

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:

“ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE VELOCIDAD DE AVANCE
EN LA SOLDADURA DEL ACERO INOXIDABLE
AUSTENÍTICO AISI 304 MEDIANTE EL PROCESO GMAW Y SU
INCIDENCIA EN LA DEFECTOLOGÍA”

AUTOR: Mario Javier Bombón Sandoval

TUTOR: Ing. Mg. Henry Vaca

AMBATO-ECUADOR

2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de la presente Tesis de Grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, bajo el tema “ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE VELOCIDAD DE AVANCE EN LA SOLDADURA DEL ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO AISI 304 MEDIANTE EL PROCESO GMAW Y SU INCIDENCIA EN LA DEFECTOLOGÍA”, ejecutado por el Señor Mario Javier Bombón Sandoval, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, CERTIFICO que la presente tesis fue elaborada en su totalidad por el autor y ha sido concluida en forma total.

Ambato, Febrero del 2014

Ing. Mg. Henry Vaca
Tutor

AUTORÍA

El contenido de la presente investigación desarrollada bajo el tema “ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE VELOCIDAD DE AVANCE EN LA SOLDADURA DEL ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO AISI 304 MEDIANTE EL PROCESO GMAW Y SU INCIDENCIA EN LA DEFECTOLOGÍA”, así como las opiniones e ideas vertidas, comentarios de resultados y análisis son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Febrero del 2014

Mario Javier Bombón Sandoval

CI: 180447348-4

Autor

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres quienes son el pilar fundamental para el crecimiento como persona y como profesional, a mis hermanas y familiares cercanos con quienes he compartido la alegría de la vida, a quienes supieron apoyar mis decisiones en el transcurso de toda mi vida y de quienes aprendí los valores de responsabilidad, cumplimiento, superación y respeto para alcanzar todos mis objetivos.

A mis profesores de la carrera de Ingeniería Mecánica quienes me brindaron sus sabios conocimientos con paciencia y dedicación, a mis amigos y compañeros de quienes siempre he recibido lo mejor.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la luz que en todo momento de mi carrera estuvo presente, por darme la fuerza y entendimiento para terminar esta investigación.

A mis padres que con su amor, paciencia y comprensión supieron apoyarme en todo momento sin importar las dificultades que se presenten en la vida y me formaron como una persona de bien, responsable y humilde.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

Página de título.....	I
Página de aprobación por el tutor.....	II
Página de autoría de tesis.....	III
Página de dedicatoria.....	IV
Página de agradecimiento.....	V
Índice general de contenidos.....	VI
Índice de Figuras Tablas y Gráficos.....	XII
Resumen ejecutivo.....	XVII

CAPITULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3 ANÁLISIS CRÍTICO	3
1.4 PROGNOSIS	3
1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.5.1 Preguntas directrices	4
1.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.6.1 De contenido	4
1.6.2 Espacial.....	5
1.6.3 Temporal.....	5
1.7 JUSTIFICACIÓN	5

1.8 OBJETIVOS	6
1.8.1 Objetivo general	6
1.8.2 Objetivo específico.....	6

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	9
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	9
2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES	10
2.4.1 Variación de velocidad en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW.....	10
2.4.1.1 Descripción de un acero inoxidable	10
2.4.1.2 El efecto del cromo en aceros inoxidables.....	11
2.4.1.3 Los aceros inoxidables al cromo níquel	11
2.4.2 Aceros inoxidables	12
2.4.2.1 Aspectos generales de los aceros inoxidables	16
2.4.3 Aceros inoxidables austeníticos	21
2.4.4 Soldadura GMAW	23
2.4.4.1 Efecto de las variables en el proceso de soldadura GMAW (MIG/MAG)	24
2.4.4.2 Corriente de soldadura	25
2.4.4.3 Polaridad.....	25
2.4.4.4 Voltaje de arco (longitud de arco).....	26
2.4.4.5 Velocidad de avance	27
2.4.4.6 Extensión del alambre	27

2.4.4.7 Orientación del alambre	28
2.4.5 Ensayo de tracción	30
2.4.6 Fundamentos del metodo tintas penetrantes.	30
2.4.7 Normas de aplicación.....	33
2.4.7.1 Control de contaminantes.....	33
2.4.7.2 Clasificación de penetrantes y métodos	33
2.4.7.3 Clasificación por métodos de examen y tipos de penetrantes.....	34
2.4.7.4 Procesos de inspección con penetrante y materiales de acuerdo a la norma ASTM E 1417-99.....	34
2.4.7.5 Solventes con removedor deben ser de las siguientes clases, según ASTM E-1417-99.....	34
2.4.7.6 Reveladores deben ser de la siguiente forma, según norma ASTM E1417-99.....	34
2.4.7.7 Examinación del penetrante visible según norma ASTM E 165-02.....	35
2.4.7.8 Materiales y limitaciones del procesos, según norma E 1417-99.....	35
2.4.7.9 Interpretación de discontinuidades según ASME Sección V Artículo 6. ..	36
2.4.7.10 Métodos de limpieza recomendados según norma ASTM E 165-02.....	36
2.4.7.11 Tiempo de penetración.....	36
2.4.7.12 Tiempo de revelado.....	37
2.4.7.13 Criterios de aceptación de inspección visual según AWS D1.6	38
2.4.8 Procedimiento de soldeo MIG o MAG	39
2.4.8.1 Soldadura semiautomática MIG o MAG	39
2.4.8.2 Sistema MIG	39
2.4.8.3 Transferencia metálica	40
2.4.9 Diseño de las juntas.....	42
2.4.10 Selección de electrodos para acero inoxidable.....	44

2.4.10.1 Diagrama de Schaeffler.....	44
2.4.11 Soldadura	45
2.4.12 Materiales.....	46
2.4.12.1 Ensayos no destructivos	47
2.4.12.2 Ensayo destructivos.....	47
2.4.13 Ingeniería mecánica	50
2.4.14 Incidencia en la defectología.....	50
2.4.15 Tipos de corrosión de los aceros inoxidables ocasionados por proceso de soldadura.....	51
2.4.15.1 Corrosión intergranular	51
2.4.15.2 Corrosión bajo tensión	53
2.4.15.3 Corrosión galvánica	54
2.4.15.4 Corrosión por picadura.....	54
2.4.15.5 Daño por cavitación	54
2.4.15.6 Corrosión por contacto.....	55
2.4.15.7 Corrosión por fatiga	55
2.4.16 Ensayo de materiales.....	55
2.4.17 Problemas de metalurgia.....	56
2.4.18 Ingeniería de materiales	56
2.5 HIPÓTESIS.....	56
2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	56
2.6.1 Termino de relación	56

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA	57
3.1 ENFOQUE	57

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	58
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	59
3.4.1 Población.....	59
3.4.2 Muestra.....	59
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	61
3.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	63
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.	63
3.7.1 Plan que se empleara para procesar la información recogida.	63
3.7.2 Plan de análisis e interpretación de resultados.....	63

CAPITULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	64
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	64
4.1.1 Diseño de la junta soldada	67
4.1.2 Elección del tipo de alambre	67
4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	67
4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	128

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	135
5.1 CONCLUSIONES	135
5.2 RECOMENDACIONES	136

CAPITULO VI

6 PROPUESTA.....	138
6.1 DATOS INFORMATIVOS	138
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	139
6.3 JUSTIFICACIÓN	140
6.4 OBJETIVOS	140
6.4.1 Objetivo general	140
6.4.2 Objetivos especificos	140

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	141
6.6 FUNDAMENTACIÓN	141
6.6.1 Diseño de la máquina que controla la velocidad de avance de la soldadura	141
6.6.1.1 Esquema de la estructura.....	143
6.6.1.2 Cálculos generales.....	143
6.6.1.3 Cálculo de la velocidad de salida variando la frecuencia.	145
6.6.1.4 Cálculo de rodamientos S.....	145
6.6.1.5 Cálculo de un tornillo sinfín y corona.....	150
6.6.1.6 Calculo del torque para selección del variador de frecuencia.....	157
6.6.2 Interruptor o switch	158
6.6.3 Tipos de interruptores	159
6.6.4 Variadores de velocidad	160
6.7 METODOLOGÍA	161
6.7.1 Instrucciones de uso del convertidor Sinamics G110	161
6.7.2 Material base y material de aporte.	162
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	163
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	165
1 BIBLIOGRAFÍA	166
2. ANEXOS.....	169

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICOS

FIGURAS

Figura 2.1: Categorías fundamentales	10
Figura 2.2: Efecto del níquel en el acero inoxidable.	11
Figura 2.3: El verdadero diagrama de fases hierro carbono con grafito en lugar de la cementita como fase estable	13
Figura 2.4: Diagrama de equilibrio Fe-Cr.	17
Figura 2.5: Diagrama de equilibrio Fe-Ni.	18
Figura 2.6: Efecto de la posición del electrodo y de la técnica de soldadura	28
Figura 2.7: Efecto de la posición del electrodo y de la técnica de soldadura.	29
Figura 2.8: Ángulo de contacto y poder humectante.	32
Figura 2.9: Tensión superficial.	32
Figura 2.10: Soldadura por sistema MIG.	40
Figura 2.11: Transferencia Spray.....	41
Figura 2.12: Transferencia globular.....	41
Figura 2.13: Transferencia por corto circuito.	42
Figura 2.14: Diseño de juntas.	43
Figura 2.15: Diagrama de Schaeffler.	45
Figura 2.16: Probetas para ensayo de tracción, acero AISI 304.	48
Figura 2.17: Probeta en la maquina universal, antes y después del ensayo.....	48
Figura 2.18: (a) Representación esquemática de la precipitación de carburo de cromo en la frontera de grano de un acero inoxidable 304 sensibilizado. (b) Sección transversal de la frontera de grano mostrando el ataque corrosivo intergranular adyacente a las fronteras de grano.....	52
Figura 4.1: Fuerzas sobre un tornillo sinfín y una corona..	58
Figura 6.1: Fuerzas sobre un tornillo sinfín y una corona..	151

Figura 6.2: Como está formado un interruptor.	158
---	-----

Figura 6.3: Interruptor.	160
--------------------------------------	-----

TABLAS

Tabla 2.1: Designaciones, composiciones, propiedades mecánicas y aplicaciones típicas para los aceros inoxidable ferríticos, austeníticos, martensíticos y endurecidos por precipitación	12
---	----

Tabla 2.2: Soldabilidad de los aceros inoxidable AISI.	15
--	----

Tabla 2.3: Características generales de los aceros inoxidable.	18
--	----

Tabla 2.4: Aceros inoxidable al cromo-níquel austeníticos.	22
--	----

Tabla 2.5: Clasificación de líquidos penetrantes por el método de remoción.	34
---	----

Tabla 2.6: Distintos tiempos de penetración según el material.	36
--	----

Tabla 2.7: Tiempo de revelado.	38
--	----

Tabla 2.8: Métodos de corte de acero inoxidable.	38
--	----

Tabla 2.9: Posición de soldadura de probetas para el ensayo.	38
--	----

Tabla 2.10: Técnicas de ensayo de dureza	49
---	----

Tabla 4.1: Medición de durezas.	129
---	-----

Tabla 4.2: Tablas de variación de velocidades.	131
--	-----

Tabla 4.3: Resumen de resultados de los ensayos realizado.	134
--	-----

Tabla 6.1: Factor de forma de Lewis, aproximado para dientes de coronas.	156
--	-----

Tabla 6.2: Costo total de la investigación.	163
---	-----

GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Diseño de la junta soldada.	67
--	----

Gráfico 4.2: Promedio de la resistencia a la tracción obtenida en las diferentes probetas.	128
--	-----

Gráfico 4.3: Durezas promedio.....	129
Gráfico 4.4: Probetas con tintas penetrantes.....	130
Gráfico 4.5: Curva Chi cuadrado.....	132
Gráfico 6.1: Asignación del perfil estructural.....	142
Gráfico 6.2: Simulación de la estructura.....	142
Gráfico 6.3: Esquema de la máquina.....	143
Gráfico 6.4: Variador de frecuencia Sinamics G 110.	162
Gráfico 6.5: Placas o probetas (acero inoxidable AISI 304).....	162
Gráfico 6.6: Alambre ER 308 L.....	163

SIMBOLOGÍA

P_t = Potencia transmitida

V_{mr} = Velocidad motoreductor

n_s = Velocidad de salida

P_d = Potencia de diseño

i = Relación

FS = Factor de servicio para transmisión por cadenas

N = # dientes

p = Paso

D = Diámetro

V = Velocidad

p = Exponente de vida

F_r = Carga radial

F_a = Carga axial

R = Confiabilidad

C_o = Capacidad de carga estática

f_s = Factor de esfuerzos estáticos

P_o = Carga estática equivalente

f_L = Factor de esfuerzo dinámico

f_n = Factor de velocidad

L_h = Vida nominal

s = Factor de limpieza

\emptyset = Ángulo de presión

T = Temperatura

C = Capacidad de carga dinámica

P = Carga dinámica equivalente

N_w = Número de roscas del tornillo sinfín

D_w = Diámetro de paso del tornillo sinfín

a₁ = Factor de probabilidad de fallo

a₂₃ = Factor para el material y las condiciones de servicio

C_v = Factor por velocidad

C_s = Factor por materiales

F_e = Ancho de cara efectivo

F = Ancho de cara

T = Torque

w = velocidad angular

f = frecuencia

k = ratio de viscosidad

V = Factor de contaminación

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

Autor: Mario Javier Bombón Sandoval

Tutor: Ing. Wilson Henry Vaca Ortega

Fecha: Diciembre del 2013

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó bajo el tema: Análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología, ya que no se ha encontrado suficientes investigaciones referentes al tema propuesto, pero se cuenta con un trabajo similar, en aceros inoxidables dúplex, el cual sirvió de base para la ejecución de esta tesis. En este trabajo se pasó por diferentes etapas iniciando por la bibliográfica donde se buscaba la teoría que sustente lo que se hizo, en el siguiente paso donde se probó con diferentes velocidades de avance para soldadura, posteriormente se realizó los diferentes ensayos como son, Ensayo de Inspección Visual, Ensayo de Dureza, Ensayo de Líquidos Penetrantes, Ensayo de Radiografía Industrial y Ensayo de Tracción, los cuales son necesarios para comprobar que el cordón de soldadura este bien realizado. Todo esto se lo realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, excepto el ensayo de Radiografía Industrial.

Se obtuvo conclusiones y recomendaciones en función de los resultados obtenidos, que contribuyen a generar proceso al momento de soldar aceros inoxidables la cual puede ser aplicado en el campo industrial.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 TEMA:

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE VELOCIDAD DE AVANCE EN LA SOLDADURA DEL ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO AISI 304 MEDIANTE EL PROCESO GMAW Y SU INCIDENCIA EN LA DEFECTOLOGÍA.

1.2 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial y en especial en los países desarrollados los aceros inoxidable que contienen níquel son indispensables en la construcción de equipos para la industria de procesos. Estos aceros se usan en lugar de los aceros convencionales por sus excelentes propiedades tales como: resistencia a la corrosión, dureza a baja temperatura y buenas propiedades a alta temperatura. Los aceros inoxidable son una excelente elección para la construcción de equipos para la industria química, láctea, alimenticia, biotecnológica y para usos arquitectónicos y relacionados. Las propiedades físicas de los aceros al carbono y los inoxidable austeníticos son bastante diferentes, y esto requiere una revisión de los procesos de soldadura, como por ejemplo el punto de fusión, expansión térmica, conductividad térmica, y otros que no cambian significativamente con el tratamiento térmico o mecánico.

Para los aceros, este análisis parte del estudio e interpretación del diagrama de Schaeffler, con el cual, partiendo del níquel y el cromo equivalente del material base y de los materiales de aporte, es posible predecir la estructura del metal de soldadura depositado en una unión de aceros inoxidable disímiles, o de aceros inoxidable con aceros al carbono, con o sin aleación.

