th> <th>Field (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aluminio</td> <td>64,6</td> </tr> <tr> <td>Mg2Si</td> <td>35,4</td> </tr> </tbody> </table>				S. Bitplane(s)	Field (%)	Aluminio	64,6	Mg2Si	35,4
S. Bitplane(s)	Field (%)											
Aluminio	64,6											
Mg2Si	35,4											
Interpretación de resultados												
<p>La probeta H soldada con amperaje de 80A, con precalentamiento al metal base de 200°C y con separación de la junta de 1.587 mm, se obtiene 64,6 % de Aluminio y 35,4% de Mg₂Si.</p>												

Fuente: Josué Pérez

4.3.3 Ensayo de dobles guiado

Tabla 4.55 Ensayo de dobles guiado de la probeta A1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 43					
Probeta:	A1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:	21°C		Flujo de aire del medio:	Estático	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM		Fecha de ejecución:	15/02/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			API 1104		
Instrumento:			Máquina Universal		
Método:			Doblado de soldadura		
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación (%en 5cm):	8		Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	A1		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta A1, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.56 Ensayo de dobles guiado de la probeta A2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 43					
Probeta:	A2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura lugar:	ambiente	del	21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de FICM	de	Materiales	Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:	API 1104				
Instrumento:	Máquina Universal				
Método:	Doblado de soldadura				
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación (%en 5cm):	8	Geometría:	Rectangular		
Dureza:	14 HWB	Webster B:	14		
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²	Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²		
No. De probeta:	A2	Dimensiones (mm):	300*20*3		
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta A2, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.57 Ensayo de dobles guiado de la probeta B1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 43					
Probeta:	B1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura lugar:	ambiente	del	21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de FICM	de	Materiales	Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:	API 1104				
Instrumento:	Máquina Universal				
Método:	Doblado de soldadura				
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación (%en 5cm):	8	Geometría:	Rectangular		
Dureza:	14 HWB	Webster B:	14		
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²	Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²		
No. De probeta:	B1	Dimensiones (mm):	300*20*3		
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta B1, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.58 Ensayo de dobles guiado de la probeta B2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 44					
Probeta:	B2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura lugar:	ambiente	del	21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			API 1104		
Instrumento:			Máquina Universal		
Método:			Doblado de soldadura		
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación (%en 5cm):	8		Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	B2		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
<p>El cordón de soldadura de la probeta B2, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.</p>					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.59 Ensayo de dobles guiado de la probeta C1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 45					
Probeta:	C1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			API 1104		
Instrumento:			Máquina Universal		
Método:			Doblado de soldadura		
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	C1		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta C1, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.60 Ensayo de dobles guiado de la probeta C2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 45					
Probeta:	C2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			API 1104		
Instrumento:			Máquina Universal		
Método:			Doblado de soldadura		
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	C2		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
<p>El cordón de soldadura de la probeta C2, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.</p>					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.61 Ensayo de dobles guiado de la probeta D1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 45					
Probeta:	D1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de FICM	de	Materiales	Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:	API 1104				
Instrumento:	Máquina Universal				
Método:	Doblado de soldadura				
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	D1		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta D1, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.62 Ensayo de dobles guiado de la probeta D2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 48					
Probeta:	D2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:		API 1104			
Instrumento:		Máquina Universal			
Método:		Doblado de soldadura			
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:		14 HWB	Webster B:	14	
Resist. a fluencia :		28.5 Kg/mm ²	Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:		D2	Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta D2, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.63 Ensayo de dobles guiado de la probeta E1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 49					
Probeta:	E1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			API 1104		
Instrumento:			Máquina Universal		
Método:			Doblado de soldadura		
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	E1		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta E1, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.64 Ensayo de dobles guiado de la probeta E2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 50					
Probeta:	E2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			API 1104		
Instrumento:			Máquina Universal		
Método:			Doblado de soldadura		
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	E2		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta E2, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.65 Ensayo de dobles guiado de la probeta F1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DOBLADO						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 51						
Probeta:	F1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			API 1104			
Instrumento:			Máquina Universal			
Método:			Doblado de soldadura			
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA						
Elongación 5cm):	(%en	8		Geometría:	Rectangular	
Dureza:			14 HWB	Webster B:	14	
Resist. a fluencia :			28.5 Kg/mm ²	Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:			F1	Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO						
IMÁGENES						
PROBETA DOBLADA						
						
Observaciones:						
El cordón de soldadura de la probeta F1, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.66 Ensayo de dobles guiado de la probeta F2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DOBLADO						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 52						
Probeta:	F2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			API 1104			
Instrumento:			Máquina Universal			
Método:			Doblado de soldadura			
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA						
Elongación 5cm):	(%en	8		Geometría:	Rectangular	
Dureza:			14 HWB	Webster B:	14	
Resist. a fluencia :			28.5 Kg/mm ²	Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:			F2	Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO						
IMÁGENES						
PROBETA DOBLADA						
						
Observaciones:						
El cordón de soldadura de la probeta F2, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.67 Ensayo de dobles guiado de la probeta G1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DOBLADO						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 53						
Probeta:	G1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático	
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:			API 1104			
Instrumento:			Máquina Universal			
Método:			Doblado de soldadura			
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA						
Elongación 5cm):	(%en	8		Geometría:	Rectangular	
Dureza:			14 HWB	Webster B:	14	
Resist. a fluencia :			28.5 Kg/mm ²	Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:			G1	Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO						
IMÁGENES						
PROBETA DOBLADA						
						
Observaciones:						
El cordón de soldadura de la probeta G1, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.68 Ensayo de dobles guiado de la probeta G2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 54					
Probeta:	G2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			API 1104		
Instrumento:			Máquina Universal		
Método:			Doblado de soldadura		
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	G2		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta G2, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.69 Ensayo de dobles guiado de la probeta H1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 55					
Probeta:	H1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de FICM	de	Materiales	Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:	API 1104				
Instrumento:	Máquina Universal				
Método:	Doblado de soldadura				
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	H1		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta H1, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.70 Ensayo de dobles guiado de la probeta H2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 56					
Probeta:	H2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Temperatura ambiente del lugar:			21°C	Flujo de aire del medio:	Estático
Lugar de realización:	Laboratorio de Materiales FICM			Fecha de ejecución:	15/02/2015
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			API 1104		
Instrumento:			Máquina Universal		
Método:			Doblado de soldadura		
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación 5cm):	(%en	8	Geometría:	Rectangular	
Dureza:	14 HWB		Webster B:	14	
Resist. a fluencia :	28.5 Kg/mm ²		Resistencia a tensión:	30 Kg/mm ²	
No. De probeta:	H2		Dimensiones (mm):	300*20*3	
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
					
Observaciones:					
El cordón de soldadura de la probeta H2, tiene una excelente ductilidad porque no presenta defectos en la soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

4.3.4 Ensayo de dureza

Tabla 4.71 Ensayo de dureza de la probeta A1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 57					
Probeta:	A1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,380	2,32		41,83	
2	2,280				
3	2,320				
4	2,300				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA			PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,32^2})}$ $BHN = 41,83$					
Observaciones:					
Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta A1 es de 41,83 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.72 Ensayo de dureza de la probeta A2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 58						
Probeta:	A2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,32	2,33		41,58		
2	2,315					
3	2,345					
4	2,325					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,33^2})}$ $BHN = 41,58$				PROBETA ENSAYADA 		
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta A2 es de 41,58 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.						

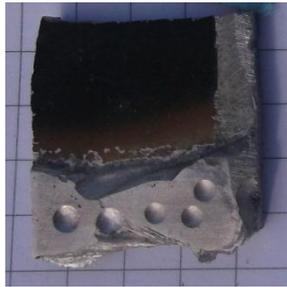
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.73 Ensayo de dureza de la probeta A3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 59					
Probeta:	A3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,305	2,32		41,74	
2	2,36				
3	2,27				
4	2,355				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,32^2})}$ $BHN = 41,74$				PROBETA ENSAYADA 	
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta A3 es de 41,74 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

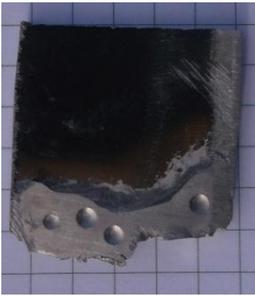
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.74 Ensayo de dureza de la probeta B1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 59						
Probeta:	B1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,265	2,22		46,10		
2	2,22					
3	2,18					
4	2,20					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,22^2})}$ $BHN = 46,10$				PROBETA ENSAYADA 		
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta B1 es de 46,10 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.						

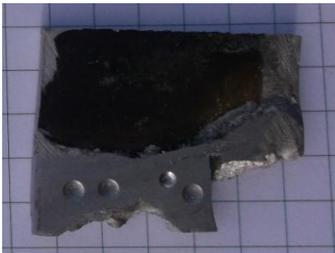
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.75 Ensayo de dureza de la probeta B2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 59						
Probeta:	B2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,535	2,42		38,10		
2	2,450					
3	2,310					
4	2,40					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA				PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,42^2})}$ $BHN = 38,10$						
Observaciones:						
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta B2 es de 38,10 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.76 Ensayo de dureza de la probeta B3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 62						
Probeta:	B3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,380	2,225		45,72		
2	2,420					
3	2,10					
4	2,00					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA				PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,225^2})}$ $BHN = 45,72$						
Observaciones:						
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta B3 es de 45,72 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>						

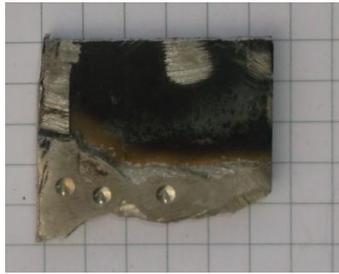
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.77 Ensayo de dureza de la probeta C1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 62						
Probeta:	C1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,315	2,38		39,48		
2	2,455					
3	2,410					
4	2,355					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,38^2})}$ $BHN = 39,48$				PROBETA ENSAYADA 		
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta C1 es de 39,48 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.78 Ensayo de dureza de la probeta C2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 62						
Probeta:	C2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,165	2,27		43,92		
2	2,34					
3	2,375					
4	2,190					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 2.5(2.5 - \sqrt{2.5^2 - 2.27^2})}$ $BHN = 43,92$				PROBETA ENSAYADA 		
Observaciones:						
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta C2 es de 43,92 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.79 Ensayo de dureza de la probeta C3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 62						
Probeta:	C3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,305	2,28		43,31		
2	2,335					
3	2,325					
4	2,165					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA				PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 2.5(2.5 - \sqrt{2.5^2 - 2,28^2})}$ $BHN = 43,31$						
Observaciones:						
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta C3 es de 43,31 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>						