A nivel nacional son muy pocas las empresas o talleres que usan soldadores calificados con los conocimientos suficientes para desempeñar su labor adecuadamente la mayor parte son soldadores con sus conocimientos empíricos, ya que un soldador calificado demuestra que para saber la composición química de un metal de aporte depositado, la mejor forma es acudir al catálogo de productos del fabricante, mientras que, para tener idea de la composición química de los materiales base, es necesario acudir a las normas o códigos que los clasifican (Ejemplo: SAE, AISI, ASTM, ASME). También en el ambiente nacional son muy pocas las investigaciones que se realiza sobre este tema de investigación, en su gran mayoría prefieren adoptar estudios de otros países y no realizar sus propios estudios e investigaciones que servirán para el desarrollo del país, por lo tanto no tienen fundamentación científica en que basarse en el ambiente local y los conocimientos que se emplea en la mayoría de industrias son empíricos, y hoy en la actualidad es algo que se debe considerar para buscar mejoras en las pequeñas industrias.

En la provincia existe un gran número de industrias, que utilizan los conocimientos empíricos adquiridos mediante la experiencia en elementos de máquinas sólidas, éstos materiales luego de un determinado tiempo presentan defectos o empiezan a tener fallas de varios tipos, la fractura de los materiales es un fenómeno que actualmente debe recibir gran atención por parte de los ingenieros e investigadores en el ámbito nacional y local, para hacer a los materiales más competitivos. Se puede demostrar que al realizar éste estudio se lo puede aplicar en las diferentes ramas de la industria de nuestro país y se lo puede implantar para contribuir en el desarrollo tecnológico en estudios en la soldabilidad de aceros inoxidable. En la Universidad Técnica de Ambato no sea realizado estudios sobre la soldabilidad de aceros inoxidable austeníticos, con el mismo se pretende realizar un aporte sobre el conocimientos de este tema y de seguro será de gran utilidad para los estudiantes, para tener una referencia o guía y saber cómo se comporta un acero inoxidable al momento que se produce una falla por usar un material inadecuado.

1.3 ANÁLISIS CRÍTICO

Dentro de la ingeniería mecánica y particularmente en el área de soldadura muchos profesionales se han encontrado con fallos repetitivos al intentar soldar aceros inoxidable austeníticos, eso se debe al uso inadecuado de la variación de velocidad avance al momento de soldar.

Una manera de conseguir lo mencionado es, realizando estudios o ensayos de la soldabilidad con los distintos aceros inoxidable existentes; y todo esto se da debido a la falta de preparación del personal para realizar soldaduras o en su defecto contar con personal no calificado, es por eso que se realizan soldaduras ineficientes y de mala calidad, esto se lo puede comprobar haciendo un ensayo de tintas penetrantes, para ver los defectos que tiene esa soldadura en el acero inoxidable austenítico, lo que posteriormente podría ocasionar un mal funcionamiento de la máquina o elemento, con lo que su reparación incrementará drásticamente el costo total, es fundamental contar con un método para controlar las soldaduras. El presente proyecto está orientado a facilitar la apertura de nuevas fuentes de investigación. A nivel de industria, una manera de conseguir lo mencionado es mejorando e implementando soldadores calificados para que se tenga un buen cordón de soldadura y así los defectos sean mínimos o casi nulos.

1.4 PROGNOSIS

Si no se realiza el análisis o estudio de la variación de velocidad de la soldadura en aceros inoxidable austeníticos de uso industrial para evaluar su incidencia en sus defectos que puede tener, no se podrá determinar las propiedades mecánicas que se obtiene mediante la aplicación de la misma, y por lo tanto seguirá dándose un deterioro de los materiales que terminara produciéndose corrosión, cuando un material es soldado inadecuadamente sin ningún control.

Estos aceros inoxidable austeníticos son los que tienen mejor soldabilidad, porque esta clase de aceros están especialmente aleados con cromo y níquel, y muy en particular con algún otro componente y es por eso su capacidad de resistencia contra agentes corrosivos. Además si se sigue utilizando soldadores no

calificados para soldar aceros inoxidable sin un previo estudio, también este tipo de estudios servirá como una fuente de referencia para contribuir con el desarrollo de nuevas técnicas, aplicaciones y métodos en cuanto a la soldabilidad de aceros inoxidables.

1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será el análisis más adecuado para la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología?

1.5.1 PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Se podrá garantizar la soldabilidad de aceros inoxidables y que cumpla con las especificaciones requeridas para su uso adecuado?

¿Qué tipo de alambre es el más adecuado para soldar el acero inoxidable 304?

¿Qué parámetros se deben tomar en cuenta para realizar una soldadura adecuada del componente?

¿Cuáles son los defectos que se produce en la soldadura del acero inoxidable?

1.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.6.1 DE CONTENIDO

Tema: Análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología.

Aspecto: Procesos de manufactura

Área: Soldadura

Campo: Ingeniería Mecánica

1.6.2 ESPACIAL

El análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología, para realizar los ensayos se desarrollará en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica dentro de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi.

Además para realizar los ensayos se lo desarrollará en el Laboratorio de Materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica y otro tipo de ensayos se lo realizara en instituciones que tengan experiencia en el campo.

1.6.3 TEMPORAL

Esta investigación se realizó en los meses de Junio 2013 a Febrero 2014.

1.7 JUSTIFICACIÓN

En realidad la soldadura es un proceso metalúrgico y entender cómo se comportan los metales durante su producción y fundición es conocer los fundamentos de soldadura. La mayoría de procesos de soldadura requieren la generación de altas temperaturas para hacer posible la unión de los metales implicados. Uno de los principales problemas en la soldadura es el comportamiento de los metales ante la combinación de agentes atmosféricos y cambios de temperatura bruscos que pueda tener en el momento de ser soldado. Además es conveniente que este estudio sea acogido por las personas que se desenvuelven en este campo de la soldadura de los aceros inoxidable, pues ésta será una alternativa que solucionará muchos problemas que se tiene en la actualidad, si se utiliza soldadores calificados. Encontrar un proceso de soldadura adecuado a cualquier ámbito de la industria metal mecánica o cualquier aplicación común puede parecer algo muy complicado ya que cada proceso funciona y reacciona diferente con respecto a las características propias del material a unir. Los factores se deben a las restricciones externas del material a soldar, la forma y el tamaño en la preparación de la junta a soldar es de gran importancia en el momento de realizar la operación de soldadura. La aplicación del proceso de soldadura MIG (Metal Inert Gas) es muy

práctica y de gran facilidad operativa para poder obtener buenos resultados en la investigación, el problema central de esta investigación es obtener un mayor grado de eficiencia mecánica.

Es un estudio factible de realizarlo, se cuenta con la bibliografía, talleres y equipos necesarios para el desarrollo del mismo, además cuenta con el personal calificado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar el análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología, para determinar los defectos de soldadura.

1.8.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Analizar los resultados obtenidos de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología.
- Determinar el alambre más adecuado para el análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología.
- Describir los parámetros que se debe tomar en cuenta en el análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología.
- Evaluar los problemas y defectos en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW y su incidencia en la defectología.

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El acero inoxidable tiene varias aplicaciones: cocinas industriales, industria alimenticia, juguetería, hospitales, laboratorios e industria aeronáutica. Es un material que se muestra neutro frente a los alimentos, no forma cascarilla, no se oscurece con el tiempo, tiene una buena presencia estética que es el calificativo “stainless” con el que se denomina a este material.

El acero inoxidable puede ser producido por procesos de fundición, los lingotes fundidos pueden ser forjados o laminados para posteriores procesos de extrusión y doblado. También pueden ser maquinados y se pueden realizar procesos de soldadura como: por arco (welding), fuerte (brazing), soldering (blanda). Mientras mayor sea el riesgo de corrosión en el servicio se deben usar aceros con mayor concentración de Cromo, por ejemplo el acero AISI 304 con 18% Cr y 8% Ni, es capaz de soportar condiciones atmosféricas rigurosas por más de 12 años. (Almeida L. y Villena C. (2009), *Soldadura Fuerte De Acero Inoxidable Austenítico*, Ecuador, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito.)

Conclusiones

- ✓ Con este estudio se desarrolla una técnica para aplicar soldadura fuerte de tubería de acero inoxidable austenítico AISI 304 de ½ pulgada (espesor 0.8 mm) sin sensibilizar el material base.
- ✓ Esta investigación de soldadura fuerte en acero inoxidable se anticipa a las necesidades futuras del mercado en el campo de conducción de gas. Estudios nacionales e internacionales de soldadura fuerte se han realizado

solamente en Cobre, o se han desarrollado otras técnicas de unión con acero inoxidable que tampoco garantizan seguridad. Por tanto esta investigación es una nueva alternativa tecnológica para la industria ecuatoriana.

- ✓ La tubería de acero inoxidable austenítico se fabrica localmente lo que implica menores costos en relación a la tubería importada de cobre. El ciclo de vida útil de las uniones realizadas con soldadura fuerte en acero inoxidable es superior.
- ✓ La técnica de soldadura fuerte en acero inoxidable es sencilla, el proceso puede ser aplicado por personal técnico especializado siempre que, se mantengan los parámetros y recomendaciones del presente trabajo.
- ✓ El proceso de soldadura fuerte en tubería de acero inoxidable puede realizarse directamente entre tramos de tubería sin necesidad de accesorios con la posibilidad de abaratar costos de fabricación.
- ✓ En instalaciones de gas centralizado, el uso de tubería de acero inoxidable es una alternativa directa con la solución planteada en el presente estudio.

La adición de Níquel a la aleación básica de Hierro / Carbono/ Cromo, da como resultado los aceros inoxidables de la serie 300, comúnmente conocidos como tipos “cromo níquel”. Originalmente, las composiciones de cromo y níquel se componían de 18% de Cr y 8% de Ni – de aquí el término tan usado de “inoxidable 18/8”. Las modificaciones del 18/8 original (308) se designan 18/8 Cb (347), 18/8 Mo (316) y 18/8 Ti (321). Todos ellos fueron conocidos como el “Grupo 18/8”.

(http://www.indura.cl_filefile_1774_manualdeacerosinoxidableparasoldadores%20indura.pdf).

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación se va a realizar aplicando un paradigma crítico propositivo por identificación del cambio debido a la innovación de métodos y técnicas que permiten economizar y optimizar procesos de soldadura mediante el uso adecuado. La visión de la realidad se da como una visión completa, utilizando un enfoque total de los diferentes ámbitos que influyen en la responsabilidad social de las personas. El análisis de la investigación debe ser abierto y flexible debido a los diferentes cambios y propuestas que se pueden dar para su mejoramiento.

Los procedimientos preestablecidos no se pueden cambiar, debido a que se encuentran definidos y aceptados por las normas de aplicación, tanto las de soldadura como las de ensayo de materiales, las cuales se utilizara adecuadamente según se avance en el desarrollo de la investigación y así tener mejores resultados.

En las últimas generaciones se ha llevado un gran avance científico en todas las áreas, éste es el motivo que ha llevado a la ingeniería a desarrollarse y a sufrir un gran avance, motivo por el cual obliga al Ingeniero Mecánico a ponerse al día en lo referente al estudio de los diferentes aceros inoxidable, ya que es un campo de gran utilidad para el desarrollo industrial, especialmente en la industria alimenticia.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente trabajo se sustentará en lo enmarcado principalmente en las Normas:

- ✓ AWS A5.9 (Especificación para soldadura de acero inoxidable Electrodo y Varillas).
- ✓ ASTM E165 (Método de ensayo normalizado para inspección por líquidos penetrantes).
- ✓ ASTM E1220 (Práctica estándar de penetrante visible usando solvente-proceso removible).
- ✓ ASTM E1417 (Práctica estándar para examinación por líquidos penetrantes).
- ✓ AWS D1.6 (Código estructural de soldadura para aceros inoxidables).

2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

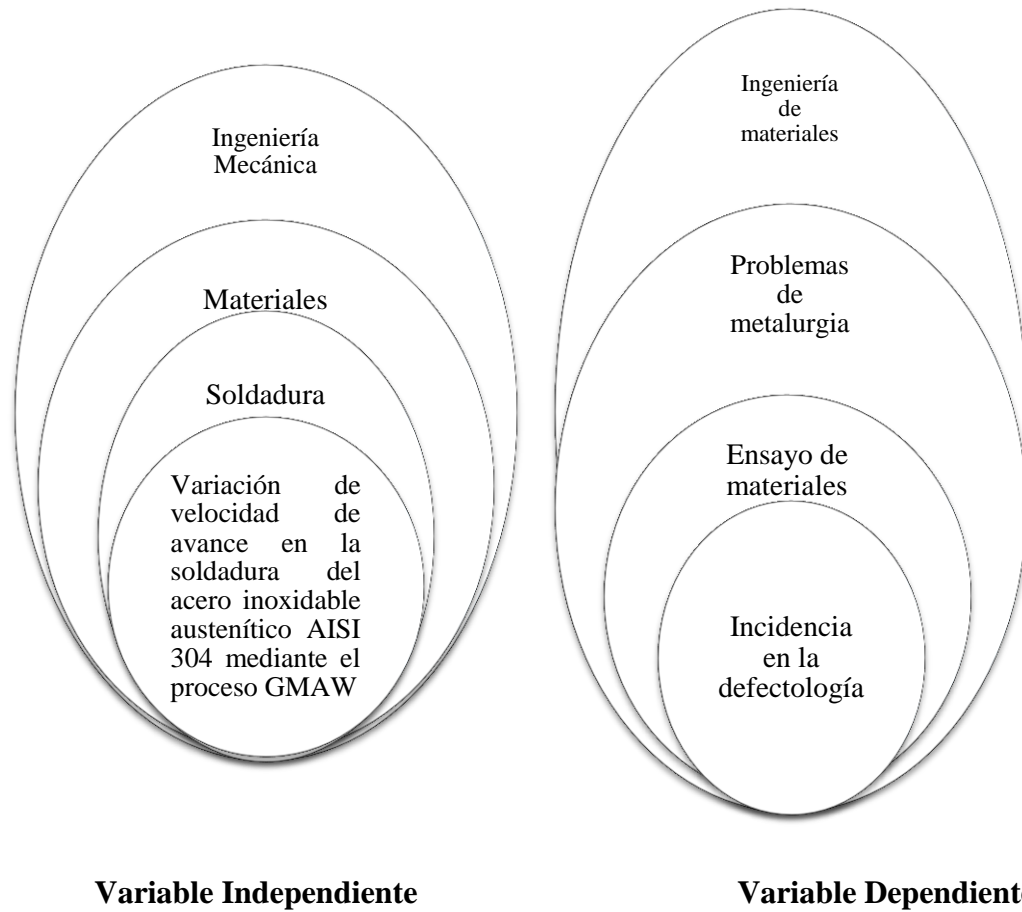


Figura 2.1: Categorías Fundamentales

Elaborado por: Autor.

2.4.1 VARIACIÓN DE VELOCIDAD EN LA SOLDADURA DEL ACERO INOXIDABLE AUSTENÍTICO AISI 304 MEDIANTE EL PROCESO GMAW.

2.4.1.1 DESCRIPCIÓN DE UN ACERO INOXIDABLE

Simplemente es una aleación compuesta por Hierro (Fe), Carbono (C), Cromo (Cr) y Níquel (Ni). El hierro es el elemento fundamental de todos los aceros inoxidables. Sin embargo, para hacer que el hierro sea “inoxidable”, el contenido de cromo en solución debe ser por lo menos de un 11,5%. Se agregan otros elementos, para proporcionar ciertas propiedades, se emplea casi nueve veces más

hierro que cromo, debemos considerar que el cromo es el elemento aleante indispensable, tanto en los aceros inoxidable de la serie 300 como en los de la 400, donde las propiedades de resistencia a la corrosión son de gran importancia.

2.4.1.2 EL EFECTO DEL CROMO EN ACEROS INOXIDABLES

Cuando se agrega al hierro cantidades de cromo iguales o mayores a 11,5%, se forma espontáneamente en las superficies expuestas al aire una delgada, plateada y altamente adherente capa de óxido de cromo. Esta fina película actúa como una barrera para retardar futura oxidación o corrosión. El acero no puede oxidarse y por ello su nombre es Acero Inoxidable.

2.4.1.3 LOS ACEROS INOXIDABLES AL CROMO NÍQUEL

La adición de Níquel a la aleación básica de Hierro / Carbono/ Cromo, da como resultado los aceros inoxidable de la serie 300, comúnmente conocidos como tipos “cromo níquel”. Originalmente, las composiciones de cromo y níquel se componían de 18% de Cr y 8% de Ni de aquí el término tan usado de “inoxidable 18/8”. Las modificaciones del 18/8 original (308) se designan 18/8 Cb (347), 18/8 Mo (316) y 18/8 Ti (321). Todos ellos fueron conocidos como el “Grupo 18/8”.

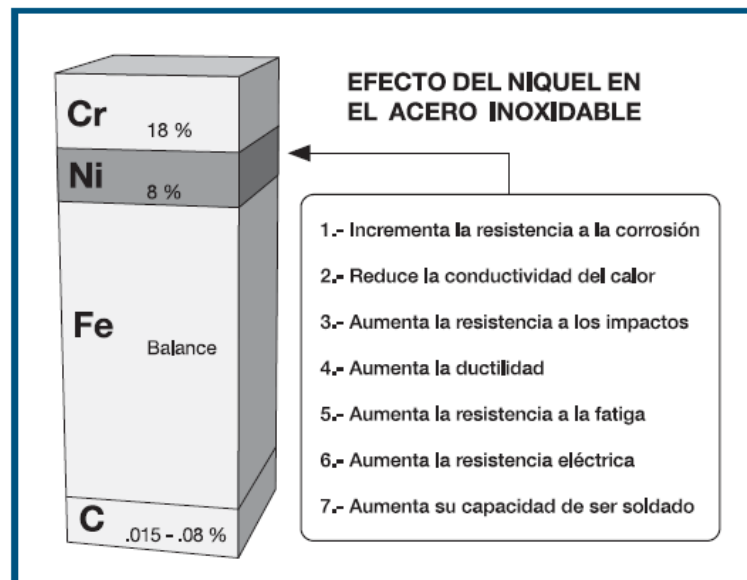


Figura 2.2: Efecto del níquel en el acero inoxidable.
(Fuente: http://www.indura.cl/filefile_1774_manualdeacerosinoxidableparasoldadores%20indura.pdf).

Hay dos puntos importantes que debemos recordar de la serie 300:

- Todos ellos contienen níquel,
- Son no magnéticos.

2.4.2 ACEROS INOXIDABLES

Los aceros inoxidables resisten la corrosión (herrumbre) en muchos ambientes, especialmente en la atmósfera. El cromo es el principal elemento de aleación, en una concentración mínima del 11%. La resistencia a la corrosión mejora con adiciones de níquel y molibdeno. Las adiciones de los elementos de aleación en concentraciones significativas producen dramáticas alteraciones en el diagrama de fases hierro-carburo de hierro (Figura 2.3).

Tabla 2.1: Designaciones, composiciones, propiedades mecánicas y aplicaciones típicas para los aceros inoxidables ferríticos, austeníticos, martensíticos y endurecidos por precipitación.

Número AISI	Número UNS	C	Composición (% en peso) ^a			Condiciones ^b	Propiedades mecánicas			Aplicaciones más corrientes
			Cr	Ni	Otros		Resistencia a la tracción [psi × 10 ³ (MPa)]	Límite elástico [psi × 10 ³ (MPa)]	Ductilidad (% EL en 2 pulg.)	
Ferrítico										
409	S40900	0,08	11		1,0 Mn,	Recocido	65(448)	35(240)	25	Tubos de escape Válvulas (alta temperatura), moldes para vidrio
446	S44600	0,20	25		0,75 Ti 1,5 Mn	Recocido	80(552)	50(345)	20	
Austenítico										
304	S30400	0,08	19	9	2,0 Mn	Recocido	85(586)	35(240)	55	Industria alimentaria Estructuras soldadas
316L	S31603	0,03	17	12	2,0 Mn, 2,5 Mo	Recocido	80(552)	35(240)	50	
Martensítico										
410	S41000	0,15	12,5		1,0 Mn	Recocido Q y T	70(483)	40(275)	30	Cañones de rifles Cuchillería, instrumental quirúrgico
440A	S44002	0,70	17		1,0 Mn, 0,75 Mo	Recocido Q y T	140(965) 105(724) 260(1790)	100(690) 60(414) 240(1655)	23 20 5	
Precipitación										
17-7PH	S17700	0,09	17	7	1,0 Mn, 1,0 Al	Solución tratada Precipitación	130(897) 215(1480)	40(275) 195(1345)	35 9	Cuchillos, muelles

^a La composición se completa con hierro.

^b Q y T significan templado y revenido.

(Fuente: William D. Callister. (2007). Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Editorial Reverte S.A. México. Pág. 369).

Los aceros inoxidable se clasifican en función de la microestructura constituyente: martensítica, ferrítica o austenítica. En la Tabla 2.1 figuran las composiciones químicas, las propiedades mecánicas y las aplicaciones de cuatro clases de aceros inoxidable. La amplia gama de propiedades mecánicas combinadas con la excelente resistencia a la corrosión hacen que este tipo de acero sea muy versátil.

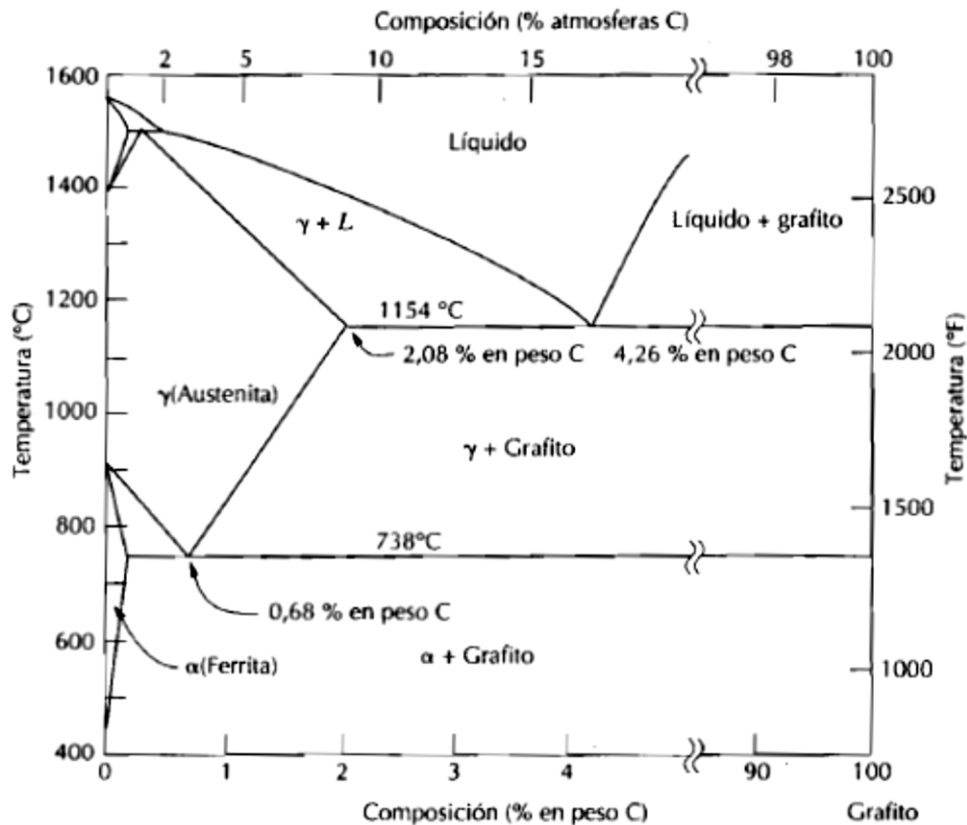


Figura 2.3: El verdadero diagrama de fases hierro carbono con grafito en lugar de la cementita como fase estable.

(Fuente: William D. Callister. (2007). Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Editorial Reverte S.A. México. Pág. 370).

El tratamiento térmico de los aceros martensíticos genera martensita como principal constituyente. En los aceros inoxidable austeníticos, la austenita (fase γ) permanece estable a temperatura ambiente. Los aceros inoxidable ferríticos están constituidos por la fase ferrita α (BCC). Los aceros inoxidable austeníticos y ferríticos endurecen por acritud, ya que no son susceptibles al temple. Los aceros inoxidable son los más resistentes a la corrosión debido al elevado contenido en

cromo y a las adiciones de níquel y por este motivo, también son los más utilizados. Los aceros inoxidable martensíticos y ferríticos tienen comportamiento magnético y los inoxidable austeníticos no. Algunos aceros inoxidable se utilizan en ambientes rigurosos a elevadas temperaturas debido a su resistencia a la oxidación y a la integridad mecánica en estas condiciones; en atmósferas oxidantes hasta 1000°C. Las turbinas de gas, generadores de vapor, hornos de tratamiento térmico, aviones, misiles y generadores de energía nuclear están contruidos con estos aceros inoxidable. La Tabla 2.1 también incluye aceros inoxidable de muy alta resistencia mecánica y a la corrosión endurecidos por precipitación mediante tratamiento térmico. (William, 2007, pág. 369-370)

Las palabras descriptivas acero inoxidable se aplican a muchas aleaciones preparadas a base de hierro, todas las cuales contienen por lo menos 12% de cromo, con o sin adiciones de otros elementos de aleación. La propiedad notable de los aceros inoxidable es su resistencia a la corrosión en muchos, aunque no en todos los medios corrosivos. Además, y esto es muy importante, poseen una adaptabilidad excepcional a los procesos de conformado en frío y en caliente y pueden desarrollar una alta resistencia a la tensión y al movimiento plástico hasta de 350.000 y 25.000 lb/pulg.², respectivamente a 1000°F. La composición de los aceros inoxidable se ha normalizado ya, y a cada aleación se le ha asignado un número específico de tipo AISI (Tabla 2.2).

Además de los aceros inoxidable anotados en la Tabla 2.2, hay 22 aleaciones que se reconocen como pertenecientes al grupo de estos aceros, pero se carece de una terminología estándar como la suministrada por la AISI. La situación se complica aún más por el hecho de que diversas organizaciones han dado diferentes nombres a una misma aleación. Los aceros inoxidable que se sueldan más comúnmente por los procesos normales de soldadura son los de cromo-níquel y los de cromo solamente. Los aceros inoxidable de los tipos 301, 302, 303 y 304 se emplean con frecuencia para ornamentos arquitectónicos, equipos para lecherías (tales como aparatos de ordeña y equipos de homogeneización), equipos para restaurantes, herrajes para cocina, tornillos y remaches, así como para partes de máquinas y/o partes forjadas.

Tabla 2.2: Soldabilidad de los aceros inoxidable AISI.

		<u>SOLDABILIDAD</u>			
		Arco	Gas		
Austeníticos	301	1	2	1	Acero inoxidable de uso general que se trabaja con facilidad. Se fabrica fácilmente, para aplicaciones decorativas o resistentes a la corrosión.
	302	1	3	1	
	304, 304LC	1	3	1	Acero inoxidable para servicio general que se trabaja con facilidad.
	308	1	3	1	Se usa cuando se requiere mejor resistencia a la corrosión que la del acero 18-8.
	309	1	3	1	Alta resistencia a la formación de escamas, y buena resistencia a altas temperaturas.
	310	1	3	1	Más cromo y níquel para mayor resistencia a la formación de escamas en alto calor.
	316, 316LC	1	2	1	Excelente resistencia a la corrosión química.
	317	1	2	1	Mayor contenido de aleación que el 316, para una mejor resistencia a la corrosión.
	321	1	2	1	Estabilizado al titanio para impedir la precipitación del carburo.
	347	1	2	1	Estabilizado al columbio para impedir la precipitación del carburo.
Martensíticos	403	2	2	2	Se usa para álabes de turbina forjados.
	410	2	3	2	Uso general, bajo precio, tratable térmicamente.
	414	2	3	2	Se ha agregado níquel, para hojas de cuchillo, resortes.
	416	4	3	4	De maquinado libre.
	420	2	3	2	De más alto contenido de carbono para cuchillería e instrumentos de cirugía.
	431	2	2	2	Propiedades mecánicas altas.
	440 ^a	5	3	4	Para instrumentos, cuchillería, válvulas.
	440B	5	3	4	Con mayor contenido de carbono que el 440A.
	440C	5	3	4	Con mayor contenido de carbono que el 440A o
	501	2	3	2	B para alta dureza.
502	2	3	2	Menor resistencia a la corrosión que los tipos al cromo-níquel.	
	405	2	3	2	No templable cuando se enfría al aire desde

					temperaturas elevadas.
Ferríticos	406	2	3	2	Para resistencias eléctricas.
	430	2	3	2	Aleación de fácil conformado, para molduras automotrices.
	430F	2	3	2	Variedad de maquinado libre del grado 430.
	446	2	3	2	Alta resistencia a la corrosión y formación de escamas hasta 2150 F.

1—Fácilmente soldable. 2—Soldable bajo condiciones favorables. 3—Soldable por proceso a gas en calibre 20 o más delgado. 4—No se dispone de información sobre su comportamiento en soldadura. 5—Soldable con pre y poscalentamiento.

(Fuente: Henry Horwitz, P.E. (2002). Soldadura, Aplicaciones y Práctica. Alfaomega Grupo editor S.A. Colombia. Pág.573).

Todos los aceros inoxidable que se han descrito son fácilmente soldables mediante los procesos normales de soldadura, pero difieren sus tratamientos térmicos de pre-soldadura y post-soldadura. Los aceros inoxidable austeníticos (serie 300), con excepción de los grados de maquinado libre, son más soldables que los ferríticos-martensíticos. Por ser el coeficiente de dilatación térmica del acero inoxidable austenítico aproximadamente 50% mayor que el del acero al carbono, y su conductividad térmica sólo la tercera parte de la del acero al carbono, estos aceros pueden presentar ciertos problemas de deformación, a menos que se implementen prácticas de soldadura para controlar la deformación. (Horwitz, 2002, pág. 574-576).