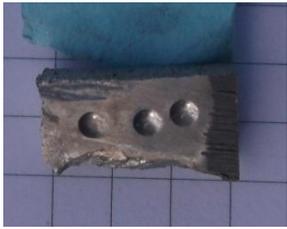
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.80 Ensayo de dureza de la probeta D1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 62						
Probeta:	D1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,415	2,40		38,83		
2	2,395					
3	2,420					
4	2,380					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,40^2})}$ $BHN = 38,83$				PROBETA ENSAYADA 		
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta D1 es de 38,83 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.81 Ensayo de dureza de la probeta D2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 62						
Probeta:	D2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,405	2,35		40,61		
2	2,300					
3	2,345					
4	2,360					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA				PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,35^2})}$ $BHN = 40,61$						
Observaciones:						
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta D2 es de 40,61 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>						

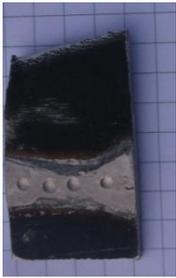
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.82 Ensayo de dureza de la probeta D3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
ENSAYO DE DUREZA							
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS							
ENSAYO: N° 68							
Probeta:	D3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez		
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014		
PARÁMETROS DEL ENSAYO							
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10			
Instrumento:				Durómetro			
Método:				Dureza Brinell			
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)			
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)			
RESULTADOS DE LA PRUEBA							
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)			Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,29	2,29			43,16		
2	2,305						
3	2,3						
4	2,25						
IMÁGENES							
CALCULO DE LA DUREZA					PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,29^2})}$ $BHN = 43,16$							
Observaciones:							
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta D3 es de 43,16 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>							

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.83 Ensayo de dureza de la probeta E1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 69					
Probeta:	E1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,310	2,30		42,37	
2	2,30				
3	2,315				
4	2,30				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,30^2})}$ $BHN = 42,37$				PROBETA ENSAYADA 	
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta E1 es de 42,37 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

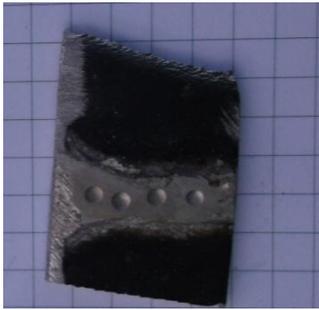
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.84 Ensayo de dureza de la probeta E2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 70					
Probeta:	E2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,360	2,32		41,88	
2	2,250				
3	2,350				
4	2,315				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,32^2})}$ $BHN = 41,88$				PROBETA ENSAYADA 	
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta E2 es de 41,88 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.85 Ensayo de dureza de la probeta E3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 71						
Probeta:	E3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,370	2,35		40,66		
2	2,365					
3	2,350					
4	2,320					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,35^2})}$ $BHN = 40,66$				PROBETA ENSAYADA 		
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta E3 es de 40,66 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.86 Ensayo de dureza de la probeta F1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 72					
Probeta:	F1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,235	2,28		43,21	
2	2,310				
3	2,290				
4	2,305				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,28^2})}$ $BHN = 43,21$				PROBETA ENSAYADA 	
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta F1 es de 43,21 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.87 Ensayo de dureza de la probeta F2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 73					
Probeta:	F2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,340	2,36		40,15	
2	2,40				
3	2,370				
4	2,350				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,36^2})}$ $BHN = 40,15$				PROBETA ENSAYADA 	
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta F2 es de 40,15 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

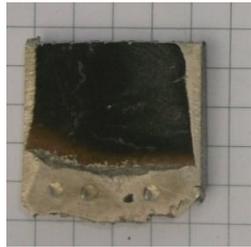
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.88 Ensayo de dureza de la probeta F3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 74					
Probeta:	F3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,160	2,27		43,51	
2	2,290				
3	2,340				
4	2,320				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,27^2})}$ $BHN = 43,51$				PROBETA ENSAYADA 	
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta F3 es de 43,51 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

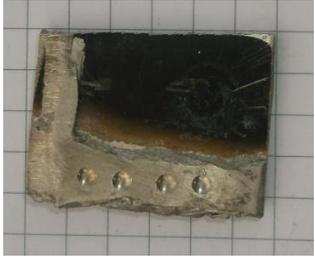
Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.89 Ensayo de dureza de la probeta G1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 74					
Probeta:	G1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,340	2,30		42,42	
2	2,260				
3	2,295				
4	2,325				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,30^2})}$ $BHN = 42,42$				PROBETA ENSAYADA 	
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta G1 es de 42,42 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.90 Ensayo de dureza de la probeta G2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
ENSAYO DE DUREZA							
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS							
ENSAYO: N° 74							
Probeta:	G2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez		
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014		
PARÁMETROS DEL ENSAYO							
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10			
Instrumento:				Durómetro			
Método:				Dureza Brinell			
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)			
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)			
RESULTADOS DE LA PRUEBA							
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)			
1	2,355	2,34		40,98			
2	2,310						
3	2,365						
4	2,340						
IMÁGENES							
CALCULO DE LA DUREZA					PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,34^2})}$ $BHN = 40,98$							
Observaciones:							
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta G2 es de 40,98 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>							

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.91 Ensayo de dureza de la probeta G3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 77					
Probeta:	G3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,390	2,40		38,78	
2	2,410				
3	2,40				
4	2,415				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,40^2})}$ $BHN = 38,78$				PROBETA ENSAYADA 	
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta G3 es de 38,78 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.					

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.92 Ensayo de dureza de la probeta H1.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA						
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
ENSAYO: N° 78						
Probeta:	H1	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO						
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10		
Instrumento:				Durómetro		
Método:				Dureza Brinell		
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA						
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,260	2,26		44,33		
2	2,295					
3	2,225					
4	2,250					
IMÁGENES						
CALCULO DE LA DUREZA				PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,26^2})}$ $BHN = 44,33$						
Observaciones:						
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta H1 es de 44,33 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>						

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.93 Ensayo de dureza de la probeta H2.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
ENSAYO DE DUREZA							
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS							
ENSAYO: N° 79							
Probeta:	H2	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez		
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM			Fecha de ejecución:	10/02/2014		
PARÁMETROS DEL ENSAYO							
Realizado bajo la norma:				ASTM E-10			
Instrumento:				Durómetro			
Método:				Dureza Brinell			
Tipo de penetrador				Penetrador de bola (Ø =5mm)			
Carga aplicada				1839N (187.46Kg)			
RESULTADOS DE LA PRUEBA							
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)			Dureza de la probeta (BHN)		
1	2,240	2,27			43,56		
2	2,270						
3	2,295						
4	2,300						
IMÁGENES							
CALCULO DE LA DUREZA $BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,27^2})}$ $BHN = 43,56$					PROBETA ENSAYADA 		
Observaciones: Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta H2 es de 43,56 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.							

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.94 Ensayo de dureza de la probeta H3.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N° 80					
Probeta:	H3	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Lugar de realización:	Laboratorio de materiales FICM		Fecha de ejecución:	10/02/2014	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:			ASTM E-10		
Instrumento:			Durómetro		
Método:			Dureza Brinell		
Tipo de penetrador			Penetrador de bola (Ø =5mm)		
Carga aplicada			1839N (187.46Kg)		
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella (mm)		Dureza de la probeta (BHN)	
1	2,350	2,33		41,31	
2	2,320				
3	2,335				
4	2,330				
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA			PROBETA ENSAYADA		
$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ $BHN = \frac{2 * 187.46}{\pi 5(5 - \sqrt{5^2 - 2,33^2})}$ $BHN = 41,31$					
Observaciones:					
<p>Durante este ensayo se toma varias muestras para calcular la dureza. La dureza de la probeta H3 es de 41,31 BHN, comparando con la dureza del metal base de 14 BHN, se verifica que existe un incremento de la dureza en el cordón de soldadura.</p>					

Fuente: Josué Pérez

4.3.5 Verificación de hipótesis

Una vez concluidos los ensayos y pruebas realizadas como son las de tracción, dobles, metalografía y dureza, en probetas preparadas bajo normas y lo extraído de fuentes bibliográficas, se puede realizar la verificación de hipótesis.

Se comprueba la hipótesis estadísticamente mediante el método chi- cuadrado obteniendo una tabla que refleja los resultados de los ensayos realizados dentro de este estudio.

HIPÓTESIS H₀: ESTUDIO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW CON ELECTRODO E4043 APLICADO EN LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 6005-T6 NO PERMITIRÁ MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS.

HIPÓTESIS H_a: ESTUDIO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW CON ELECTRODO E4043 APLICADO EN LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 6005-T6 PERMITIRÁ MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS.

Tabla 4.95 Datos sobre los ensayos de tracción según el amperaje y separación en juntas soldadas a tope en aleación de aluminio 6005-T6.

Separación (mm)	Amperaje (A)		TOTAL
	75	80	
0	593,175 kg	918,1 kg	1511,275 kg
1.587	577,32 kg	577,2 kg	1154,52 kg
TOTAL	1170,495 kg	1495,3 kg	2665,795 kg

Fuente: Josué Pérez

Tabla 4.96 Datos sobre los ensayos de tracción según el amperaje y temperatura de precalentamiento en juntas soldadas a tope en aleación de aluminio 6005-T6.

Temperatura (°C)	Amperaje (A)		TOTAL
	75	80	
0	593,175 kg	918,1 kg	1511,275 kg
200	577,32 kg	577,2 kg	1154,52 kg
TOTAL	1170,495 kg	1495,3 kg	2665,795 kg

Fuente: Josué Pérez

Para la elaboración de estas tablas se selecciono la carga máxima que resistieron en cada caso, es por ello que los resultados de las tablas de separación y temperatura tienen los mismos resultados.

Calculamos: $n'_i = n \cdot p$

$$n'_1 = 1170,495 \left(\frac{1511,275}{2665,795} \right) = 663,57 \quad n'_3 = 1495,3 \left(\frac{1511,275}{2665,795} \right) = 847,71$$

$$n'_2 = 1170,495 \left(\frac{1154,52}{2665,795} \right) = 506,93 \quad n'_4 = 1495,3 \left(\frac{1154,52}{2665,795} \right) = 647,59$$

Tabla 4.97 Cálculo de χ^2

n_i	n'_i	$n_i - n'_i$	$(n_i - n'_i)$	$(n_i - n'_i)/n'_i$
593,175	663,57	-70,39	4955,36	7,467
577,32	506,93	70,39	4955,36	9,775
918,1	847,71	70,39	4955,36	5,845
577,2	647,59	-70,39	4955,36	7,651
$n_i = 2665,795$				$\chi^2 = 30,74$

Fuente: Josué Pérez

$$\chi^2 = 30,74$$

Grados de libertad

$$v = (k - 1)(j - 1)$$

$$v = (2 - 1)(2 - 1) = 1$$

Nivel de significancia = 5%

Calculamos el parámetro p

$$p = 1 - 0,05 = 0,95$$

De tabla $\chi^2 = 3,84$

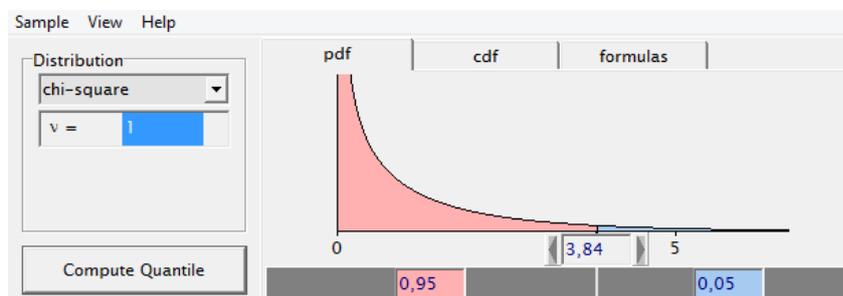


Figura 4.2 Proporción de área

Comparamos el valor χ^2 calculado y el valor de χ^2 de tabla

$$\chi^2_{\text{calculado}} \geq \chi^2_{\text{de tabla}}$$

$$17,48 \geq 3,48$$

El χ^2 *calculado* es mayor que el χ^2 *de tabla* y cae en la zona de rechazo por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que dice:
ESTUDIO DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW CON ELECTRODO E4043 APLICADO EN LA ALEACIÓN DE ALUMINIO 6005-T6 PERMITIRÁ MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En este estudio se analizó el cordón de soldadura en juntas a tope con proceso SMAW con un precalentamiento y sin precalentamiento antes de la soldadura y una variación de amperaje en la aleación de aluminio 6005-T6.