2.4.2.1 ASPECTOS GENERALES DE LOS ACEROS INOXIDABLES

Aceros inoxidable austeníticos. Aspectos generales: Considera en primer lugar el diagrama Fe-Cr (figura 2.4), base de las aleaciones ferríticas, en el que se observa la acción del cromo, que restringe a elevadas temperaturas el campo de existencia de la austenita γ (fase cúbica centrada en las caras), para favorecer en un amplio intervalo de temperatura y concentración, la existencia de la ferrita α (fase cúbica centrada en el cuerpo). Se observa que hasta aproximadamente un 12,7% Cr, existe un campo limitado de austenita. Para contenidos menores de Cr, al ir aumentando la temperatura desde temperatura ambiente, tendremos inicialmente la separación de la ferrita α , la que se transforma en austenita y finalmente una

nueva transformación en ferrita. Al ir aumentando el contenido de Cr, se observa la presencia de otra fase denominada fase sigma σ . Esta fase puede presentarse en los aceros inoxidable, especialmente en aquellos con elevado contenido en cromo, o en donde éste aumente localizadamente en concentración; originada por transformación de la ferrita. La presencia de la fase sigma en los aceros inoxidable debe considerarse perjudicial ya que confiere fragilidad y disminuye su resistencia a la corrosión. (Saenz, 1999, pág. 125)

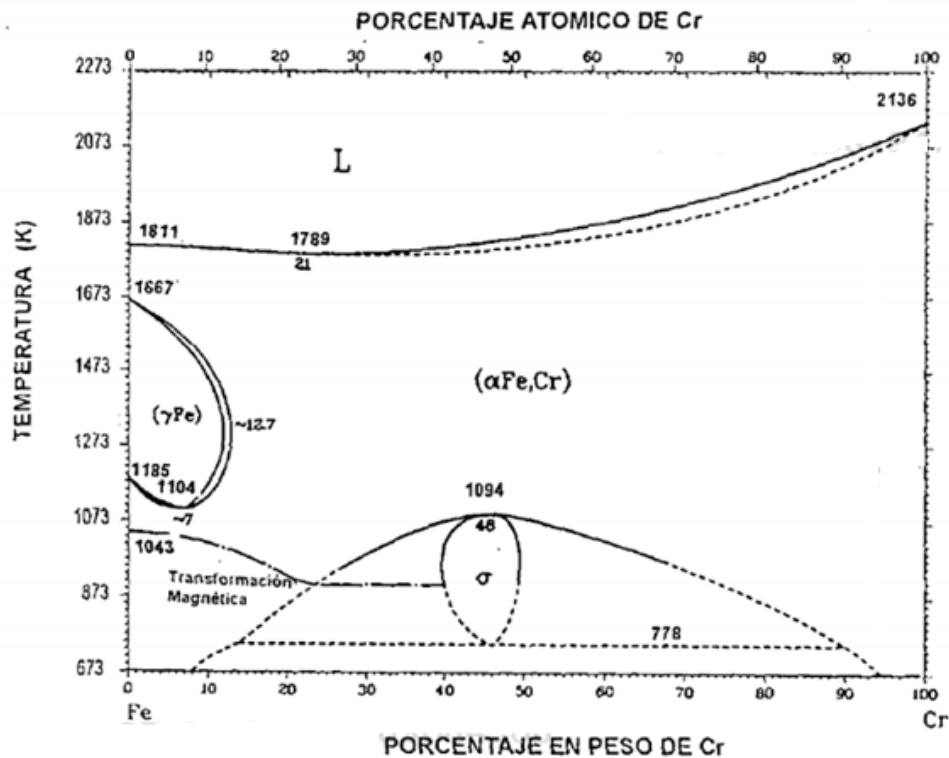


Figura 2.4: Diagrama de equilibrio Fe-Cr.

(Fuente: Sáenz More, José Ernesto B. (1999). Estudio comparativo de la resistencia a la corrosión de aceros inoxidable austeníticos clásicos, de muy bajo contenido en níquel y pulvimetalúrgicos.)

Siendo el níquel, el segundo elemento aleante importante, es de interés conocer el diagrama Fe-Ni (figura 2.5), donde se observa, la acción gammágena del níquel, que amplía el campo de existencia de la austenita, desplazando la formación de ferrita. Esto hace posible que los aceros inoxidable al Fe-Cr, con un mínimo del 8% Ni tengan una estructura austenítica estable a temperatura ambiente.

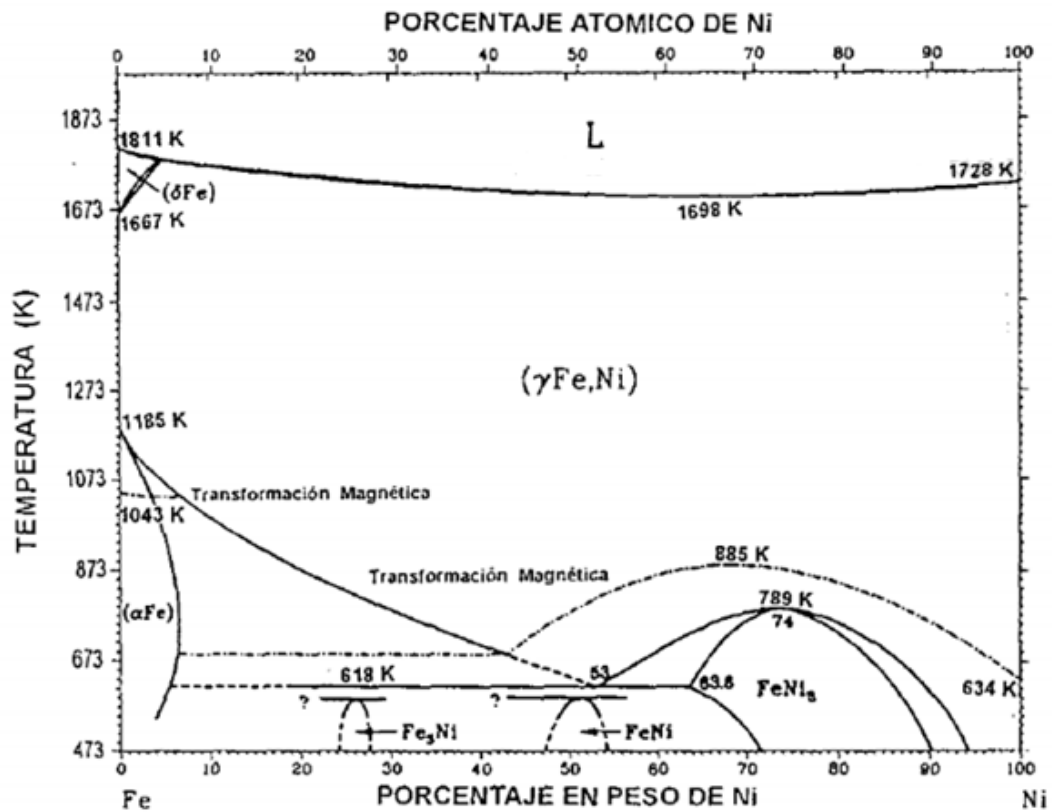


Figura 2.5: Diagrama de equilibrio Fe-Ni.

(Fuente: Sáenz More, José Ernesto B. (1999). Estudio comparativo de la resistencia a la corrosión de aceros inoxidable austeníticos clásicos, de muy bajo contenido en níquel y pulvimetalúrgicos.)

Con el fin de ampliar el estudio y realizar una breve comparación, a continuación se presenta una tabla con propiedades generales de los aceros inoxidables: Austeníticos, Ferríticos y Martensíticos.

Tabla 2.3: Características generales de los aceros inoxidables.

Propiedad	Austeníticos		Ferríticos	Martensíticos
Designación comercial	Serie 200	Cr, Ni, Mn	Serie 400 Cr	Serie 400 Cr, C
	Serie 300	Cr, Ni		

Endurecimiento	<p>Por deformación en frío, pasando su estructura metalográfica a contener martensita.</p> <p>No se endurecer por tratamiento térmico.</p>	No son tratables térmicamente y endurecen poco por deformación.	Por tratamiento térmico llegando sobre 1000°C (austenita). Tiene buena templabilidad incluso en el aire.
Magnetismo	No son magnéticos en estado recocido. Después de endurecidos se vuelven magnéticos	Sí	S i
Resistencia a la corrosión	Excelente, mejor que la de los ferríticos y martensíticos a altas temperaturas. Esta resistencia es superior a la de otros tipos de aceros inoxidable, debido a que el Ni actúa como estabilizante de la capa protectora de óxido.	Buena en estado de recocido.	Buenahasta500°C.
Ventajas	Tienen mayor tenacidad que los ferríticos debido a mayor plasticidad por la estructura cúbica centrada en la cara, y su ductilidad los hace más idóneos para aplicar procesos de soldadura.	Resisten la corrosión inducida por cloruros, pitting, corrosión bajo tensión (cloruro a alta temperatura), por ácidos orgánicos, en medios cáusticos, para la producción de la úrea. Aumentan sus propiedades mecánicas mediante elementos intersticiales como Carbono y Nitrógeno.	Mayor dureza y son utilizados para herramientas, cuchillería, etc.
Soldabilidad	Excelente	Buena. Soldadura frágil por problema de crecimiento de grano (no se puede dar un tratamiento térmico de recristalización).	Buena. Soldadura frágil, tiende a la fisuración. Necesita precalentamiento (200-300°C) y Poscalentamiento de revenido(600°C-750°C).
Temperatura de uso	Temperaturas criogénicas y elevadas hasta aproximadamente los 925°C pero con riesgo de sensibilización.	A 400 y 530°C de exposición se fragilizan.	Luego de realizado el temple es necesario un revenido a 600°C.

Aplicación	<p>Industria química, farmacéutica, aeronáutica, naval, alimenticia, petroquímica y de transporte.</p> <p>Recipientes y cañerías.</p>	<p>Resistencia mecánica 50% mayor que los aceros al carbono.</p> <p>Utensilios de industria química (405,430, 446). Intercambiadores de calor, plantas de procesamiento de petróleo o gas natural.</p>	<p>Álabes de turbinas (410,416). Herramientas quirúrgicas, cojinetes, válvulas (440), equipo químico, aplicaciones aeronáuticas.</p>
Estructura metalográfica	Austeníticos	<p>Formada por austenita en estado recocido. La adición mínima de 8% de Níquel transforma el acero inoxidable en austenítico por ser un estabilizador de esta fase del hierro.</p> <p>La austenita o hierro tiene un sistema de cristalización cúbico centrado en la cara y existe cuando el material se halla entre 910 y 1400°C no sufre transformaciones de fase.</p>	
	Ferríticos	<p>Hasta los 911°C el Hierro cristaliza en una estructura cúbica centrada en el cuerpo, denominada ferrita o hierro. El Cr es formador de Ferrita. Debe limitarse el %C hasta 0,1 para evitar ser martensíticos.</p>	
	Martensíticos	<p>La martensita es un micro constituyente de los aceros templados que se forma por enfriamiento rápido desde la fase austenítica. Se puede obtener martensita enfriando a temperatura ambiente. Esta estructura sobresaturada de Carbono en Hierro se forma en condiciones de no equilibrio.</p> <p>Tienen el mayor contenido de C (0,1% hasta 1%) que los otros aceros y a medida que incrementa el C tiende a cambiar su estructura cristalina de BCC a tetragonal centrada en el cuerpo.</p> <p>Si se desea templarlos es necesario un revenido de alivio de esfuerzos a 600°C, lo que confiere un endurecimiento adicional.</p>	
Conformabilidad	Austeníticos	<p>Excelente</p> <p>La estructura cristalina FCC tiene un alto grado de plasticidad y esto implica que la fase austenítica transmita su tenacidad, reducción en área, y excelente resistencia al impacto aun a bajas temperaturas.</p>	
	Ferríticos	<p>Muy Bueno</p> <p>Es un material dúctil y maleable responsable de la buena forjabilidad de las aleaciones con bajo contenido en Carbono y es ferromagnético hasta los 770°C (temperatura a la que pierde dicha cualidad). La ferrita puede disolver muy pequeñas cantidades de Carbono. Reducciones (85% antes del recocido de recristalización) durante el laminado en frío es una variable en el control de la deformabilidad.</p>	

	Martensíticos	Bajo Alto contenido de Carbono convierte frágil a la estructura, la estructura martensítica después de la cementita es el constituyente más duro de los aceros.
--	----------------------	--

(Fuente: Steeve Leonardo Almeida Maldonado y Cecilia Lizeth Villena Carrasco: Soldadura Fuerte de Acero Inoxidable Austenítico, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL: Quito - Ecuador, 2009.)

2.4.3 ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS

Estos son los aceros inoxidable al cromo-níquel (tipo 3XX) y al cromo-níquel-manganeso (tipo 2XX). Son esencialmente no magnéticos en la condición de recocido y no endurecen por tratamiento térmico. El contenido total de níquel y cromo es de por lo menos 23%. Se pueden trabajar fácilmente en caliente o en frío. El trabajo en frío imparte una amplia variedad de propiedades mecánicas y, en esta condición, el acero puede llegar a ser ligeramente magnético. Son muy resistentes al impacto y difíciles de maquinar. De todos los aceros inoxidable, estos son los que tienen la mejor resistencia a elevadas temperaturas y a la formación de escamas. Su resistencia a la corrosión suele ser mejor que la de los aceros martensíticos o ferríticos.

Debido a que el acero inoxidable se expande un 50% más que el acero al carbono y su conducción de calor es muy inferior, éste tiende a combarse o torcerse al ser soldado. Para evitar tal inconveniente se debe emplear la corriente de soldadura más baja posible o soldar a mayor velocidad. El uso de un respaldo de cobre ayudará mucho a disipar el calor y evitar las distorsiones. Los aceros inoxidable austeníticos, cuando se calientan en el intervalo de 800 a 1500°F, experimentan una migración de cromo, lo que baja su resistencia a la corrosión. Esta se debe a la precipitación, en los linderos de los granos, de películas muy finas de carburos ricos en cromo, que contienen hasta 90% de este metal. Como el cromo procede de la capa de metal inmediatamente adyacente al contorno de los granos, el metal puede sufrir allí una seria baja en su resistencia a la corrosión. Este fenómeno se llama precipitación del

carburo, y el tipo de corrosión que puede ocurrir se llama corrosión intergranular.

Tabla 2.4: Aceros inoxidables al cromo-níquel austeníticos.

AISI	SAE	C	Mn(Max.)	Si(Max.)	Cr	Ni	P(Max.)	S(Max.)	Otros
201		0,15 Max.	5,5-7,5	1,00	16-18	3,5-5,5	0,06	0,03	
202		0,15 Max.	7,5-10	1,00	17-19	4-6	0,06	0,03	N-0,25 (Max.)
301	30301	0,15 Max.	2,00	1,00	16-18	6-8	0,045	0,03	
302	30302	0,15 Max.	2,00	1,00	17-19	8-10		0,03	
302 B		0,15 Max.	1,50	2,0-3,0	17-19	8-10	0,045	0,03	
303	30303F	0,15 Max.	2,00	1,00	17-19	8-10	0,045	0,15 Min	Zr-o Mo-0.60 máx.
303 Se		0,15 Max.	2,00 Máx	1,00	17-19	8-10	0,20 Max. 0,20	0,06	Mo-0,75 (Max.) Cu-0,50 (Max.) Se-0,15 (Min.)
304	30304	0,08 Max.	2,00	1,00	18-20	8-12	0,04	0,03	
304 L		0,03 Max.	1,50	2,00	18-20	8-12	0,04	0,04	

(Fuente: Manual de soldadura Oerlikon. Pág. 125).

Por la precipitación del carburo, o la posibilidad de alabeo o de deformación de la pieza de trabajo, no se recomienda el precalentamiento. Sin embargo, puede requerirse el relevado de esfuerzos para asegurar la estabilidad dimensional. El relevado de esfuerzos puede efectuarse en un amplio intervalo de temperaturas, dependiendo de la magnitud del relajamiento requerido. El tiempo durante el cual se sostienen las temperaturas debe ser de alrededor de una hora por pulgada de espesor de la sección, a temperaturas inferiores a 1200°F. Por el coeficiente de dilatación y la baja conductividad térmica de estos aceros, deben dejarse enfriar en horno. (Manual de Soldadura Oerlikon, 1995, pág. 125).

Los porcentajes estimados de esfuerzo residual relevado a diversas temperaturas para los tiempos previamente indicados son:

1550 a 1650°F 85% de relevado de esfuerzos

1000 a 1200°F 35% de relevado de esfuerzos

2.4.4 SOLDADURA GMAW

La soldadura Gas Metal Arc Welding (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 éste proporcionando la unión de las placas base.

Este método se conoce como proceso de soldadura por arco semiautomático porque el hilo se alimenta automáticamente a una velocidad constante y el soldador mueve la pistola. Durante el proceso, un gas protector protege la soldadura de la atmósfera y evita la oxidación del metal base. El tipo de gas protector utilizado depende del material base que se va a soldar. (Richard, Larry, 2008, pág. 1-2)

Este proceso toma su nombre del hecho de que, originalmente, utilizaba sólo gases inertes para protección, así que se aplicó el nombre de metal inert gas (MIG). Hoy se utilizan muchos gases diferentes. Algunos son inertes y no reactivos con cualquier circunstancia y otros son reactivos y pueden combinarse bajo algunas condiciones (de ahí la otra denominación, MAG, metal active gas). Debido a los cambios en el gas protector, el termino soldadura por arco metálico bajo gas protector, fue adoptado por la American Welding Society para este proceso. (Henry, 2002, pág. 576-578)

Las ventajas de la soldadura GMAW con respecto a la convencional por arco con electrodo son numerosas. Los fabricantes de automóviles, las compañías de seguros, y órganos dependientes del Ministerio de Industria requieren o recomiendan que se use este proceso en casi todas las reparaciones de soldaduras. Las ventajas de la soldadura GMAW son las siguientes:

- Es fácil de aprender. El soldador puede aprender a utilizar el equipo de soldadura GMAW con pocas horas de instrucción y práctica. Puede que se necesite más tiempo para dominar los ajustes del equipo.
- Puede producir soldaduras de mejor calidad, más rápidamente y con

más consistencia que las convencionales de electrodo recubierto.

- Se puede utilizar baja corriente para soldar metales finos.
- Las altas velocidades de soldadura y las bajas corrientes evitan que las áreas adyacentes se dañen debido al calor con pérdida de resistencia y alabeo.
- El pequeño baño de fusión se controla fácilmente.
- Casi todas las carrocerías de automóviles fabricadas con acero se pueden soldar con el sistema GMAW, con un tipo común de hilo para soldar.
- Con GMAW se pueden soldar metales de diferentes espesores utilizando el mismo diámetro de hilo.
- Son fáciles de iniciar en el punto correcto porque el hilo no se energiza hasta que se pulsa el gatillo de la pistola.

2.4.4.1 EFECTO DE LAS VARIABLES EN EL PROCESO DE SOLDADURA GMAW (MIG/MAG)

Las siguientes son algunas de las variables del proceso GMAW que afectan la penetración de la soldadura, la geometría del cordón y la calidad del depósito de soldadura en toda su extensión:

- Corriente de Soldadura (Velocidad de Alimentación)
- Polaridad
- Voltaje de Arco (Longitud de Arco)
- Velocidad de Avance
- Extensión del Alambre
- Orientación del Alambre (Ángulo de Empuje o Ángulo de Arrastre)

El conocimiento y el control de estas variables son esenciales para la producción de soldaduras consistentes y de una calidad satisfactoria. Estas variables no son completamente independientes y el cambio en el valor de alguna de ellas

generalmente requiere un cambio en alguna o en varias de las otras para producir los resultados esperados.

(soldadura.org.ar/index.php?..soldadura...migmag..soldadura.).

2.4.4.2 CORRIENTE DE SOLDADURA

Cuando todas las otras variables se mantienen constantes, el amperaje de soldadura varía con la velocidad de alimentación del electrodo, o la de fusión, en una relación no lineal. Cuando la velocidad de alimentación del electrodo se varíe, el amperaje de soldadura variará en forma similar si se está utilizando una fuente de potencia de voltaje constante.

En los niveles bajos de corriente para cada tamaño de electrodo, la curva es aproximadamente lineal. Sin embargo, en las corrientes de soldadura más altas, particularmente con diámetros de electrodo pequeños, las curvas se vuelven no lineales, incrementándose progresivamente a una rata más alta según se incremente el amperaje de soldadura. Este comportamiento es atribuido a la resistencia calorífica de la extensión del electrodo más allá de la boquilla de contacto.

2.4.4.3 POLARIDAD

El término polaridad se utiliza para describir la conexión eléctrica de la pistola de soldadura con relación a los terminales de una fuente de potencia que produzca corriente continua. Cuando el cable de la pistola se conecta al terminal positivo de la máquina, la polaridad es conocida como corriente directa electrodo positivo (DCEP), también conocida como polaridad invertida. La inmensa mayoría de las aplicaciones en GMAW utilizan polaridad invertida (DCEP). Esta condición proporciona un arco estable, una transferencia suave del metal de soldadura, salpicaduras relativamente bajas, buenas características del cordón de soldadura y una mayor profundidad de la penetración para un amplio rango de corrientes de soldadura.

La polaridad directa; es decir, corriente continua electrodo negativo (DCEN), es raramente utilizada porque la transferencia por spray axial no es posible. Con los

aceros, la transferencia puede ser mejorada adicionando un porcentaje mínimo del 5% de oxígeno al argón de protección (requerido en aleaciones especiales para compensar las pérdidas por oxidación) . En ambos casos, los ratios de deposición se disminuyen, eliminando la única ventaja real de esta polaridad. No obstante, debido a la alta ratio de deposición y a la menor penetración, penetración reducida, la polaridad negativa ha encontrado alguna aplicación en los recubrimientos superficiales.

2.4.4.4 VOLTAJE DE ARCO (LONGITUD DE ARCO)

Los términos Voltaje de Arco y Longitud de Arco son a menudo utilizados indistintamente. La verdad es que estos términos son diferentes aun cuando efectivamente están relacionados. En el proceso GMAW la longitud de arco es una variable crítica que debe ser cuidadosamente controlada. Por ejemplo, en la transferencia por spray con protección de argón, un arco que sea demasiado corto experimenta cortos circuitos momentáneos. Estos cortocircuitos causan fluctuaciones de presión que bombean aire hacia el chorro del arco, produciendo porosidad y pérdida de ductilidad por el nitrógeno absorbido.

La longitud del arco es la variable independiente. El voltaje de arco depende de la longitud del arco así como de muchas otras variables tales como la composición y dimensiones del electrodo, el gas de protección, la técnica de soldadura y, dado que a menudo se mide en la fuente de potencia, incluso de la longitud del cable de soldadura. El voltaje del arco es un medio aproximado de medir la longitud física del arco en términos eléctricos, aunque el voltaje del arco también incluye la caída de voltaje en la extensión del electrodo que sobresale de la boquilla de contacto.

Si todas las variables se mantienen constantes, el voltaje del arco está directamente relacionado con la longitud del arco. Aunque la longitud de arco es la variable de interés y la variable que debería ser controlada, el voltaje es más fácil de monitorear. Los niveles establecidos de voltaje del arco varían dependiendo del tipo de material base, gas de protección y el tipo de transferencia de metal.

A partir de un valor específico del voltaje del arco, un aumento en el voltaje tiende a aplanar el cordón de soldadura e incrementa el ancho de la zona de fusión. Un voltaje excesivamente alto puede causar porosidad, salpicaduras y socavado. La reducción en el voltaje resulta en un cordón de soldadura más angosto con una corona más alta y una penetración más profunda. Un voltaje excesivamente bajo puede causar que el electrodo se dañe.

2.4.4.5 VELOCIDAD DE AVANCE

La velocidad de avance o de desplazamiento es la tasa de movimiento lineal del arco a lo largo de la junta a soldar. Con todas las otras condiciones constantes, la penetración de la soldadura es máxima con una velocidad de avance intermedia. Cuando se reduce la velocidad de avance, se aumenta la deposición del metal de aporte por unidad de longitud. A velocidades muy bajas, el arco de soldadura actúa más en el charco de metal de soldadura que sobre el metal base, con lo que se reduce la penetración efectiva; esta condición también produce un cordón de soldadura más ancho.

En la medida en que se aumenta la velocidad de avance, la cantidad de energía térmica por unidad de longitud de soldadura transferida desde el arco hacia el metal base al principio se aumenta, ya que el arco actúa más directamente sobre el metal base. Con un aumento adicional en la velocidad de avance, se transferirá hacia el metal base menos energía térmica por unidad de longitud de soldadura. Por lo tanto, la fusión del metal base primero se aumenta y luego se disminuye cuando se incrementa la velocidad de avance. Si se aumenta todavía más la velocidad de avance, habrá una tendencia a producir socavado a lo largo de los bordes del cordón de soldadura debido a que hay insuficiente deposición de metal de aporte para llenar el trayecto fundido por el arco.

2.4.4.6 EXTENSIÓN DEL ALAMBRE

La extensión del alambre es la distancia entre el extremo de la boquilla de contacto y la punta del alambre. Cuando se aumenta la extensión del alambre se produce un aumento en su resistencia eléctrica. El calentamiento por resistencia, a

su vez, hace que la temperatura del alambre se eleve, lo que resulta en un pequeño incremento de la tasa de fusión del alambre. En general, la mayor resistencia eléctrica produce una caída de voltaje mayor entre la punta del alambre y la pieza de trabajo. La extensión del alambre deseable está generalmente entre ¼" a ½" (6 a 12 mm) para la transferencia por corto circuito y de ½" a 1" (12 a 25 mm) para la transferencia por spray.

2.4.4.7 ORIENTACIÓN DEL ALAMBRE

Como en todos los procesos de soldadura por arco, la orientación del alambre con respecto a la junta a soldar afecta la forma del cordón de soldadura y la penetración. Este efecto sobre el cordón de soldadura es mayor que el del voltaje de arco o el de la velocidad de avance. La orientación del alambre se describe de dos maneras: primero, por la relación entre el eje del alambre y la dirección de desplazamiento (ángulo de desplazamiento) y segundo, con el ángulo entre el eje del alambre y la superficie de la pieza de trabajo (ángulo de trabajo). Cuando el alambre apunta en la dirección opuesta a la dirección del desplazamiento, la técnica se denomina soldadura de revés con ángulo de arrastre.

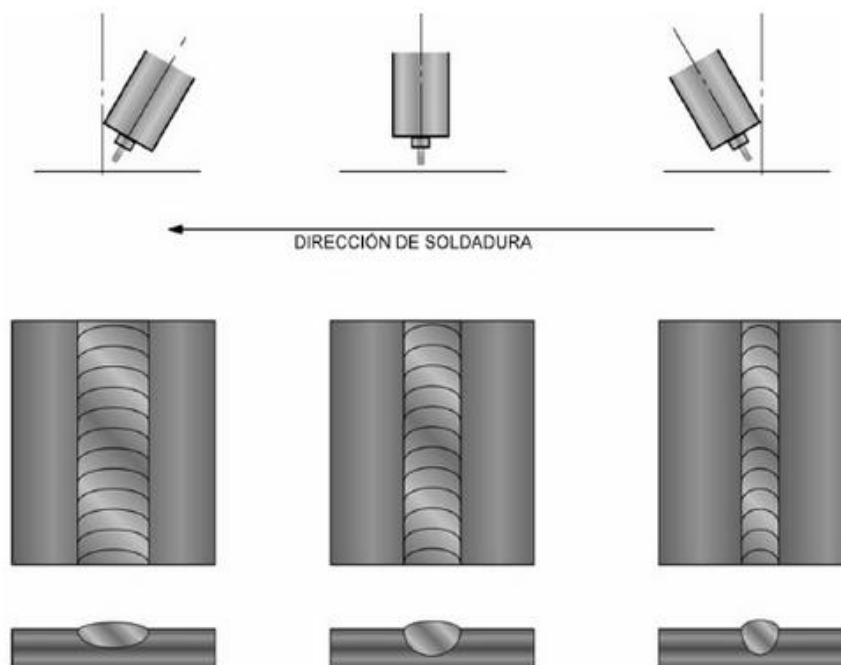


Figura 2. 6: Efecto de la posición del electrodo y de la técnica de soldadura.

(Fuente: [soldadura.org.ar /index.php?...soldadura...migmag...soldadura...](http://soldadura.org.ar/index.php?...soldadura...migmag...soldadura...))

Cuando el alambre apunta en la dirección del desplazamiento, la técnica se conoce como soldadura de derecha o avance con ángulo de empuje. La orientación del alambre y su efecto sobre el ancho y la penetración de la soldadura se ilustran en las Figuras 2.6.

Cuando el electrodo se saca de la perpendicular dándole un ángulo de ataque y con todas las demás condiciones sin alteración, la penetración disminuye y el cordón de soldadura se hace más ancho y plano. La máxima penetración en la posición plana se obtiene con la técnica de arrastre, empleando un ángulo de arrastre de unos 25° con respecto a la perpendicular. Esta técnica también produce un cordón de soldadura más convexo y angosto, un arco más estable y menos salpicaduras sobre la pieza de trabajo. Para todas las posiciones, el ángulo de desplazamiento que generalmente se utiliza es un ángulo de arrastre que esté entre 5° y 15° con el fin de tener un buen control y protección del charco de soldadura. Para algunos materiales, tales como el aluminio, se prefiere una técnica de avance. Esta técnica produce una “acción limpiadora” adelante del metal de soldadura fundido que reduce su tensión superficial y la oxidación del metal base. Cuando se requiere ejecutar soldaduras de filete en la posición horizontal (2F), el electrodo deberá colocarse a unos 45° respecto al miembro vertical (ángulo de trabajo), tal como se ilustra en la Figura 2.7.

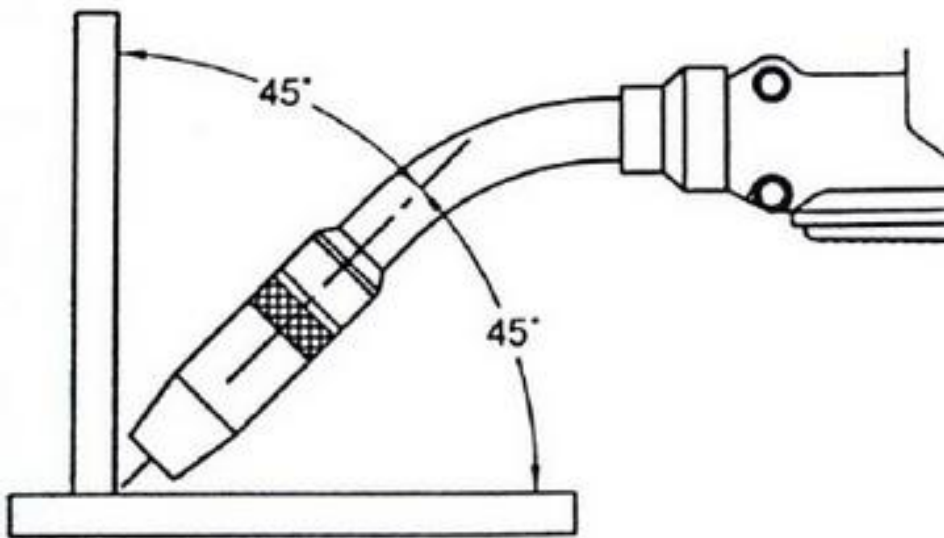


Figura 2.7: Efecto de la posición del electrodo y de la técnica de soldadura.

(Fuente: soldadura.org.ar/index.php?...soldadura...migmag...soldadura...)

2.4.5 ENSAYO DE TRACCIÓN

El ensayo de tracción (Norma utilizada AWS D1.6) de un material consiste en someter a una probeta normalizada realizada con dicho material a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta. En un ensayo de tracción pueden determinarse diversas características de los materiales elásticos:

- Elasticidad o Módulo de Young: cuantifica la proporcionalidad anterior.
- Coeficiente de Poisson: que cuantifica la razón entre el alargamiento longitudinal y el acortamiento de las longitudes transversales a la dirección de la fuerza.
- Límite de proporcionalidad: valor de la tensión por debajo de la cual el alargamiento es proporcional a la carga aplicada.
- Límite de fluencia o límite elástico aparente: Valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la cedencia o fluencia. Este fenómeno tiene lugar en la zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.
- Límite elástico: valor de la tensión a la que se produce un alargamiento prefijado de antemano en función del extensómetro empleado.
- Carga de rotura o resistencia a la máxima resistida por tracción: carga la probeta dividida por la sección inicial de la probeta.
- Alargamiento de rotura: incremento de longitud que ha sufrido la probeta. Se mide entre dos puntos cuya posición está normalizada y se expresa en tanto por ciento.