Se realizaron pruebas mecánicas de: resistencia a la tracción, microestructura, dureza y flexión. Obteniendo las siguientes conclusiones:

- Se determina que el amperaje adecuado para soldar es 80 Amperios, debido a que soportó una carga máxima de 1313,6 kg.
- Según los ensayos se determina que no es necesario realizar un precalentamiento en el material base antes de ser soldado porque la carga más alta que resistió es de 1313,6 kg y se realizó sin precalentamiento.
- Se determina que la junta a tope no necesita separación al momento de la soldadura es decir 0 mm de separación.
- El procedimiento de soldadura (WPS) elaborado para las juntas soldadas a tope, en posición 1G cumple con los requerimientos establecidos en la norma AWS D1.3 ya que se establece el tipo de material, amperaje, posición, proceso de soldadura, etc.
- Según la norma AWS D 5.1 existe varios electrodos para aluminio y sus aleaciones pero el electrodo E4043 es la varilla más común de conseguir dentro del país para soldar aluminio y aleaciones de aluminio y que cumple con los requerimientos de la norma.
- La carga máxima que se registra en los ensayos de tracción es de 1313,6 kg.

- En el ensayo de doblez no se registra inconvenientes ya que se presenta una buena ductilidad en todas las muestras.

5.2 RECOMENDACIONES

Por la investigación realizada anteriormente se puede formular las siguientes recomendaciones:

- Comprobar las características del material con las fuentes bibliográficas, catálogos y normas que envían desde la fábrica.
- Realizar una especificación del proceso de soldadura (WPS) para tener una apropiada soldadura en juntas soldadas en aleación de aluminio 6005-T6.
- Utilizar el equipo de seguridad personal antes de realizar el proceso de soldadura SMAW para evitar quemaduras o irritación en los ojos.
- Lo aconsejable es no realizar trabajos de soldadura sobre superficies mojadas o que exista material inflamable cerca del lugar donde se está realizando el proceso de soldadura SMAW.
- Verificar el buen funcionamiento del equipo de soldadura como la conexión al tomacorriente, conexión a tierra y estado del porta electrodos.
- Para realizar los cambios de polaridad y amperaje en el equipo, este se lo debe apagar primero para cualquier modificación de parámetros.
- Para lograr un buen encendido del arco, los electrodos deben almacenarse en lugares secos y libres de humedad.
- Es necesario conocer la composición química del material a ensayar, ya que por medio de esta se seleccionaría el reactivo adecuado.
- Antes del ensayo de dureza Brinell se recomienda conocer los parámetros a utilizar ya que esta práctica exige identificar las partes de la máquina.
- Durante el ensayo de dureza tener cuidado con el microscopio manual para evitar que se caiga provocando daños ya que este elemento es frágil.
- Para realizar los ensayos mecánicos, se aconseja utilizar las siguientes normativas: norma AWS D 1.2, norma INEN 109, ASTM E-10.
- Para la realización de una ventana de bus se recomienda tener la información de los planos de corte y de soldadura.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Elaboración de un procedimiento para una soldadura a tope de una aleación de aluminio 6005-T6 mediante proceso SMAW.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Una vez concluido el presente estudio relacionando la variación de amperaje y con o sin precalentamiento.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.

Dentro de las empresas carroceras no se registra un proceso de soldadura de ventanas para buses con perfiles de aleación de aluminio 6005-T6 por lo que esta investigación se ha enfocado en determinar los parámetros adecuados y que cumpla con la norma AWS D1.2 que se rige a la soldadura de aluminio y sus aleaciones.

Una vez concluido el proyecto se ha determinado que el grupo E de las probetas soldadas obtuvieron mejores propiedades mecánicas.

6.3 JUSTIFICACIÓN.

El aluminio es un material muy común dentro de la industria por su maleabilidad y buenas propiedades mecánicas que puede reemplazar a otros materiales como aceros con la ventaja de reducir peso.

Es importante la elaboración de un procedimiento de análisis para una soldadura de aleación de aluminio 6005-T6 en juntas a tope mediante proceso SMAW.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 Objetivo general

Elaborar un procedimiento de soldadura SMAW con electrodo E4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 para mejorar las propiedades mecánicas de la junta a tope soldada del marco de la ventana del bus en carrocerías IMCE.

6.4.2 Objetivo específico

- Proporcionar la especificación del procedimiento a la Empresa CARROCERÍAS IMCE para estandarizar los procesos de soldadura de ventanas.
- Realizar el WPS con los parámetros de soldadura determinados en las pruebas mecánicas.
- Analizar los resultados obtenidos y de ellos escoger el mejor para elaborar un proceso adecuado para la soldadura de ventanas para buses.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El presente estudio es factible ya que se cuenta con los recursos necesarios para su elaboración tales como: autor, tutor, y materiales proporcionados por la empresa CARROCERIAS IMCE y otros adquiridos así también con un ayudante para la soldadura.

En cuanto para el sector carrocerero es importante tener un procedimiento adecuado para la soldadura de aleación de aluminio 6005-T6 en la elaboración de ventanas para buses, puesto que se garantizara que cumpla con propiedades mecánicas aceptables de la junta soldada.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

La fundamentación obtenida en el Capítulo II y con la ayuda de normas internacionales ASTM y AWS se obtiene información sobre los ensayos de tracción, dobles, metalografía y dureza en juntas soldadas

6.7 METODOLOGÍA

6.7.1 PROCEDIMIENTO

Tabla 6.1 Procedimiento para la construcción de una ventana para bus.

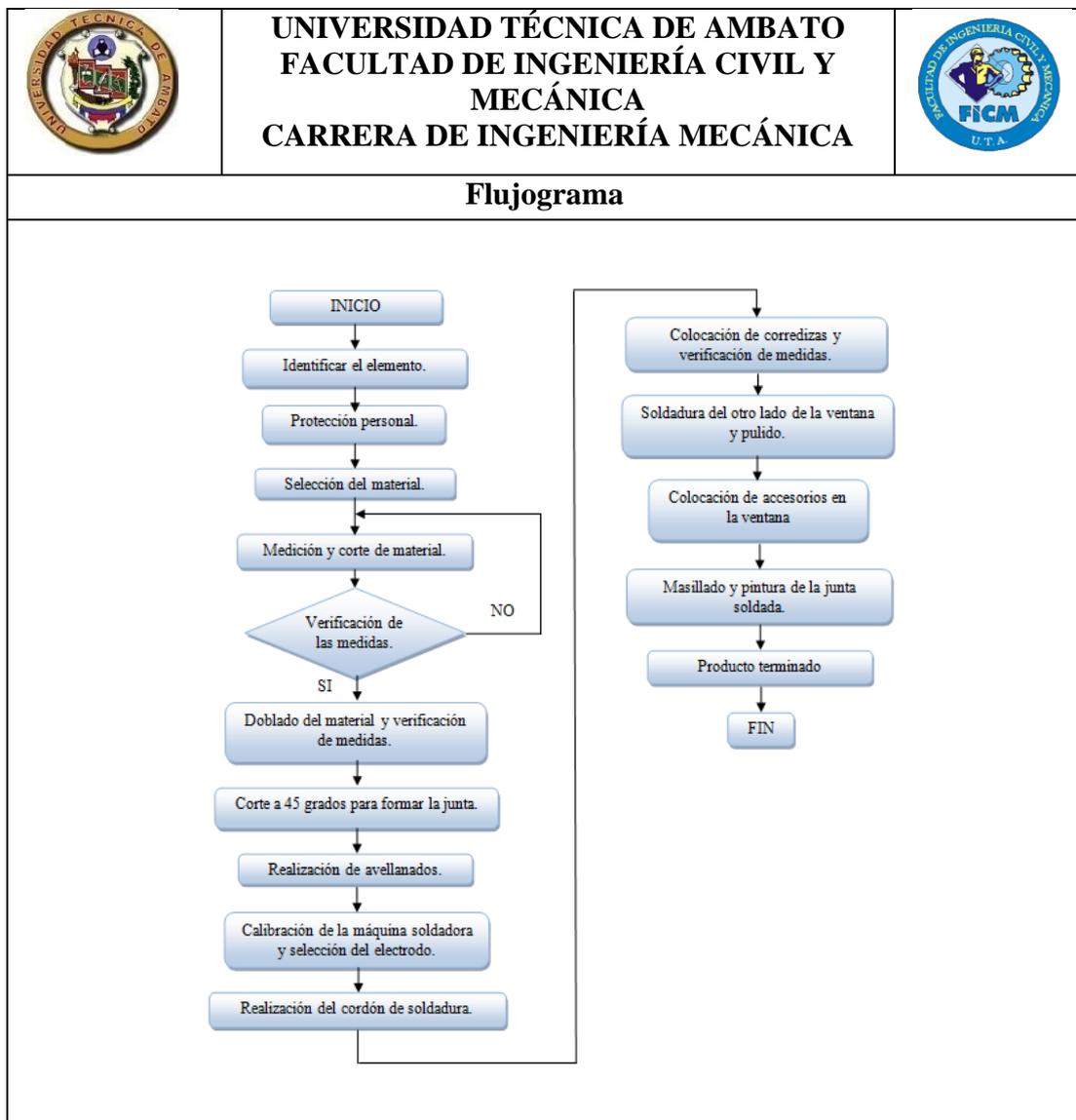


Figura 6.1 Flujograma

Fuente: Josué Pérez



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE

Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:	No: X	
Lugar de realización:	Taller de soldadura SECAP		Fecha de ejecución:	30/04/2015	

1. Objetivo.

Contribuir con un procedimiento técnico de sirva de apoyo y guía para el desarrollo en forma adecuada del, " Proceso para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE".

2. Alcance.

Este proceso sirve para la aplicación del electrodo E 4043 en aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope del marco de la ventana del bus en carrocerías IMCE.

3. Documentación de referencia.

El documento de referencia se encuentra sustentado en el marco teórico investigado en el capítulo II y en catálogos, así también como en la Norma AWS D1.2 Código de Soldadura Estructural – Aluminio y aleaciones de aluminio.