2.4.6 FUNDAMENTOS DEL METODO TINTAS PENETRANTES.

El método de ensayo no destructivo por líquido penetrante basado en el Principio De Capilaridad de los Líquidos, que permite su penetración y retención en las

aberturas estrechas, tiene un amplio cambio de aplicación en la detección de defectos abiertos a la superficie. El método se distingue de otros métodos de inspección convencionales, porque es prácticamente independiente de la forma o geometría y ubicación de la pieza a examinar, requiere de un equipamiento mínimo (no depende de fuentes de energía) y posee una gran sensibilidad en la detección de fallas.

Primitivamente ya se usaba este sistema de detección de fisuras, que consistía en la penetración de aceite y posterior blanqueo con cal, utilizado en talleres ferroviarios para encontrar fallas de fatiga en componentes de locomotoras y vagones. Este ensayo tenía limitaciones serias en cuanto a su sensibilidad, debido principalmente a las características del líquido usado y a la falta de contraste en las indicaciones, como también el desconocimiento de la mecánica física del sistema en sí.

El fundamento científico del método reside en la capacidad que poseen ciertos líquidos para penetrar y ser retenidos en las fisuras, grietas, poros o aberturas abiertas a la superficie, cuando son aplicadas sobre las mismas. Esta capacidad depende principalmente de 3 propiedades: 1) Mojabilidad o ángulo de contacto líquido y sólido (θ); 2) Tensión superficial (σ); 3) Viscosidad (μ).

1. MOJABILIDAD.

Si tenemos una gota de líquido sobre una superficie sólida, las fuerzas de cohesión y adherencia determinan el ángulo de contacto “ α ” formado por la superficie y la tangente a la superficie del líquido en el punto de intersección de ambas superficies, líquido-sólido. Se pueden presentar los casos siguientes:

- ❖ Si el ángulo $\alpha < 90^\circ$, el líquido moja la superficie y su poder humectante es bueno (por ejemplo, el agua). Figura 2.8 a.
- ❖ Si el ángulo $\alpha = 90^\circ$, el líquido no moja al sólido y su poder humectante es malo. Figura 2.8 b.
- ❖ Si el ángulo $\alpha > 90^\circ$, el líquido no moja al sólido y su poder humectante es muy malo (por ejemplo, el mercurio). Figura 2.8 c.

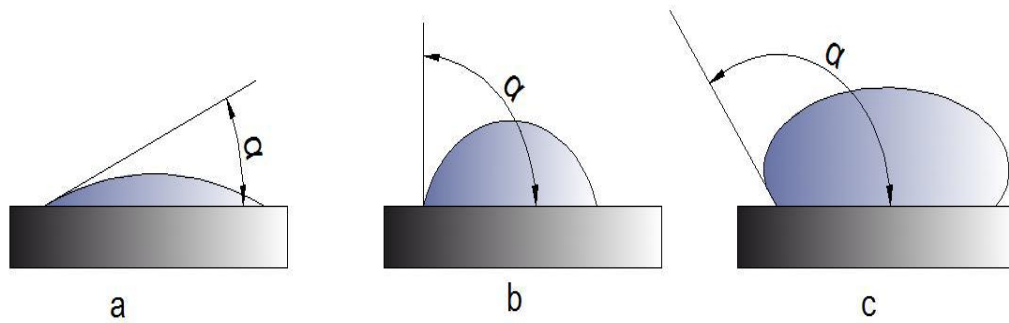


Figura 2.8: Ángulo de contacto y Poder humectante.

(Fuente: ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, 2009. “Ensayos No Destructivos, Líquidos Penetrantes Nivel II”, Editorial Fundación Confemetal. Madrid. España).

2. Tensión Superficial.

Una consecuencia de la fuerza de cohesión es la tensión superficial, que se puede definir como la fuerza por unidad de longitud que se ejerce tangencialmente sobre la superficie de separación entre un líquido y un gas. En la figura, se encuentra en la superficie del líquido y está sometida a la atracción del propio líquido con resultante una fuerza vertical dirigida hacia abajo y una serie de fuerzas superficiales que se compensan como en la Figura 2.9.

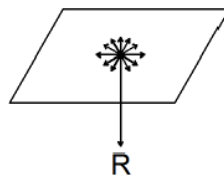


Figura 2.9: Tensión superficial.

(Fuente: ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, 2009. “Ensayos No Destructivos, Líquidos Penetrantes Nivel II”, Editorial Fundación Confemetal. Madrid. España.).

Debido a la tensión superficial, la superficie de los líquidos se comporta como una membrana elástica con una cierta resistencia a la ruptura y así se comprueba la existencia de la tensión superficial en hechos como el que una aguja se mantenga

flotando sobre la superficie del agua, o que algunos insectos puedan caminar sobre la misma.

3. Viscosidad.

Es la resistencia a cambiar de forma: la viscosidad de un líquido caracteriza su resistencia a que una de sus capas avance con relación a otra. Se definen dos tipos de viscosidad:

D = viscosidad dinámica, que se expresa en pascal por segundo (Pa-s), o poises (P).

v = viscosidad cinemática, que es la relación entre la viscosidad dinámica y la densidad del líquido. Se expresa en m^2 / seg , o Stokes (St).

2.4.7 NORMAS DE APLICACIÓN.

2.4.7.1 CONTROL DE CONTAMINANTES.

➤ **De acuerdo con la norma ASME Sección V Artículo 6.**

El usuario de este artículo debe obtener la certificación del contenido de contaminantes para todo material líquido penetrante utilizado en; Aleaciones de base de Níquel, Aceros inoxidables austeníticos y Titanio. Estas certificaciones debe incluir el fabricante del penetrante los números de lote y la prueba de los resultados obtenidos. Estos registros deben ser mantener como requisitos por referencia a la Sección del Código.

2.4.7.2 CLASIFICACIÓN DE PENETRANTES Y MÉTODOS

➤ **De acuerdo a la norma ASTM E 165-02. (Anexo H)**

1. Examen con penetrante visible: utiliza un penetrante que puede ser visto con luz visible. El penetrante es generalmente de color rojo, de tal forma que las indicaciones producen un contraste definido con el color blanco de fondo del revelador. El proceso de penetrante visible no requiere del uso de luz ultravioleta. Sin embargo, las indicaciones del penetrante visible deben ser vistas bajo una adecuada iluminación visible.

2.4.7.3 CLASIFICACIÓN POR MÉTODOS DE EXAMEN Y TIPOS DE PENETRANTES.

Se tienen cuatro métodos:

Tabla 2.5: Clasificación de líquidos penetrantes por el método de remoción.

Tipo I : Examinación con Penetrantes Fluorescentes		
Método A	Lavable con agua	ASTM E 1209
Método B	Post-emulsificable Lipofílico	ASTM E 1208
Método C	Removable con Solvente	ASTM E 1219
Método D	Post-emulsificable Hidrofílico	ASTM E 1210
Tipo II : Examinación con Penetrantes Visibles		
Método A	Lavable con agua	ASTM E 1418
Método C	Removable con Solvente	ASTM E 1220

(Fuente: Norma ASTM E 165-02)

2.4.7.4 PROCESOS DE INSPECCIÓN CON PENETRANTE Y MATERIALES DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 1417-99.

Los penetrantes Tipo II (coloreadas) tienen una simple sensibilidad. No es recomendable mezclar penetrantes y emulsificadores o removedores de distintos fabricantes.

2.4.7.5 SOLVENTES CON REMOVEDOR DEBEN SER DE LAS SIGUIENTES CLASES, SEGÚN ASTM E-1417-99.

- Clase 1, Halogenado.
- Clase 2, No halogenado.
- Clase 3, Aplicación específica.

2.4.7.6 REVELADORES DEBEN SER DE LA SIGUIENTE FORMA, SEGÚN NORMA ASTM E-1417-99.

Forma a: Polvo seco.

Forma b: Soluble en agua.

Forma c: Suspendido en agua.

Forma d: No acuoso para penetrantes fluorescentes.

Forma e: No acuoso para tintas visibles.

Forma f: Aplicación específica.

2.4.7.7 EXAMINACIÓN DEL PENETRANTE VISIBLE SEGÚN NORMA ASTM E 165-02.

➤ Nivel de luz visible

Indicaciones del penetrante visible puede ser examinado en cualquiera de las dos formas con la luz natural o artificial. Adecuada iluminación se requiere para asegurar ninguna pérdida en la sensibilidad del examen. Una intensidad de luz mínima en el sitio del examen es de 100 fc (1000 Lx) es lo recomendado.

Lx (símbolo de lux): Unidad de iluminación (luz blanca).

Luxómetro: Aparato utilizado para la medida de iluminación.

2.4.7.8 MATERIALES Y LIMITACIONES DEL PROCESOS, SEGÚN NORMA E 1417-99.

No todo penetrante de niveles de sensibilidad, materiales y métodos de proceso es aplicable a todos los requisitos del examen. El nivel de sensibilidad debe ser adecuado para el uso previsto del examen. A menos que exista una autorización para la desviación dada por la competente organización de ingeniería, la siguiente selección es obligatoria o prohibida como se indica.

Los reveladores a y b (polvo seco y soluble en agua) no deben ser usados con el sistema penetrante Tipo II. (Colorante visible). Examen penetrante Tipo II no debe ser usado para el examen de aceptación final de productos aeroespaciales. Además, el examen penetrante Tipo II no se utiliza antes de un examen penetrante

Tipo I en la misma superficie. El mantenimiento o examen de revisión de componentes críticos de turbinas debe ser hecho solamente con penetrante Tipo I, métodos c , d y cualquiera de los niveles de sensibilidad 3 o 4 con materiales penetrantes.

2.4.7.9 INTERPRETACIÓN DE DISCONTINUIDADES SEGÚN ASME SECCIÓN V ARTÍCULO 6.

- **Penetrantes visibles.**

Con penetrantes visibles el revelador forma una capa razonablemente uniforme y blanca. Las discontinuidades en la superficie son indicadas por el sangrado del penetrante, el cual normalmente es de un rojo intenso sobre el fondo blanco del revelador. Una coloración ligeramente rosa de las indicaciones puede indicar un lavado en exceso. Una limpieza inadecuada puede dejar un fondo excesivo que haga difícil la interpretación, una adecuada iluminación es requerida para asegurar la sensibilidad durante la inspección y evaluación de las indicaciones.

2.4.7.10 MÉTODOS DE LIMPIEZA RECOMENDADOS SEGÚN NORMA ASTM E 165-02

➤ LIMPIEZA CON SOLVENTE.

Son limpiadores tipo solvente que pueden disolver películas de grasa y aceite, ceras, selladores, pintura y materia orgánica en general.

2.4.7.11 TIEMPO DE PENETRACIÓN.

La norma ASTM E 165 y ASTM E 1220 (Anexo I) proporcionan una guía para la selección del tiempo de penetración:

Tabla 2.6: Distintos tiempos de penetración según el material.

Material	Método de fabricación	Tipo de discontinuidad	Tiempo de permanencia (min) ^A	
			Penetrante ^B	Revelador ^C
Aluminio. Magnesio, Acero, Latón y Bronce, Aleaciones de titanio y resistentes a altas temperaturas	Fundición y Soldaduras	Traslapes, Porosidad, Faltas de Fusión y Grietas	5	10
	Materiales conformados por Extrusión, Forjado o Laminado	Grietas	10	10
Herramientas con puntas de carburo	Todos los métodos	Grietas	5	10
Plástico	Todos los métodos	Grietas	5	10
Vidrio	Todos los métodos	Grietas	5	10
Cerámica	Todos los métodos	Grietas, Porosidad	5	10

(Fuente: ASTM E1220).

A: Temperatura de 16 a 52°C para penetrante visible.

B: Tiempo de penetrante máximo o permanencia 1 hora.

C: El tiempo de revelado se inicia tan pronto como revelador húmedo se ha secado en superficie de las piezas (10 minutos mínimo recomendado).

2.4.7.12 TIEMPO DE REVELADO.

Según la ASME Sección V Artículo 6, el tiempo es de 7 minutos y el máximo 60 minutos, aunque periodos más largos son permitidos. Según la ASTM E 1417-05 proporciona una guía para el tiempo de revelado.

Tabla 2.7: Tiempo de revelado.

Tipo de revelador	Tiempo mínimo y máximo
Sin usar revelador.	10 minutos y 2 horas.
Revelador seco.	10 minutos y 4 horas.
Reveladores no acuosos.	10 minutos y 1 hora.
Reveladores acuosos.	10 minutos y 1 hora.

(Fuente: ASTM E1417-99)

2.4.7.13 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE INSPECCIÓN VISUAL SEGÚN AWS D1.6

Este código contiene los requerimientos para la fabricación y levantamiento de estructuras soldadas. Cuando este código se estipula en contratos, el cumplimiento de todas las condiciones del código deben ser cumplidas, excepto por aquellas en las que el contrato las excluya. El contenido es el siguiente:

- **Requerimientos Generales.** Esta sección contiene información básica en el alcance y limitaciones del código
- **Diseño de Juntas Soldadas.** Esta sección contiene requerimientos para el diseño de juntas soldadas compuestas de productos tubulares o no tubulares.
- **Precalificación.** Esta sección contiene los requerimientos para excluir un WPS de los requerimientos de calificación de este código.
- **Calificación.** Esta sección contiene los requerimientos para la calificación de WPSs y el personal (soldadores, operadores de soldadura) necesarios para el desarrollo del trabajo descrito en el código.

- **Fabricación.** Esta sección contiene los requerimientos para la preparación, ensamble y mano de obra de las estructuras de acero soldadas.
- **Inspección.** Esta sección contiene los criterios para la calificación y responsabilidades de los inspectores, criterios de aceptación para soldadura de producción y procedimientos normados para la realización de inspección visual y END.
- **Soldadura de Botón.** Esta sección contiene los requerimientos para la soldadura de botón en estructuras de Acero inoxidable.

2.4.8 PROCEDIMIENTO DE SOLDEO MIG o MAG

2.4.8.1 SOLDADURA SEMIAUTOMÁTICA MIG o MAG

El método de soldeo por el sistema Metal-Inerte-Gas (MIG) o Metal-Activo-Gas (MAG) viene a ser como un mejoramiento de la soldadura por el sistema Tungsten Inert Gas (TIG) de electrodo de tungsteno no consumible, el cual fue sustituido por el hilo consumible, el hilo va siempre o casi siempre conectado al polo positivo y éste se alimenta con una corriente continua. El arco que salta entre el extremo del hilo y la pieza a soldar puede ser protegido por un gas inerte, como argón, helio, etc. En este sistema de soldeo no se usa la corriente alterna, pues su aportación es menor y el arco más inestable, y, como ya se ha dicho anteriormente, el hilo o pistola debe ir conectado al polo positivo (+). En casos especiales también se puede conectar la pistola o hilo al polo negativo (—). Esto se hace cuando se quiere aumentar el coeficiente de fusión o que disminuya la penetración del metal depositado, como ocurre en la soldadura de recargues. (Rivas, 2008, pág. 320-329)

2.4.8.2 SISTEMA MIG

El proceso es definido por la American Welding Society (AWS) como un proceso de soldadura al arco, donde la fusión se produce por calentamiento con un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo y la pieza, donde la protección del

arco se obtiene de un gas suministrado en forma externa, el cual protege el metal líquido de la contaminación atmosférica y ayuda a estabilizar el arco.

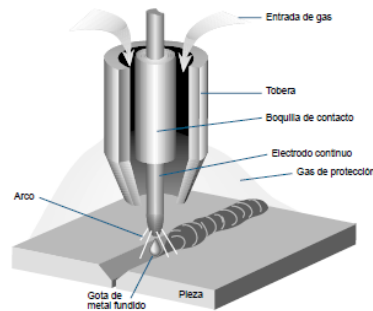


Figura 2.10: Soldadura por sistema MIG.

(Fuente: Catalogo de indura. Pág. 74).

En el sistema MIG, un sistema de alimentación impulsa en forma automática y a velocidad predeterminada el alambre-electrodo hacia el trabajo o baño de fusión, mientras la pistola de soldadura se posiciona a un ángulo adecuado y se mantiene una distancia tobera-pieza, generalmente de 10 mm. El voltaje, amperaje y tipo de gas de protección, determinan la manera en la cual se transfiere el metal desde el alambre-electrodo al baño de soldadura. Para comprender mejor la naturaleza de estas formas de transferencia en el sistema MIG, a continuación lo detalla. (Catálogo de indura, pág. 74-77).

2.4.8.3 TRANSFERENCIA METÁLICA

En soldadura MIG, las gotas de metal fundido son transferidas a través del arco, desde un alambre-electrodo alimentado continuamente, a la zona de soldadura.

Zona A: A valores bajos de amperaje, las gotas crecen a un diámetro que es varias veces el diámetro del electrodo antes que éstas se separen. La velocidad de transferencia a bajos amperajes es sólo de varias gotas por segundo.

Zona B: A valores intermedios de amperaje, el tamaño de las gotas separadas decrece rápidamente a un tamaño que es igual o menor que el diámetro del electrodo, y la velocidad de separación aumenta a varios cientos por segundo.

Zona C: A valores altos de amperaje, la velocidad de separación aumenta a medida que se incrementa la corriente, las gotas son bastante pequeñas.

Existen tres formas de transferencia metálica:

1. Transferencia “Spray” o de Rocío.

El metal es transportado a alta velocidad en partículas muy finas a través del arco. La fuerza electromagnética es bastante fuerte para expulsar las gotas desde la punta del electrodo en forma lineal con el eje del electrodo, sin importar la dirección a la cual el electrodo está apuntando. Se tiene transferencia Spray al soldar, con Argón, acero inoxidable y metales no ferrosos como el aluminio.

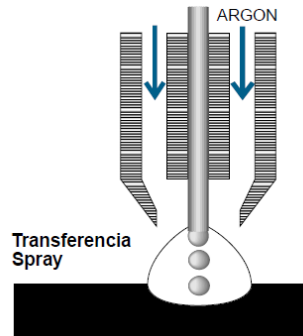


Figura 2.11: Transferencia Spray.

(Fuente: Catálogo de indura. Pág. 76).

2. Transferencia “Globular”.

El metal se transfiere en gotas de gran tamaño. La separación de las gotas ocurre cuando el peso de éstas excede la tensión superficial que tiende a sujetarlas en la punta del electrodo. La fuerza electromagnética que actuaría en una dirección para separar la gota, es pequeña en relación a la fuerza de gravedad en el rango de transferencia globular (sobre 250 Amps.). La transferencia globular se utiliza para soldar acero dulce en espesores mayores a 1/2" (12,7 mm.), en que se requiere gran penetración.

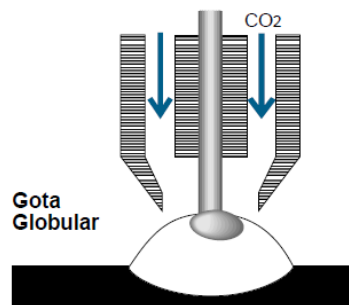


Figura 2.12: Transferencia Globular.

(Fuente: Catálogo de indura. Pág. 76).

3. Transferencia en “Corto-Circuito”.

El metal no es transferido libremente a través del arco, sino que se deposita, cuando la punta del electrodo toca el metal base. Los cortos circuitos producidos por el contacto del electrodo con el baño fundido, ocurren con mucha regularidad, hasta 200 o más veces por segundo. El resultado final es un arco muy estable usando baja energía (inferior a 250 Amps.) y bajo calor. El bajo calor reduce a un mínimo la distorsión, deformación del metal y otros efectos metalúrgicos perjudiciales. Esta transferencia metálica se obtiene en presencia de dióxido de carbono (CO₂) o Indurmig (Ar-CO₂).

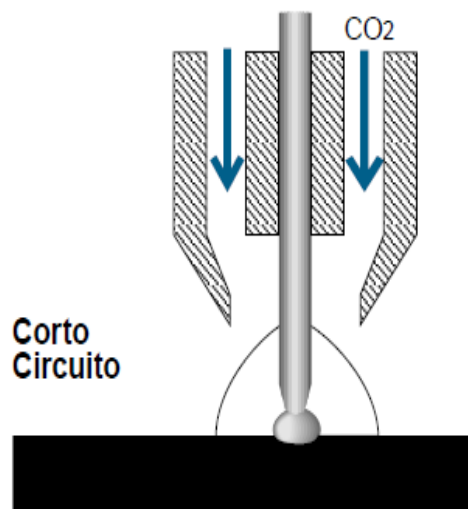


Figura 2.13: Transferencia por corto circuito.

(Fuente: Catálogo de indura. Pág. 77).

2.4.9 DISEÑO DE LAS JUNTAS

El diseño de juntas utilizadas para acero inoxidable, es similar a las de los aceros ordinarios. El diseño de junta seleccionada debe producir una soldadura de resistencia apropiada y desempeño en servicio, manteniendo bajos los costos. (<http://www.cientificosaficionados.com/librossolinox1.pdf>)

El diseño de juntas típico para la soldadura de chapas y planchas se muestra en la Figura 2.14 (1-1 a 1-5). El diseño típico para juntas de tubos con soldadura MIG, ya sea con o sin insertos consumibles, se muestran en las figuras 2.14 (1-6 y 1-7).

Figura 1-1: Junta para soldadura a tope de chapas

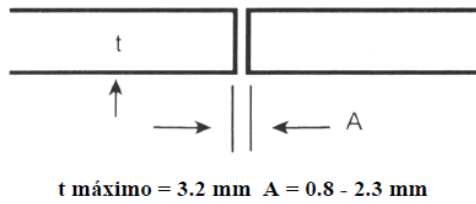


Figura 1-2: Junta en "V" para chapas y placas

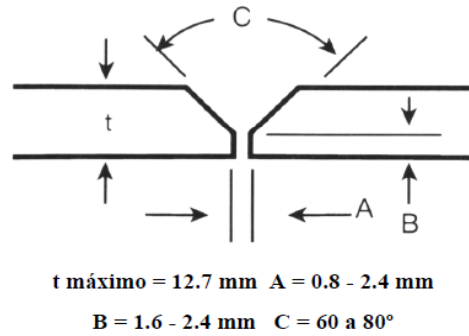


Figura 1-3: Junta doble "V" para placas

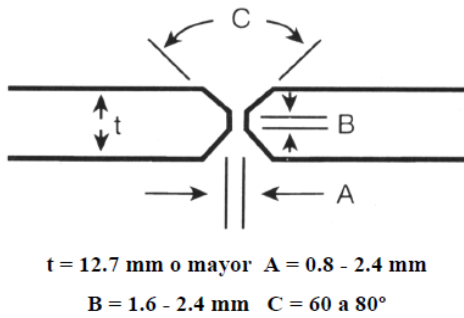


Figura 1-4: Junta "U" para placas

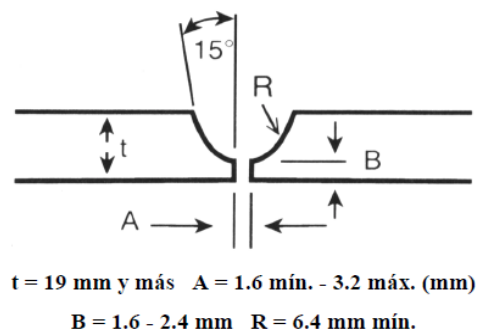


Figura 1-5: Junta doble "U" para placas

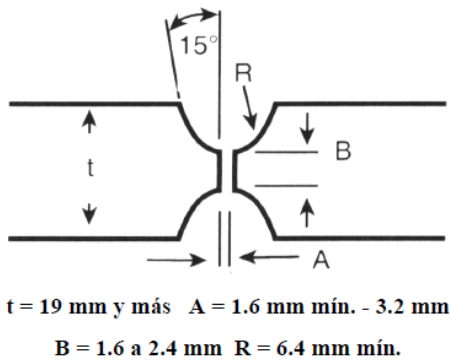


Figura 1-6: Junta para caños con inserto consumible

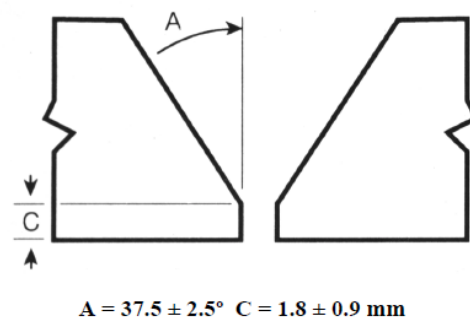
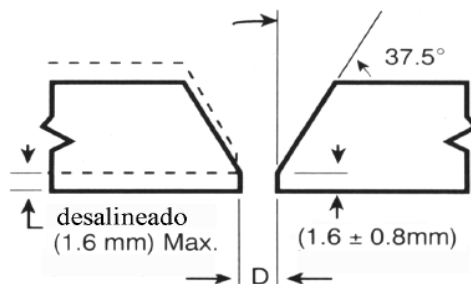


Figura 1-7: Junta para caño sin inserto consumible



D < diámetro del metal de aporte

D > diámetro del metal de aporte para el método de alimentación continua

Figura 2.14: Diseño de juntas.

(Fuente: <http://www.científicosaficionados.com/librossolinox1.pdf>)

Tabla 2.8: Métodos de corte de Acero Inoxidable.

Método	Espesor	comentario
Guillotina	Laminas, cintas, placas finas	Preparar el borde expuesto al ambiente para eliminar rendijas
Corte por sierra y abrasivo	Amplio rango de espesores	Eliminar lubricantes o líquidos de corte antes de la soldadura o tratamiento térmico
Maquinado	Amplio rango de formas	Eliminar lubricantes o líquidos de corte antes de la soldadura o tratamiento térmico
Corte con arco de plasma	Amplio rango de espesores	Amolar las superficies cortadas para limpiar el metal
Corte con polvo metálico	Amplio rango de espesores	Corte menos preciso que con plasma, se deben eliminar todas las escorias
Corte por arco de grafito	Usado para acanalar la parte de atrás de soldaduras y cortar formas irregulares	Amolar las superficies cortadas para limpiar el metal

(Fuente:<http://www.científicosaficionados.com/librossolinox1.pdf>).

2.4.10 SELECCIÓN DE ELECTRODOS PARA ACERO INOXIDABLE

2.4.10.1 DIAGRAMA DE SCHAEFFLER

El Diagrama Schaeffler se usa principalmente para predecir la estructura del metal de soldadura obtenido en la unión de aceros inoxidable disímiles, o de aceros inoxidable con aceros al carbono, con o sin aleación. Para su empleo se parte del cromo y el níquel equivalente del material base y electrodos. Estos se calculan a partir de las fórmulas dadas a continuación, para luego graficarlas en el diagrama I.

Cromo equivalente: $\% \text{Cr} + \text{Mo} + 1.5 \times \% \text{Si} + 0.5 \times \% \text{Nb}$

Níquel equivalente: $\% \text{Ni} + 30 \times \% \text{C} + 0.5 \times \% \text{Mn}$.

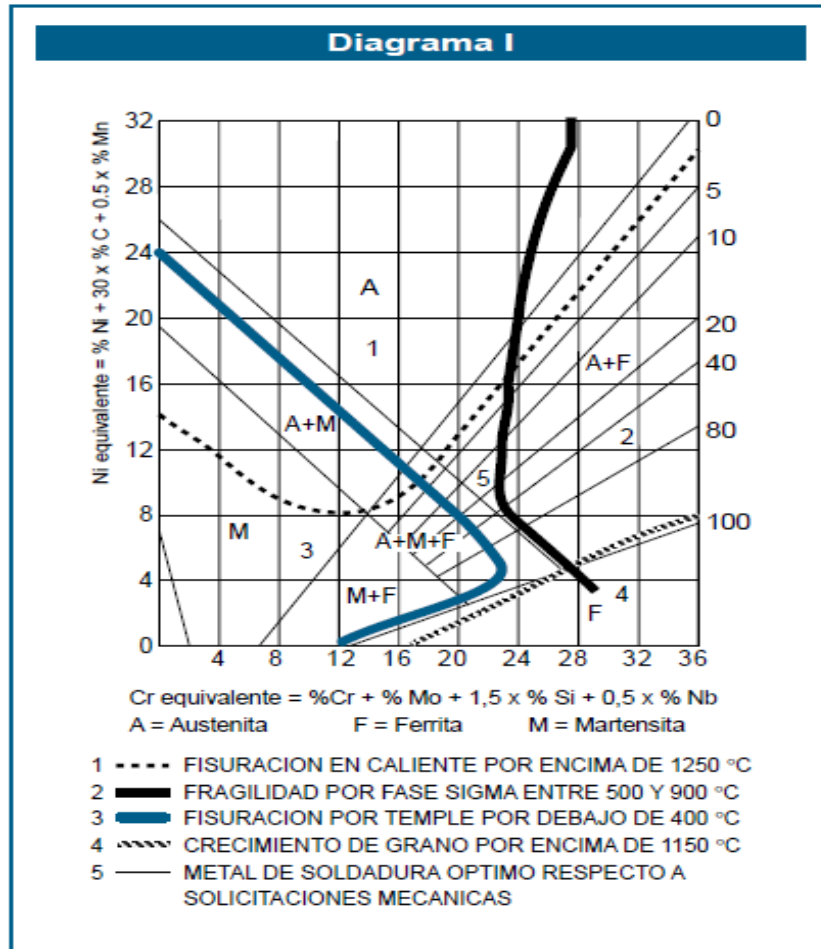


Figura 2.15: Diagrama de Schaeffler.

(Fuente: Catálogo de indura. Pág. 49).

2.4.11 SOLDADURA

Soldadura es un procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión o una combinación de ambos, con o sin el aporte de otro metal, llamado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que han de soldar. (<http://www.slideshare.net/NsBoy/soldaduras-presentation>).

Metalurgia de la soldadura: En la soldadura convencional, en que tiene lugar la fusión del metal, el calor del sistema de soldar se desarrolla en una zona muy localizada y crea un gradiente elevado de temperatura. Parte del metal a soldar se funde y origina el metal líquido que formará el cordón. La soldadura por fusión

crea ciclos de calentamiento y de enfriamiento en el metal base, adyacente al cordón, y los efectos dependerán de la naturaleza del metal soldado y de las condiciones de la operación. El metal del cordón se sobrecalienta siempre algo en todos los procesos; la cantidad de calor que cede al metal adyacente dependerá del proceso, velocidad de calentamiento y conductividad térmica del metal soldado. Al soldar con arco (tanto MIG como TIG) un metal de buena conductividad térmica como el cobre, no se producirá un gradiente grande de temperatura como ocurre con el acero, que es menos conductor. (Molera, 1992, pág. 11).

2.4.12 MATERIALES

Materiales metálicos. Podemos encontrar como materiales metálicos los metales y sus aleaciones, como también sustancias inorgánicas que están constituidas por uno o más elementos metálicos; por ejemplo: hierro cobre, aluminio, níquel y titanio. Es importante tener en cuenta que el carbono es un elemento no metálico. Los metales tienen muchas características pero las más importantes son: buena conductividad eléctrica y térmica, opacidad, brillo, fusibilidad, plasticidad, dureza, etc. Ahora bien, podemos subdividir a los materiales metálicos en dos grupos importantes: los ferrosos y los no ferrosos. (<http://www.arqhys.com/construccion/metalicos-materiales.html>).

Materiales metálicos.

Son combinaciones de elementos que disponen de muchos electrones deslocalizados, que no tienen bien definida su posición, en la llamada banda de conducción. Conducen bien el calor y la electricidad. Son opacos a la luz visible. Son resistentes y deformables. (González, Mancini, 2005, pág. 7)

➤ ELABORACIÓN DE LA PROBETA.

Para la elaboración de las probetas, de las placas, la deformación producida por la dilatación de la ZAC no es de mayor importancia, ya que lo que realizaremos es el control de la calidad de la soldadura, observando el tipo de defecto que presenta la soldadura. Las posiciones en que se realizó el ensayo son:

Tabla 2.9: Posición de Soldadura de Probetas para el ensayo.