4. Generalización:

La soldadura es una técnica para unir dos metales en este caso aleación de aluminio 6005 - T6 la cual permitirá mejorar las propiedades mecánicas

Fuente: Josué Pérez



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE

Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:		Si:	No: X
Lugar de realización:	Taller de soldadura SECAP		Fecha de ejecución:	30/04/2015	

5. Protección personal.

Utilizar el equipo de protección necesario para realizar el proceso de soldadura.

- **Máscara de soldar:** Protege los ojos, la cara, el cuello y debe ser de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas.
- **Mascarilla:** Para evitar la inhalación de los gases producto de la soldadura
- **Gautes de cuero:** Para proteger de quemaduras a las manos y muñecas.
- **Delantal de cuero:** Para protegerse de salpicaduras y exposición a los rayos ultravioletas del arco.
- **Zapatos o botas de seguridad:** Para evitar el atrape de salpicaduras de material fundido y golpes en la punta de los pies.
- **Gorro:** Protege el cabello y el cuero cabelludo.
- **Casco con orejeras:** El casco protege a la cabeza de algún golpe y las orejeras disminuye el exceso de ruido.

6. Realización:

Para la soldadura por proceso SMAW con electrodo E 4043, en juntas a tope en aleación de aluminio 6005 - T6 en la ventana del bus en la Carrocería IMCE, se realiza los siguientes pasos:

Fuente: Josué Pérez

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
<p><i>Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE</i></p>					
Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:		No: X
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE		Fecha de ejecución:	30/04/2015	
<p>6.1. Identificar el elemento que será construido.</p> <p>Para este caso el elemento que será sometido a soldadura es el marco de la ventana del bus.</p> <div data-bbox="671 1010 1031 1279" data-label="Image">  </div> <p style="text-align: center;">Figura 6.1 Ventana del bus.</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Josué Pérez</p> <p>6.2. Selección del material.</p> <p>Esto se realiza en el área de almacenamiento de perfiles de aluminio.</p> <div data-bbox="671 1509 1054 1794" data-label="Image">  </div> <p style="text-align: center;">Figura 6.2 Selección del material</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Josué Pérez</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Josué Pérez</p>					



Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE

Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:	No: X	
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE		Fecha de ejecución:	30/04/2015	

6.3. Medición y corte del material

Se realiza la medición de acuerdo a planos ya establecidos dentro de la empresa.



Figura 6.3 Medición del material.

Fuente: Josué Pérez



Figura 6.4 Corte del material.

Fuente: Josué Pérez

Fuente: Josué Pérez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
 MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE

Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:	No: X	
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE		Fecha de ejecución:	30/04/2015	

6.4. Doblez del material

Con una dobladora se realiza los dobleces respectivos para formar la parte superior del marco de la ventana y se verifica las medidas.



Figura 6.5 Dobladora.

Fuente: Josué Pérez

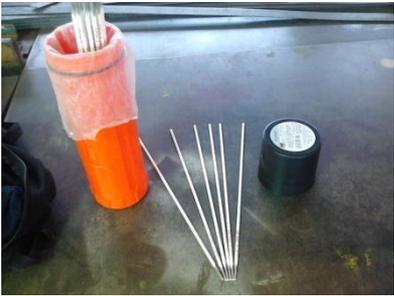


Figura 6.6: Doblado del material y verificación de medidas.

Fuente: Josué Pérez

Fuente: Josué Pérez

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
<p><i>Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE</i></p>						
Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:		No: X	
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE			Fecha de ejecución:	30/04/2015	
<p>6.5. Corte a 45 grados para formar la junta.</p> <p>Se realiza cortes a 45grados para formar la junta que será soldada.</p>						
						
<p>Figura 6.7 Corte a 45 grados del material.</p> <p>Fuente: Josué Pérez</p>						
						
<p>Figura 6.8 Junta a tope para la soldadura.</p> <p>Fuente: Josué Pérez</p>						
<p>Fuente: Josué Pérez</p>						

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
<p><i>Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE</i></p>						
Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:		No: X	
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE			Fecha de ejecución:	30/04/2015	
<p>6.6. Avellanado para desfogue de agua</p> <p>Este proceso se lo hace antes de realizar la soldadura.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Figura 6.9 Avellanado.</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Josué Pérez</p> <p>6.7. Calibración de la maquina soldadora y selección del electrodo.</p> <p>Para la calibración se selecciona el tipo de corriente y el amperaje, en este caso es corriente DC+, 80 A y se utiliza el electrodo E4043 recomendado por la norma AWS A 5.3.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Figura 6.10 Calibración de la maquina soldadora y selección del electrodo</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Josué Pérez</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Josué Pérez</p>						

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
<p><i>Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE</i></p>						
Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez	
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:		No: X	
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE			Fecha de ejecución:	30/04/2015	
<p>6.8. Realización del cordón de soldadura.</p> <p>Una vez calibrada la maquina soldadora se procede realizar el cordón de soldadura utilizando el equipo de protección personal.</p>						
						
<p>Figura 6.11 Realización del cordón de soldadura.</p> <p>Fuente: Josué Pérez</p>						
<p>6.9. Avellanado para la colocación de chapetas.</p>						
						
<p>Figura 6.12 Equipo de protección personal.</p> <p>Fuente: Josué Pérez</p>						
<p>Fuente: Josué Pérez</p>						



Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE

Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Mg. Cesar Arroba	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:		Si:	No: X
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE		Fecha de ejecución:	30/04/2015	

6.10. Colocación de correderas.



Figura 6.13 Colocación de correderas.

Fuente: Josué Pérez

6.11. Soldadura del otro lado del marco de la ventana.



Figura 6.14 Colocación de correderas.

Fuente: Josué Pérez

Fuente: Josué Pérez



Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE

Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:	No: X	
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE		Fecha de ejecución:	30/04/2015	

6.12. Verificación de medidas y pulido de la soldadura.

Una vez hecha la soldadura se procede a pulir para mejorar el acabado.



Figura 6.15 Verificación de medidas pulido de la soldadura.

Fuente: Josué Pérez

6.13. Pulido de la soldadura.

Para obtener un buen acabado se realiza un pulido de la soldadura.



Figura 6.16 Pulido de la soldadura.

Fuente: Josué Pérez

Fuente: Josué Pérez

Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE

Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:		Si:	No: X
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE		Fecha de ejecución:	30/04/2015	

6.13. Colocación de accesorios, masillado y pintura.



Figura 6.17 Colocación de accesorios, masillado y pintura.

Fuente: Josué Pérez

6.14. Producto terminado.

A continuación se presenta el producto terminado.



Figura 6.18 Producto terminado.

Fuente: Josué Pérez

Fuente: Josué Pérez



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

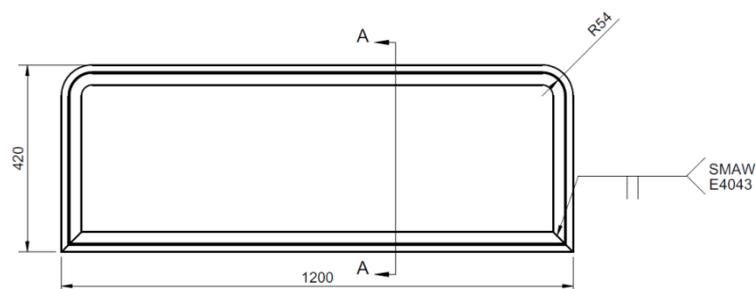


Procedimiento para la aplicación del electrodo E 4043 aplicado en la aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW en juntas a tope en el marco de la venta del bus en carrocerías IMCE

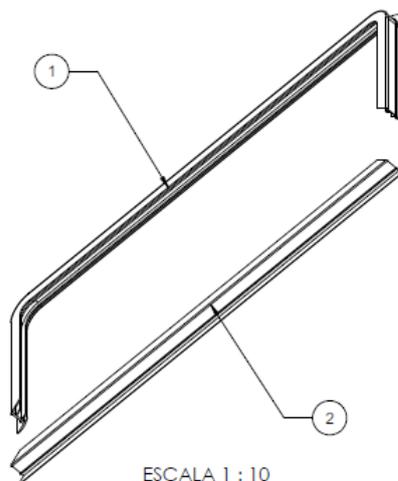
Pieza:	Marco de ventana	Autorizado por:	Ing. Cesar Arroba Mg.	Realizado por:	Egdo. Josué Pérez
Soldador:	Segundo Quelal	Calificado:	Si:	No: X	
Lugar de realización:	CARROCERÍAS IMCE		Fecha de ejecución:	30/04/2015	

6. Planos de la ventana.

Las medidas están especificadas en mm.



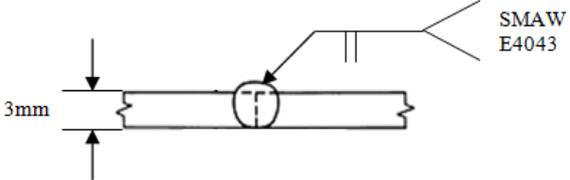
ESCALA 1 : 10



ESCALA 1 : 10

Fuente: Josué Pérez

6.7.2 WPS Para construcción de una ventana de aleación de aluminio 6005-T6 con proceso SMAW y con electrodo E 4043

WPS ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA										
Nombre de la empresa:			CARROCERÍAS IMCE		Identificación:			01		
Proceso de soldadura:			SMAW		Soporte por PQR N°:			N/A		
Tipo: Manual: <input checked="" type="checkbox"/> Semiautomático: Automático:			Revisión:..... Fecha: 09/03/2015			Por: Quelal S.				
Soldador:			Segundo Quelal		Autorizado por:			Ing. Mg. Cesar Arroba		
DISEÑO DE UNIÓN					POSICIÓN					
Tipo de unión: A tope					Ranura: N/A Filete: N/A					
Tipo de soldadura: Sin bisel					Plancha: 1G Tubería: N/A					
Abertura de raíz: N/A Longitud de cara de raíz: N/A					CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS					
Ángulo de ranura: N/A Radio: N/A					MODO DE TRANSFERENCIA (SMAW) N/A					
Soporte: Si: No: <input checked="" type="checkbox"/> Material del aporte: E4043					Corto circuito: N/A					
Limpieza de raíz: Si: No: <input checked="" type="checkbox"/> Método: N/A					Globular: N/A					
METAL BASE					Spray: N/A					
MB					Corriente Proceso SMAW: AC: DCEP: <input checked="" type="checkbox"/>					
Grupo: 23					Pulso: DCEN					
Tipo o grado: T6					Aportación:		Recta:		Oscilante: <input checked="" type="checkbox"/>	
Espesor: 3mm					Pase:		Simple: <input checked="" type="checkbox"/>		Múltiple:	
Diámetro de tubería: N/A					Limpieza entre pase:		Si: No: <input checked="" type="checkbox"/>		Método: N/A	
METAL DE APORTE					PRECALENTAMIENTO					
Especificación AWS: A 5,3					Temperatura de precalentamiento:			N/A		
Clasificación AWS: E 4043					Temperatura de interpase:			N/A		
Marca: INFRA					POSCALENTAMIENTO					
Tamaño del electrodo: 3,2 mm					Temperatura:			N/A		
PROTECCIÓN					Tiempo:			N/A		
Fundente: Revestimiento					Observaciones:			Realizar la metodología del WPS adecuadamente.		
Gas: --N/A										
Composición: -- N/A										
Velocidad de flujo: -- N/A										
Tamaño de la boquilla: -- N/A										
DETALLES DE LA UNIÓN Y SECUENCIA DE SOLDADURA										
										
Pase:		Proceso:		Metal de Aporte		Corriente		Velocidad de avance	Técnica de soldadura	
				Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (Amp)	(pulg/min)	Oscilante	Recto
1		SMAW		E 4043	3.2	D.C.E:P	80	4,5	X	
Elaborado por: Egdo. Pérez Josué David					Fecha: 09/03/2015					
Aprobado por: Ing. Cesar Arroba Mg.					Compañía: N/A					

Fuente: Josué Pérez

6.8 ADMINISTRACIÓN

Para el desglose de los materiales utilizados durante la investigación se utilizara la siguiente tabla 6.2, la cual contiene el detalle de todos los recursos.

Tabla 6.2 Costo total de la investigación.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
MATERIALES					
1	Perfil de Aleación de aluminio	8	u	\$ 45	\$ 360
2	Electrodos Infra E 4043 de 1/8"	1	kg	\$ 35	\$ 35
3	Soldadura de probetas	45	u	\$ 2	\$ 90
4	Disco de pulir	2	u	\$ 4	\$ 8
5	Hoja de sierra	1	u	\$ 1.20	\$ 1.20
6	Arco de sierra	1	u	\$ 10	\$ 10
7	Lima	1	u	\$ 5	\$ 5
8	Mecanizado de probetas	45	u	\$ 2	\$ 90
COSTO TOTAL DE MATERIALES					\$ 599

RECURSOS HUMANOS					
15	Soldador y Fresador	1	u	\$ 100	\$ 100
18	autor	1	u	\$ 250	\$ 250
19	Recolección de la información	1	u	\$ 40	\$ 40
COSTO TOTAL DEL RECURSO HUMANO					\$ 390

VARIOS					
20	Materiales de oficina	1	u	\$ 40	\$ 40
21	Impresiones y Empastados	1	u	\$ 76	\$ 76
22	Internet	25	horas	\$0,80	\$ 20
23	Transporte	----	----	\$ 40	\$ 40
COSTO TOTAL VARIOS					\$ 176
COSTO TOTAL PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN					\$ 1,165

Fuente: Josué Pérez

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La implementación del procedimiento para la soldadura con electrodo E4043 en juntas a tope en aleación de aluminio 6005-T6 mediante el proceso SMAW, en las ventanas de buses de CARROCERÍAS IMCE. Es un proceso alternativo para definir este tipo de soldadura bajo parámetros de norma, y se especifica un procedimiento técnico para el proceso de soldadura.

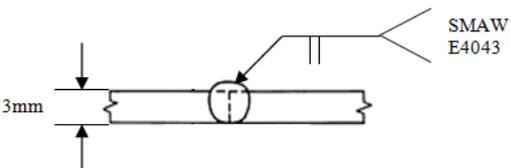
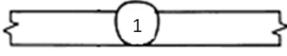
7 BIBLIOGRAFÍA

1. MILLER, 2001. "Curso de capacitación sobre el proceso de soldado"
2. PASTOR, Mario, 2004. "Introducción a la metalurgia de la soldadura" Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
3. MATHERS, Gene. (2002). The Welding of Aluminium and its alloys. 1th edition. Woodhead Publishing limited
4. Norma AWS A5.3 "Especificación para aluminio y aleación de aluminio y Electrodo para la soldadura por arco metálico protegido."
5. ZARATE, Juan. 2007 "Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería"
6. Horwitz, Henry, México, 1990. "Enciclopedia de la soldadura. Edición en español Vol. I, II" Vol. 2
7. MAUREIRA, Mauricio, 2007. "Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la ingeniería, Escuela de ingeniería Naval"
8. AGA, 2008. " Catálogo de electrodos comunes, especiales y gases para soldadura y corte"
9. LINCOLN ELECTRIC EUROPE, 2010. Catalogo de consumibles
10. INDURA, 2010 "Manual de sistemas y Materiales de soldadura "

11. HILCO, “Hoja técnica de Aluminil Si5 Stick electrodes - aluminium”
12. SOLDEXA/OERLIKON, Hoja técnica Alcord5Si
13. NUNES, Rafael et al. (1992). “Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials. 10th edition. ASM International”
14. MENESES NUNES, Rafael et al. 1993. “Welding Brazing and soldering. 10th edition. ASM International”
15. CEDAL, Aluminio, 2008 “Catalogo de perfiles”
16. Ing. SAMUEL ROSARIO FRANCIA, 2000. BOHLER, Aceros del Perú S.A “Curso selección de aceros especiales, Introducción a los aceros especiales”

Anexos

ANEXO A. Hoja de datos desoldadura WPS

WPS ESPECIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA									
Nombre de la empresa:			UTA		Identificación:			01	
Proceso de soldadura:			SMAW		Soporte por PQR N°:			N/A	
Tipo:	Manual: <input checked="" type="checkbox"/>	Semiautomático: <input type="checkbox"/>	Automático: <input type="checkbox"/>		Revisión:.... Fecha: 09/03/2015			Por: Pérez J.	
Soldador:						Autorizado por:		Ing. Cesar Arroba Mg.	
DISEÑO DE UNIÓN					POSICIÓN				
Tipo de unión: A tope Tipo de soldadura: Sin bisel Abertura de raíz: N/A Longitud de cara de raíz: N/A Ángulo de ranura: N/A Radio: N/A Soporte: Si: <input type="checkbox"/> No: <input checked="" type="checkbox"/> Material del aporte: E4043 Limpieza de raíz: Si: <input type="checkbox"/> No: <input checked="" type="checkbox"/> Método: N/A					Ranura: N/A Filete: N/A Plancha: 1G Tubería: N/A				
METAL BASE					CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
					MODO DE TRANSFERENCIA (SMAW) N/A Corto circuito: N/A Globular: N/A Spray: N/A Corriente Proceso SMAW: AC: <input type="checkbox"/> DCEP: <input checked="" type="checkbox"/> Pulso: DCEN				
Grupo:			MB		Aportación:		Recta:	Oscilante: <input checked="" type="checkbox"/>	
Tipo o grado:			T6		Pase:		Simple: <input checked="" type="checkbox"/>	Múltiple:	
Espesor:			3mm		Limpieza entre pase:		Si: No: <input checked="" type="checkbox"/>	Método: N/A	
Diámetro de tubería:			N/A		PRECALENTAMIENTO				
Especificación AWS:			A 5,3		Temperatura de precalentamiento:			N/A	
Clasificación AWS:			E 4043		Temperatura de interpase:			N/A	
Marca:			INFRA		POSCALENTAMIENTO				
Tamaño del electrodo:			3,2 mm		Temperatura:		N/A		
PROTECCIÓN					Tiempo:		N/A		
Fundente: Revestimiento Gas: --N/A Composición: -- N/A Velocidad de flujo: -- N/A Tamaño de la boquilla: -- N/A					Observaciones:		Realizar la metodología del WPS adecuadamente.		
DETALLES DE LA UNIÓN Y SECUENCIA DE SOLDADURA									
									
Pase:	Proceso:	Metal de Aporte		Corriente		Velocidad de avance (pulg/min)	Técnica de soldadura		
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (Amp)		Oscilante	Recto	
1	SMAW	E 4043	3.2	D.C.E:P	80	4,5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Elaborado por: Egdo. Pérez Josué David					Fecha: 09/03/2015				
Aprobado por: Ing. Cesar Arroba Mg.					Compañía: N/A				

ANEXO B. Normas y Catálogos

Norma AWS A5.3 Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Electrodes for Shielded Metal Arc Welding

AWS A5.3/A5.3M:1999

Table 1
Chemical Composition Requirements for Core Wire

AWS Classification ^f	UNS Designation ^e	Weight Percent ^{a,b}										
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Be	Other Elements		Al
										Each	Total	
E1100	A91100	(d)	(d)	0.05–0.20	0.05	—	0.10	—	0.0008	0.05	0.15	99.00 min ^c
E3003	A93003	0.6	0.7	0.05–0.20	1.0–1.5	—	0.10	—	0.0008	0.05	0.15	Remainder
E4043	A94043	4.5–6.0	0.8	0.30	0.05	0.05	0.10	0.20	0.0008	0.05	0.15	Remainder

Notes:

- The core wire, or the stock from which it is made, shall be analyzed for the specific elements for which values are shown in this table. If the presence of other elements is indicated in the course of work, the amount of those elements shall be determined to ensure that they do not exceed the limits specified for "Other Elements."
- Single values are maximum, except where otherwise specified.
- SAE/ASTM Unified Numbering System for Metals and Alloys.
- Silicon plus iron shall not exceed 0.95 percent.
- The aluminum content for unalloyed aluminum is the difference between 100.00 percent and the sum of all other metallic elements present in amounts of 0.010 percent or more each, expressed to the second decimal before determining the sum.
- Refer to Table A1 for Proposed ISO Designations.

product, the manufacturer certifies that the product meets the requirements of this specification.⁵

6. Units of Measure and Rounding-Off Procedure

6.1 This specification makes use of both U.S. Customary Units and the International System of Units (SI). The measurements are not exact equivalents; therefore, each system must be used independently of the other without combining in any way. The specification with the designation A5.3 uses U.S. Customary Units. The specification A5.3M uses SI Units. The latter are shown in appropriate columns in tables or within brackets [] when used in the text.

6.2 For the purpose of determining conformance with this specification, an observed or calculated value shall be rounded to the nearest 1000 psi [10 MPa] for tensile strength, and to the "nearest unit" in the last right-hand place of figures used in expressing the limiting value for other quantities in accordance with the rounding-off method given in ASTM E 29, *Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications*.

5. See Section A4, Certification (in Annex A) for further information concerning certification and the testing called for to meet this requirement.

Part B

Tests, Procedures, and Requirements

7. Summary of Tests

The tests required for each classification are specified in Table 2. The purpose of these tests is to determine the chemical composition of the core wire and the mechanical properties of the weldment. The base metal for the weld test assemblies, the welding and testing procedures to be employed, and the results required are given in Sections 9 through 12.

8. Retest

8.1 If the results of any test fail to meet the requirement, that test shall be repeated twice. The results of both tests shall meet the requirement. Specimens or samples for retest may be taken from the original test assembly or sample, or from a new test assembly or sample. For chemical analysis, retest need be only for those specific elements that failed to meet the test requirement.

8.2 If the results of one or both retests fail to meet the requirement, the material under test shall be considered as not meeting the requirements of this specification for that classification.

Table 3
Base Metal for Test Assemblies

Electrode AWS Classification	Base Metal		
	Aluminum Alloy ^a	ASTM Specification	UNS Designation
E1100	1100	B209	A91100
E3003, E4043	3003 ^b	B209	A93003

Notes:

a. Aluminum Association, Inc. registration numbers.

b. When welding 3003 with E4043 electrodes, 3003-0 (annealed temper) plate is preferred.

The dimensions of the specimens shall be as specified in the tension test section of AWS B4.0, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*. All dimensions shall be the same as shown in the AWS B4.0 figure for transverse rectangular tension test specimens (plate) except the reduced section radius shall be 2 in. [50 mm].

11.2 The specimens shall be tested in the manner described in the tension test section of ANSI/AWS B4.0, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*.

11.3 The results of the tension test shall meet the requirements specified in Table 4.

12. Bend Test

12.1 One transverse face and one transverse root bend specimen, as required in Table 2, shall be machined from the groove weld test assembly described in Section 9 and shown in Figure 1. The dimensions of these bend specimens shall be the same as those shown in the bend test section of AWS B4.0 in the figure for transverse face and transverse root-bend specimens (plate).

Table 4
Tension Test Requirements

AWS Classification	Tensile Strength, min. ^a	
	psi	MPa
E1100	12 000	80
E3003	14 000	95
E4043	14 000	95

Note:

a. Fracture may occur in either the base metal or the weld metal.

12.2 The specimens shall be tested in the manner described in the guided bend test section of ANSI/AWS B4.0 by bending them uniformly through 180 degrees over a 1-1/4 in. [32 mm] radius in any suitable jig. Typical bend test jigs as shown in bend test section of AWS B4.0 shall be used. Positioning of the face-bend specimen shall be such that the face of the weld is in tension. Positioning of the root-bend specimen shall be such that the root of the weld is in tension. For both types of transverse bend specimen, the weld shall be at the center of the bend.

12.3 Each specimen, after bending, shall conform to the 1-1/4 in. [32 mm] radius, with an appropriate allowance for spring back, and the weld metal shall show no crack or other open defect exceeding 1/8 in. [3.2 mm] measured in any direction on the convex surface, when examined with the unaided eye. Cracks that occur on the corners of a specimen during testing and which show no evidence of inclusions or other fusion-type discontinuities, shall be disregarded.

Part C

Manufacture, Identification, and Packaging

13. Method of Manufacture

The electrodes classified according to this specification may be manufactured by any method that will produce electrodes that meet the requirements of this specification.

14. Standard Sizes and Lengths

14.1 Standard sizes (diameter of the core wire) and lengths of electrodes are shown in Table 5. Other sizes and lengths meet the requirements of this specification when agreed by the purchaser and supplier.

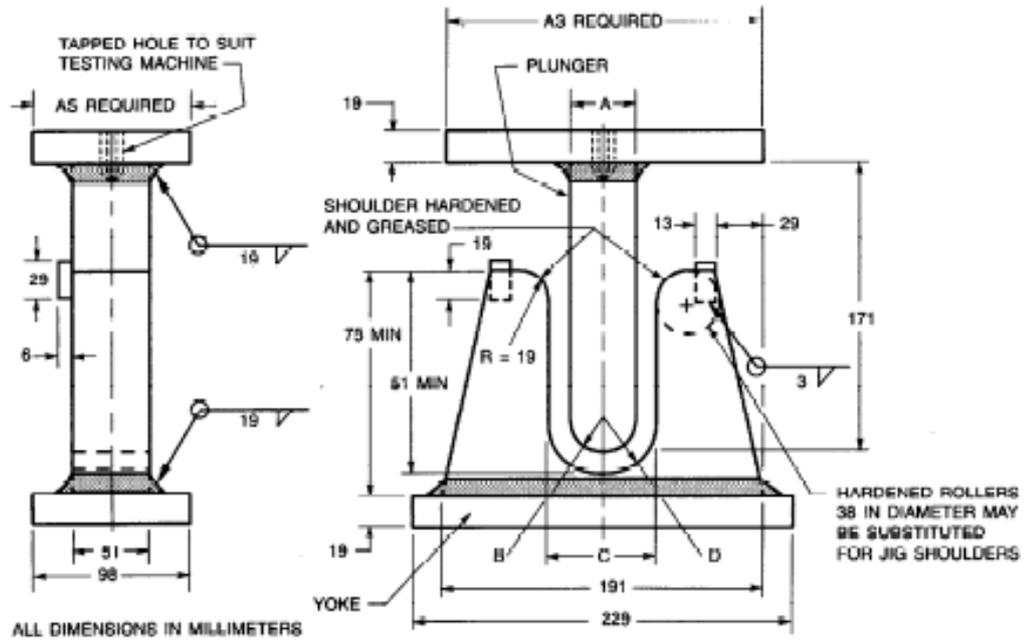
14.2 The diameter of the core wire shall not vary more than ±0.002 in. [±0.05 mm] from the diameter specified. The length shall not vary more than ±1/4 in. [±6 mm] from that specified.

15. Core Wire and Covering

15.1 The core wire and covering shall be free of defects that would interfere with uniform deposition of the electrode.

AWS Filler Metal Specifications by Material and Welding Process

	OFW	SMAW	GTAW GMAW PAW	FCAW	SAW	ESW	EGW	Brazing
Carbon Steel	A5.2	A5.1	A5.18	A5.20	A5.17	A5.25	A5.26	A5.8, A5.31
Low-Alloy Steel	A5.2	A5.5	A5.28	A5.29	A5.23	A5.25	A5.26	A5.8, A5.31
Stainless Steel		A5.4	A5.9, A5.22	A5.22	A5.9	A5.9	A5.9	A5.8, A5.31
Cast Iron	A5.15	A5.15	A5.15	A5.15				A5.8, A5.31
Nickel Alloys		A5.11	A5.14		A5.14			A5.8, A5.31
Aluminum Alloys		A5.3	A5.10					A5.8, A5.31
Copper Alloys		A5.6	A5.7					A5.8, A5.31
Titanium Alloys			A5.16					A5.8, A5.31
Zirconium Alloys			A5.24					A5.8, A5.31
Magnesium Alloys			A5.19					A5.8, A5.31
Tungsten Electrodes			A5.12					
Brazing Alloys and Fluxes								A5.8, A5.31
Surfacing Alloys	A5.13, A5.21	A5.13, A5.21	A5.13, A5.21					
Consumable Inserts			A5.30					
Shielding Gases			A5.32	A5.32			A5.32	



Thickness of Specimen (mm)	A, mm	B, mm	C, mm	D, mm	Materials ¹
10	38	19	60	30	M21 and M22
t	4t	2t	0t + 3	3t + 1.0	
3	52	26	60	30	M23 and F23 Welds
t (< 3)	16-1/2t	8-1/4t	18-1/2t + 1.6	9-1/4t + 1	
10	64	32	86	43	M25 and Annealed M23
t	6-2/3t	3-1/3t	8-2/3t + 3	4-1/3t + 1.6	
10	75	38	98	49	M27 and Annealed M24
t	8t	4t	10t + 3	5t + 1.6	

Notes:
 1. See 4.8.1.7.
 2. See 4.8.2.3.

Figure 4.13 (Continued)—Plunger-Type Guided Bend Jig (see 4.8.2.1)
 (Dimensions in Millimeters)

Table 4.2 (Continued)

Material No.	Alloy and Temper(s)		Product Thickness in in. (mm)	Minimum Tensile Strength in ksi (MPa)
22	5454-0, H32, H34, H111, H112, F	All	Up thru 3.000 (75)	31 (215)
	5456-0, H111, H112, F	Extrusions	Up thru 5.000 (125)	41 (285)
	5456-0, H112, H116,	Sheet & Plate	0.051-1.500 (1-38)	42 (285)
25	H321, F	Plate	1.501-3.000 (38-75)	41 (285)
	5456-0, H116, F	Plate	3.001-5.000 (75-125)	40 (270)
	5456-0, F	Plate	5.001-7.000 (125-175)	39 (270)
		Plate	7.001-8.000 (175-200)	38 (262)
22	5652-0, H22, H24, H32, H34, H112, F	All	Up thru 3.000 (75)	25 (170)
23	6005-T5	Extrusions	Up thru 1.000 (25)	24 (165)
	6061-T4, T42, T451, T51, T6, T62, T651	All	Up thru 3.000 (75)	24 (165)
23	6061-T6, T62, T651	Plate & Forgings	3.001-4.000 (75-100)	24 (165)
	6061-T62, T651	Plate	4.001-6.000 (100-150)	24 (165)
	6061-T6	Forgings	4.001-8.000 (100-200)	24 (165)
23	Alclad 6061-T4, T42, T451, T6, T62, T651	Sheet & Plate	Up thru 3.000 (75)	24 (165)
	Alclad 6061-T62, T651	Plate	3.001-5.000 (75-125)	24 (165)
23	6063-T4, T42, T5, T52, T6, T62, T83, T831, T832	Extrusions	Up thru 1.000 (25)	17 (115)
23	6351-T4, T5, T51, T53, T54, T6	Extrusions	Up thru 1.000 (25)	24 (165)
27	7005-T53	Extrusions	0.125-1.000 (3-25)	40 (270)
26	A201.0-T7	Castings	All	Note 1
26	354.0-T61, T62	Castings	All	Note 1
26	C355.0-T6, T61	Castings	All	Note 1
26	356.0-T6, T7, T71	Castings	All	23 (159)
26	A356.0-T6, T61	Castings	All	Note 1
26	357.0-T6, T7	Castings	All	Note 1
26	A357.0-T6, T61	Castings	All	Note 1
26	359.0-T61, T62	Castings	All	Note 1
26	443.0-F	Castings	All	17 (115)
26	A444.0-T4	Castings	All	17 (115)
26	514.0-F	Castings	All	22 (150)
26	535.0-F	Castings	All	35 (240)

Note:

1. Minimum as-welded tensile strength has not been established for this alloy. The tensile properties must be established by procedure qualification and approved by the Engineer.

Norma INEN 109 Ensayo de tracción para materiales metálicos a temperatura ambiente.

ANEXO A
(Normativo)

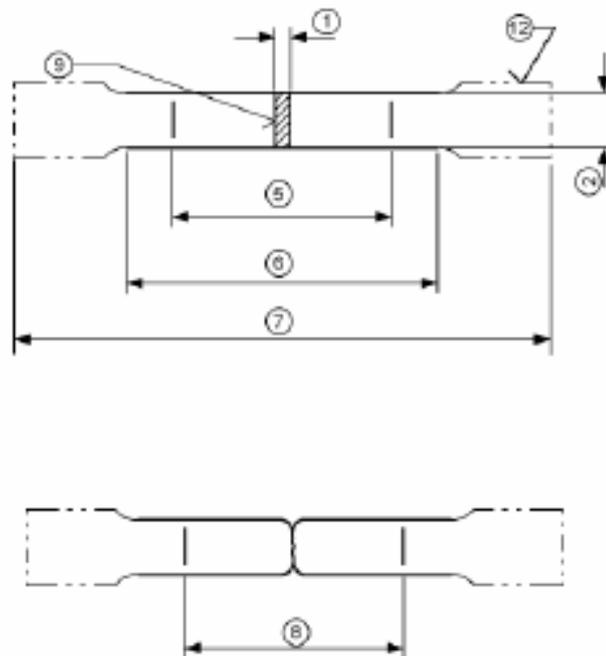
TIPOS DE PROBETAS DE ENSAYO PARA PRODUCTOS DELGADOS: LÁMINAS, FLEJES Y PRODUCTOS PLANOS 0,1 mm Y 3,0 mm DE ESPESOR

A.1 Para productos con espesor menor de 0,5 mm, es necesario tener precauciones especiales.

A.1.1 Forma de la probeta

A.1.1 Generalmente, la probeta tiene los extremos para sujetarse a las mordazas, con extremos más anchos que su sección paralela. La longitud paralela (L_0) se une con los extremos de la probeta por medio de curvas de transición con un radio de por lo menos 20 mm (ver figura 9). El ancho de estos extremos debe ser por lo menos de 20 mm y de no más de 40 mm.

FIGURA 9. Probetas maquinadas de sección transversal rectangular (ver notas)



A.1.2 Por acuerdo la probeta también puede consistir de un fleje con caras paralelas. Para productos de ancho igual o menor que 20 mm, el ancho de la probeta debe ser el mismo que el del producto.

A.2 Dimensiones de la probeta

A.2.1 Probetas no proporcionales

A.2.1.1 La longitud paralela no debe ser inferior de $L_0 + \frac{b}{2}$

A.2.1.2 En caso de desacuerdo, siempre se debe usar una longitud de $L_0 + 2b$ a menos que el material sea insuficiente.

A.2.1.3 En caso de probetas de lados paralelos de menos de 20 mm de ancho, y a menos que la norma del producto especifique otra cosa, la longitud calibrada inicial (L_0) debe ser igual a 50 mm. Para este tipo de probetas, la longitud libre entre las mordazas debe ser igual a $L_0 + 3b$.

Ficha técnica INFRA



AW 2201

Identificación punto: ROJO

NORMA:

ASME SFA-5.3/SFA-5.3M E 4043

AWS A5.3/A5.3M E 4043

DESCRIPCIÓN

Electrodo de aluminio para uniones y revestimientos en aleaciones y fundición de los tipos Al – Si. Sólo con corriente directa (electrodo al positivo +) CDPI. La cobertura de éste electrodo provee una atmósfera de gas para proteger el arco, proporciona un fundente para disolver la alúmina (óxido de aluminio), agentes limpiadores y una escoria protectora para cubrir la franja de soldadura.

APLICACIONES

Ampliamente utilizado en la pailería en aluminio, construcción de estructuras arquitectónicas, fabricación y reparación de moldes, corrección de defectos de fundición, tanques y recipientes para industria papelera y aceitera.

En mantenimiento y reparación de componentes de la industria de la aviación, química, alimenticia, agroindustrial, etc.

VENTAJAS

Buena soldabilidad; encendido y reencendido rápido, poco salpique, remoción fácil de óxidos, las características de las uniones resultan particularmente buenas. Puede también aplicarse con soplete, utilizando su fundente y flama ligeramente carburante. Buenas propiedades de liga y fluidez capilar.

PROPIEDADES MECÁNICAS BAJO NORMATIVIDAD A.W.S.

Resistencia a la tensión 95 MPa (14 000 psi)

COMPOSICIÓN QUÍMICA BAJO NORMATIVIDAD A.W.S.

Aluminio	Remanente	Magnesio	0,05 % Máximo
Silicio	4,5 - 6,0 %	Zinc	0,10 % Máximo
Hierro	0,8 % Máximo	Titanio	0,20 % Máximo
Cobre	0,30 % Máximo	Berilio	0,0008 % Máximo
Manganeso	0,05 % Máximo	Otros elementos	0,15 % Máximo

TÉCNICA DE SOLDEO

Antes de soldar, es necesario limpiar de aceites, grasas, pinturas y suciedad ya que esto puede ocasionar poros en la soldadura por atrapamiento de gas. Únicamente debe usarse CDPI (electrodo al positivo) para poder realizar una adecuada limpieza catódica, es decir una correcta eliminación de la capa de óxido de aluminio. En secciones gruesas es necesario precalentar la pieza a temperaturas por debajo de 204°C (400°F) y no mantener esa temperatura más de lo necesario. Eliminar los residuos de fundente en cuanto termine la soldadura.

MEDIDAS DISPONIBLES

milímetros	pulgadas	Amperes
3,2 x 356	1/8 x 14	70 – 100
4,0 x 356	5/32 x 14	90 – 125

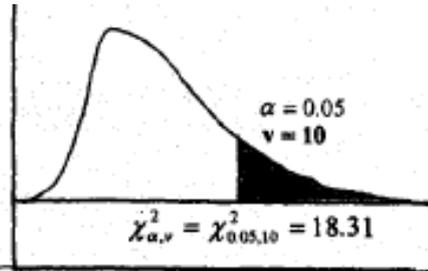
EMPAQUE

Bote plástico c/3 kg. en bolsa termosellada

ANEXO C. Tabla de valores sobre la proporción de área para la distribución de chi-cuadrado χ^2 .

APENDICE 3

**Proporción de área para la
Distribución Ji-cuadrado χ^2 .**



Gl (v)	Proporción de área										
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.500	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	0.00004	0.00016	0.00098	0.00393	0.0158	0.455	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.0100	0.0201	0.0508	0.103	0.211	1.386	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	2.366	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	3.357	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.61	4.251	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.676	0.872	1.24	1.64	2.20	5.35	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.989	1.24	1.69	2.17	2.83	6.35	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	7.34	13.36	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	8.34	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	9.34	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	10.34	17.28	19.68	21.92	24.73	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	11.34	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	12.34	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	13.34	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	14.34	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	15.34	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.58	8.67	10.09	16.34	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	17.34	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	18.34	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	19.34	28.41	31.42	34.17	37.57	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	20.34	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	21.34	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	22.34	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	23.34	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	24.34	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	25.34	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.83	14.57	16.15	18.11	26.34	36.74	40.11	43.19	46.96	49.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	27.34	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	28.34	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.60	29.34	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	29.05	39.34	51.81	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	49.33	63.17	67.50	71.42	76.25	79.49
60	35.53	37.43	40.48	43.19	46.46	59.33	74.40	79.08	83.30	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	69.33	85.53	90.53	95.02	100.4	104.2
80	51.17	53.54	51.17	60.39	64.28	79.33	98.58	101.9	106.6	112.3	116.3
90	59.20	61.75	65.65	69.13	73.29	89.33	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3
100	67.33	70.06	74.22	77.9	82.36	99.33	118.5	124.3	129.6	135.8	140.2

Ejemplo: para que el área sombreada represente 0.05 del área total 1.0 bajo la función de densidad, el valor de Ji-cuadrado es 18.31 con $gl = v = 10$. Es decir: $\chi^2_{0.05, 10} = 18.31$

ANEXO E. Formatos utilizados para la tabulación de resultados y planos.

Formato de datos informativos

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
SOLDADURA DE LAS PLACAS					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
SOLDADURA: N°					
Probeta:		Autorizado por:		Realizado por:	
Temperatura ambiente del lugar:				Flujo de aire del medio:	
Lugar de realización:				Fecha de ejecución:	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:					
Instrumento:					
Método:					
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL A UNIR					
Elongación (%en 5cm):				Geometría:	
Dureza:				Aleación:	
Resist. a fluencia :			Resistencia a tensión:		
No. De probetas:			Dimensiones (mm):		
PARÁMETROS DEL PROCESO DE SOLDADURA SMAW					
Amperaje (A):					
Separación (mm):					
Tipo de junta:					
Temperatura precalentamiento (°C):					
RESULTADOS DE LA SOLDADURA SMAW					
IMÁGENES					
SOLDADURA DE LAS PROBETAS					

Formato para el ensayo de tracción

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE TRACCIÓN					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO:					
Probeta:		Autorizado por:		Realizado por:	
Lugar de realización:		Fecha de ejecución:			
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:					
Instrumento:					
Método:					
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Carga máxima (Kg):		Carga de Ruptura (Kg):			
IMÁGENES					
GRÁFICO CARGA vs DEFORMACIÓN					
<div style="border: 1px solid black; height: 230px; width: 100%;"></div>					
Observaciones:					

Formato para el ensayo metalográfico

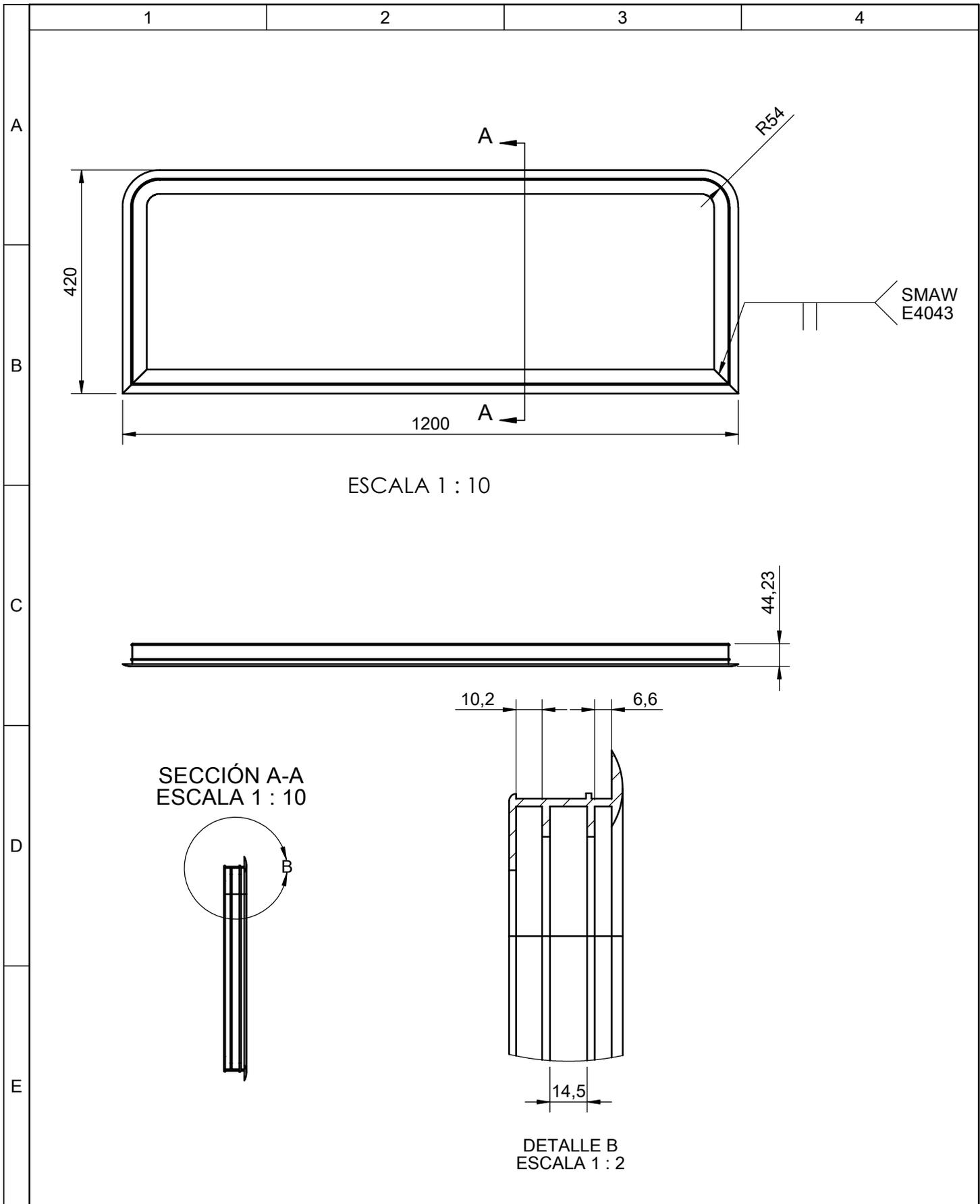
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO METALOGRAFICO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
Probeta:		Autorizado por:		Realizado por:	
Parte específica:				Fecha de ejecución:	
Centro de estudio y análisis:					
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:					
Temperatura ambiente:			Iluminación:		
Flujo de aire del medio:			Otros:		
PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO					
Acondicionamiento de la superficie por:					
Temperatura durante el pulido:			Superficie óptima en:		
Ataque químico de la superficie con:			Tiempo de ataque:		
RESULTADO:					
MICROESTRUCTURA					
Componentes Microestructurales:			Porcentajes:		
Interpretación de resultados					

Formato para el ensayo de dureza

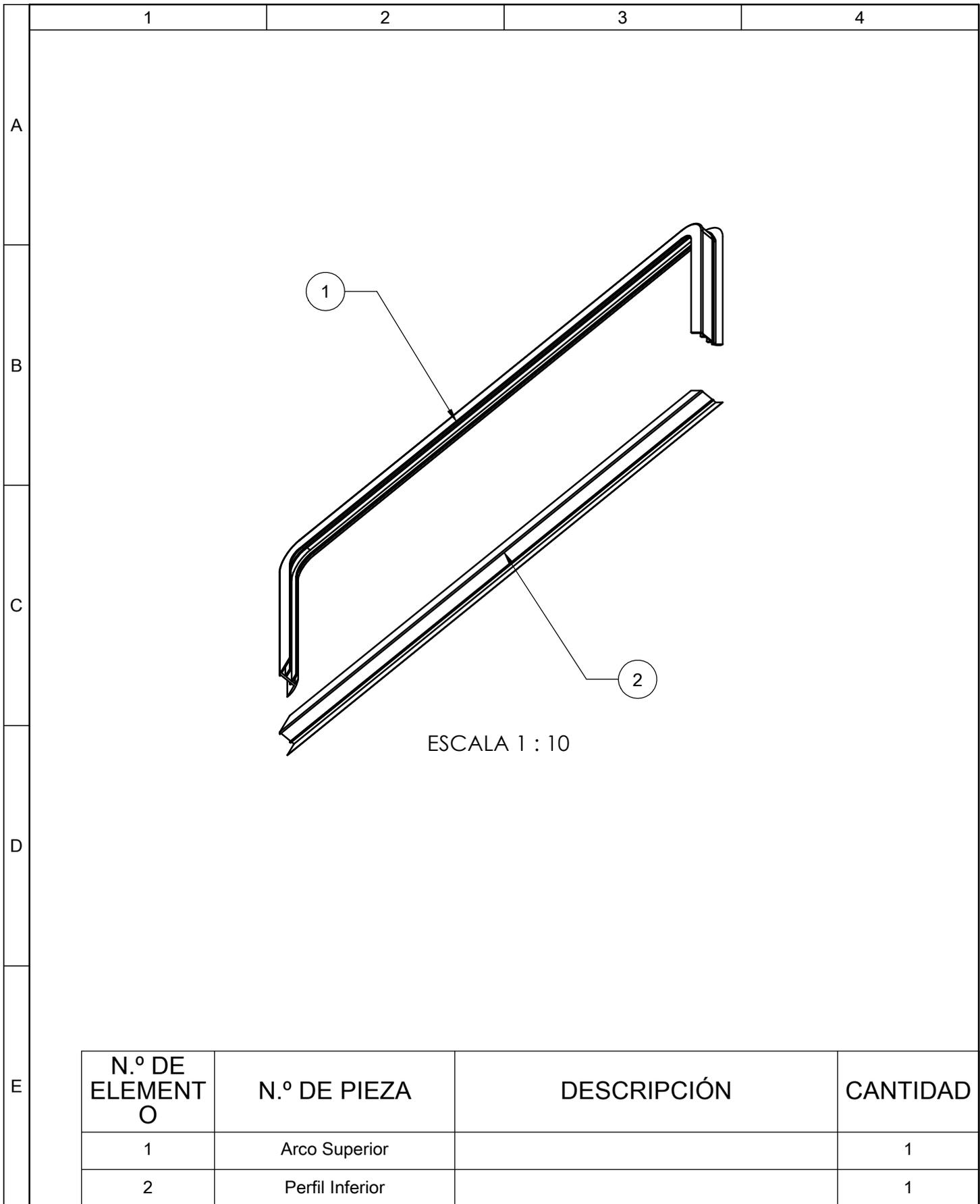
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DUREZA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N°					
Probeta:		Autorizado por:		Realizado por:	
Lugar de realización:				Fecha de ejecución:	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:					
Instrumento:					
Método:					
Tipo de penetrador					
Carga aplicada					
RESULTADOS DE LA PRUEBA					
Huellas	Diámetro de la huella	Promedio del diámetro de la huella		Dureza de la probeta	
1					
2					
3					
4					
IMÁGENES					
CALCULO DE LA DUREZA				PROBETA ENSAYADA	
Observaciones:					

Formato para el ensayo de doblez

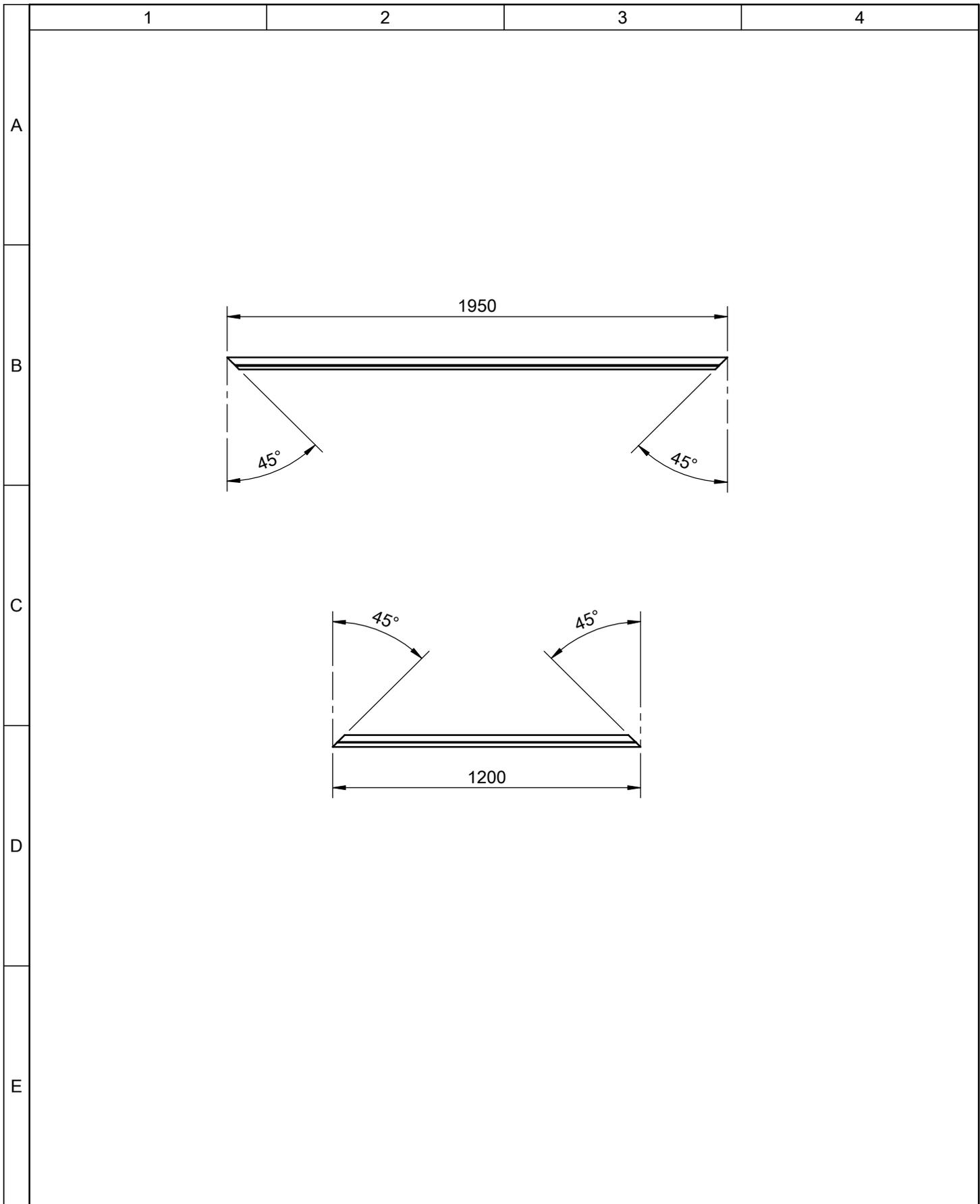
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO DE DOBLADO					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS					
ENSAYO: N°					
Probeta:		Autorizado por:		Realizado por:	
Temperatura ambiente del lugar:				Flujo de aire del medio:	
Lugar de realización:				Fecha de ejecución:	
PARÁMETROS DEL ENSAYO					
Realizado bajo la norma:					
Instrumento:					
Método:					
ESPECIFICACIONES DE LA PROBETA					
Elongación (en 5cm):			Geometría:		
Dureza:			Webster B:		
Resist. a fluencia :			Resistencia a tensión:		
No. De probeta:			Dimensiones (mm):		
RESULTADOS DEL ENSAYO DE DOBLADO					
IMÁGENES					
PROBETA DOBLADA					
Observaciones:					



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,5	1.077 Kg	Aleación de Aluminio 6005-T6	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 05/05/15	Egdo: Pérez J.	MARCO DE VENTANA	1:10
				Revisó: 05/05/15	Ing. Castro C.		
				Aprobó: 05/05/15	Ing. Castro C.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 01 de 03	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



					Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
					±0,5	1.077 Kg	Aleación de Aluminio 6005-T6		
					Fecha	Nombre	Denominación:		Escala:
					Dibujó: 05/05/15	Egdo. Pérez J.	VISTA EXPLOSIONADA		1:10
					Revisó: 05/05/15	Ing. Castro C.			
					Aprobó: 05/05/15	Ing. Castro C.			
					UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 02 de 03		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,5	1,077 Kg	Aleación de Aluminio 6005-T6			
					Fecha	Nombre	PLANO DE CORTE		Escala:
				Dibujó:	50/05/15	Egdo. Pérez J.			1:20
				Revisó:	50/05/15	Ing. Castro C.			
				Aprobó:	50/05/15	Ing. Castro C.			
				UTA		Número del dibujo: 03 de 03			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Ing. Mecánica		(Sustitución)			