TIPO DE UNIÓN	POSICIÓN DE SOLDADURA	CANTIDAD
UNION A TOPE	1G PLANA	12

(Fuente: Autor).

2.4.12.1 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

➤ INSPECCIÓN VISUAL ASME V, ARTICULO 9

Al igual que en la aplicación de otros métodos de ensayo no destructivo, refiriéndonos al código ASME, el examen visual debe ser realizados en base a procedimientos escritos de normas. Primeramente se verificó los materiales de aporte, a su vez se certifica que los materiales a utilizar como el alambre, cumplen con los parámetros de calidad necesarios para dicha función.

Se verificó los materiales a los cuales se les realizara la inspección a su vez se verifica la calidad de acabado, alineaciones y limpieza requerida aplicando correspondientemente el procedimiento. Observando el depósito de los cordones en las diferentes uniones realizadas. Al finalizar el proceso de soldadura, se verifica las uniones en cuanto al aspecto requerido y normas de calidad, a su vez se intenta descubrir imperfecciones tales como mordeduras, salpicaduras, grietas, rugosidades y el material de aporte en exceso.

2.4.12.2 ENSAYOS DESTRUCTIVOS

➤ ENSAYO DE TRACCIÓN

Realizado en las probetas correspondientes, bajo la norma AWS D1.6



Figura 2.16: Probetas para ensayo de tracción, acero AISI 304.

(Fuente: Autor).

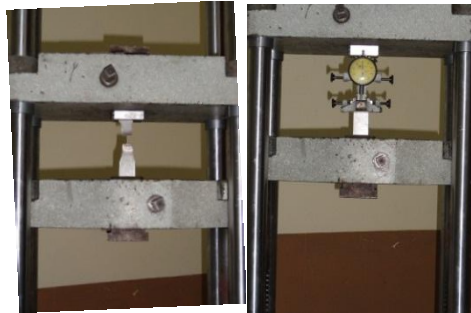


Figura 2.17: Probeta en la maquina universal, antes y después del ensayo.

(Fuente: Autor).

➤ ENSAYO DE DUREZA

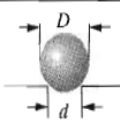

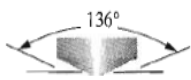

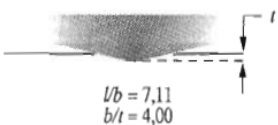
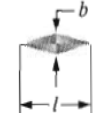
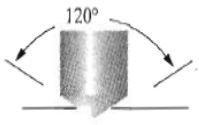

Se define como dureza a la resistencia de un material ha ser penetrado (deformación plástica permanente) o rayado. Para este ensayo mecánico se tienen diferentes variantes, como dureza al rayado, dureza por indentación y dureza dinámica; en esta última, el indentador se deja caer por lo común en la superficie del material, y la dureza se expresa como energía de impacto. Para determinar la dureza se utilizó un durómetro del Laboratorio de Materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, con escala de dureza Rockwell B (HRB) con esfera de 1/16", carga de 980 N y utilizando la norma ASTM E-18.

➤ Dureza Rockwell

El ensayo de dureza se lo realiza en cualquiera de las escalas Rockwell dependiendo del material que se vaya a ensayar y del tipo de durómetro con el que se cuente.

Ahora se va a describir el proceso que se debe seguir mediante la escala Rockwell B, para la cual se utiliza un indentador esférico de 1/16 pulgada, una carga de 980 N y utilizando la norma ASTM E-18. Se realiza el ensayo en esta escala debido a que la lectura de la dureza se la obtiene directamente en la pantalla del durómetro con lo que se reduce el tiempo del ensayo, empleando aproximadamente 4 min.

Tabla 2.10: Técnicas de ensayo de dureza.

Tabla 6.4 Técnicas de ensayo de dureza		Forma del penetrador		Carga	Fórmula para el número de dureza ^a
Ensayo*	Penetrador	Vista lateral	Vista superior		
Brinell	Esfera de 10mm de acero o de carburo de tungsteno			P	$HB = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$
Microdureza Vickers	Pirámide de diamante			P	$HV = 1,854P/d_1^2$
Microdureza Knoop	Pirámide de diamante			P	$HK = 14,2P/l^2$
Rockwell y Rockwell superficial	<ul style="list-style-type: none"> Cono de diamante Esferas de acero de $\frac{1}{16}, \frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$ pulgadas de diámetro 			<ul style="list-style-type: none"> 60 kg 100 kg 150 kg 	<ul style="list-style-type: none"> Rockwell <ul style="list-style-type: none"> 15 kg 30 kg 45 kg

(Fuente: William D. Callister. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Editorial Reverte S.A. México. Pág. 137)

El ensayo de dureza se se lo realiza de la siguiente manera: colocar el indentador en el durómetro, posteriormente seleccionar la carga requerida para la escala Rockwell B, colocar la probeta en la mesa del durómetro, a continuación se eleva la mesa del durómetro hasta hacer coincidir la superficie de la probeta con el indentador, calibrar el durómetro en el número 100 de la escala de la izquierda de

la pantalla, aplicar la precarga, se espera que estabilice el durómetro, aplicar la carga y se procede a leer la dureza al lado derecho de la pantalla, esto se lo realiza en un tiempo aproximado de 4 minutos. Los penetradores son bolas esféricas de acero endurecido que tienen diámetros de 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 pulg. y un penetrador cónico de diamante el cual se utiliza para los materiales más duros.

2.4.13 INGENIERÍA MECÁNICA

Ingeniería mecánica es la aplicación de los principios físicos para la creación de dispositivos útiles, como objetos y máquinas. Los ingenieros mecánicos usan principios como el calor, la fuerza y la conservación de la masa y la energía para analizar sistemas físicos estáticos y dinámicos, contribuyendo a diseñar objetos como automóviles, aviones y otros vehículos. También los sistemas de enfriamiento y calentamiento, equipos industriales y maquinaria de guerra pertenecen a esta rama de la ingeniería.

(<http://www.universidadperu.com/ingenieria-mecanica-peru.php>).

2.4.14 INCIDENCIA EN LA DEFECTOLOGÍA

En Ensayos no Destructivos se escucha hablar de "defectos" y/o discontinuidades". Qué diferencia hay entre uno y otro?. Se acuerda que cualquier indicación encontrada es llamada "discontinuidad " hasta que se pueda identificar y evaluar el efecto que puede tener sobre la pieza en servicio. Si, de acuerdo a esto, la " discontinuidad" es inaceptable con arreglo a un criterio de especificaciones, será un "defecto", ahora, si esa discontinuidad no afecta el rendimiento de la pieza en el servicio al que se destina, se deberá llamar simplemente "discontinuidad". De esto se deduce que un defecto siempre es una discontinuidad pero no siempre una discontinuidad es un defecto. Un ejemplo de discontinuidad se podría encontrar en la indicación, por medio de ultrasonido, que da un chavetero o el mismo eco de fondo de la pieza si lo hay. ([www.sistendca.com/DOCUMENTOS/Defectologia\[1\].pdf](http://www.sistendca.com/DOCUMENTOS/Defectologia[1].pdf))

2.4.15 TIPOS DE CORROSIÓN DE LOS ACEROS INOXIDABLES OCASIONADOS POR PROCESO DE SOLDADURA

Los aceros inoxidable austeníticos son seleccionados por su alta resistencia a la corrosión, a elevadas temperaturas las tasas de corrosión aumentan y se produce pérdida de material en el tiempo. Varios factores pueden influir para producir corrosión ya sea ésta general, por picadura, inter granular, bajo tensión, por hendidura, galvánica, etc. La sensibilidad a la corrosión puede aumentar debido a los cambios metalúrgicos combinados con los esfuerzos residuales provocados por procesos de soldadura por esta razón debe darse un especial cuidado al aplicar soldadura en los aceros inoxidable porque un resultado no deseable puede ocasionar corrosión intergranular o corrosión bajo tensión.

2.4.15.1 CORROSIÓN INTERGRANULAR

La corrosión intergranular es un ataque de corrosión localizada y/o adyacente a los límites de grano de una aleación. En condiciones ordinarias si un metal se corroe uniformemente, los límites de grano serán sólo ligeramente más reactivos que la matriz. Pero, bajo otras condiciones las regiones de límites de grano pueden ser muy reactivas, dando lugar a una corrosión intergranular que cause pérdidas de resistencia en la aleación e incluso una disgregación en los límites de grano. Sin embargo, uno de los ejemplos más importantes de corrosión intergranular acontece en algunos aceros inoxidable austeníticos (18 % de Cr y 8 % de Ni en peso) cuando son calentados y enfriados lentamente en el intervalo de temperaturas de 500 a 800 °C. En este intervalo de temperaturas pueden precipitar carburos de cromo en los límites de grano (Cr_{23}C_6), como se muestra en la Figura 2.18a. Cuando se forman carburos de cromo en los límites de grano en aceros inoxidable austeníticos, se dice que estas aleaciones están bajo condiciones de sensibilidad por corrosión intergranular.

Si un acero inoxidable austenítico (18 % Cr y 8 % de Ni) contiene más del

orden de 0,02 % de carbono, pueden precipitar carburos de cromo en los límites de grano de la aleación si se calienta dentro del intervalo de 500 a 800 °C durante un tiempo suficientemente grande. El tipo 304 es un acero inoxidable austenítico de 18 % Cr-8 % Ni y del orden de 0,06 a 0,08 % de carbono. Por tanto, si esta aleación se calienta en el intervalo 500-800 °C durante un tiempo suficiente está dentro de la región de condición de sensibilidad y son susceptibles de corrosión intergranular. Entonces, por ejemplo, el acero inoxidable 304 en la condición de sensibilidad expuesto a un ambiente corrosivo puede ser severamente atacado por corrosión en los límites de grano. Estas áreas se comportarán como anódicas con respecto al resto de las partículas de grano que actuarán como cátodos. La Figura 2.18b lo muestra esquemáticamente.

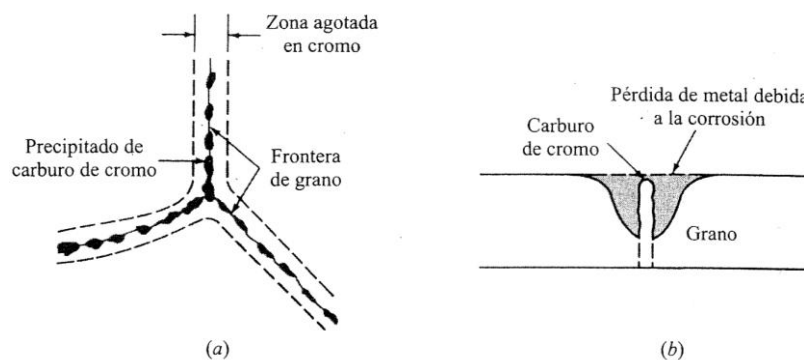


Figura 2.18. (a) Representación esquemática de la precipitación de carburo de cromo en la frontera de grano de un acero inoxidable 304 sensibilizado. (b) Sección transversal de la frontera de grano mostrando el ataque corrosivo intergranular adyacente a las fronteras de grano.

(Fuente: William F. Smith. (1998). Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. (Traducido por: Alicia Larena Pellejero). 3^{ra} Edición. Mc Graw Hill. México. Pág.622).

El fallo de la soldadura que se produce en el acero inoxidable 304 o en otras aleaciones similares puede ocurrir por el mismo mecanismo de precipitación de carburo de cromo descrito antes. Este tipo de fallos en soldadura se conoce como deterioro por soldadura y se caracteriza porque la zona de deterioro por soldadura está algo desplazada con respecto a la línea central de la soldadura. Si una unión de soldadura está en la condición de sensibilidad y no se

calienta posteriormente para redissolver los carburos de cromo puede sufrir corrosión intergranular al estar expuesto a un ambiente corrosivo y la soldadura podría romperse. La corrosión intergranular de aceros inoxidable austeníticos puede ser controlada por los siguientes métodos:

1. Por tratamiento después de soldar mediante un líquido a alta temperatura. Calentando la soldadura de 500 a 800 °C y después enfriando con agua, los carburos de cromo pueden ser redissueltos y volver a la solución sólida.
2. Por adición de un elemento que pueda combinarse con el carbono del acero para que no pueda formarse el carburo de cromo. Por ejemplo, se adiciona niobio y titanio a las aleaciones 347 y 321, respectivamente. Estos elementos tienen mayor afinidad por el cromo que el carbono. Se dice en estos casos que las aleaciones están en condición de estabilidad.
3. Bajando el contenido en carbono hasta el 0,03 % en peso o menos para que no puedan precipitarse cantidades significativas de carburos de cromo. El acero inoxidable tipo 304L, por ejemplo, tiene un contenido en carbono inferior a este nivel. (William, 1998, pág. 621-622).

2.4.15.2 CORROSIÓN BAJO TENSION

La corrosión bajo tensión es un fenómeno por el cual un sólido, expuesto a la acción de ciertos medios corrosivos, se fractura a valores de tensión muy inferiores a los de diseño. Se presenta como resultado de la acción simultánea del medio corrosivo y de las tensiones mecánicas. Si se elimina alguno de estos dos componentes, medio corrosivo o tensiones mecánicas, la fisuración por corrosión bajo tensión se detiene. Se definen las condiciones necesarias, pero no suficientes, para producir corrosión bajo tensión. La presencia de tensiones de tracción y de un medio ambiente agresivo no son condiciones suficientes para que la fisuración del metal se presente. Este tipo de corrosión depende también de los diseños de soldadura o condiciones que provoquen altos esfuerzos residuales o concentradores de esfuerzos.

Con mayor frecuencia este tipo de fisuración se desarrolla en medios con soluciones cloruradas. (www.gef.es/Congresos/18/pdf/GalveleIMP.pdf).

2.4.15.3 CORROSIÓN GALVÁNICA

La corrosión galvánica ejerce una acción localizada que puede sobrevenir cuando una junta de unión entre dos metales disimilares está sumergida en una solución que puede obrar como electrolito. En un medio corrosivo, los dos metales diferentes forman unos electrodos corto circuitados y constituyen una celda electroquímica. De ello resulta la disolución del electrodo anódico, mientras que el cátodo permanece inalterable. El potencial variará según la posición ocupada por los metales y aleaciones en el cuadro de las series galvánicas que se acompaña. (<http://www.inoxidable.com/corrosion.htm>).

2.4.15.4 CORROSIÓN POR PICADURA

Esta forma de corrosión es muy destructiva para las estructuras de ingeniería si causa la perforación del metal. Sin embargo, si no tiene lugar la perforación, suele ser aceptable una mínima picadura en los equipos de ingeniería. La picadura es a menudo difícil de detectar porque los pequeños agujeros causados por la picadura pueden cubrirse con los productos de la corrosión. (William, 1998, pág. 621-622).

2.4.15.5 DAÑO POR CAVITACIÓN

Este tipo de corrosión erosiva es causado por la formación e impulsión de burbujas de aire o cavidades llenas de vapor en un líquido que se encuentra cerca de la superficie metálica. La cavitación ocurre en la superficie del metal donde el líquido fluye a alta velocidad y existen cambios de presión tal y como acontece en impulsores y propulsores. Los cálculos indican que la rápida impulsión de burbujas de vapor puede producir presiones localizadas de hasta 60.000 psi. Con repetidas impulsiones de burbujas de vapor puede producirse un daño considerable en una superficie metálica. La cavitación puede aumentar la velocidad de corrosión y originar desgastes superficiales

por separación de las películas de la superficie y arrancando partículas de metal. (William, 1998, pág. 621-622).

2.4.15.6 CORROSIÓN POR CONTACTO

En el acero inoxidable si se incrusta una diminuta partícula de acero al carbono, una escama de óxido, cobre u otra sustancia extraña, puede ser motivo suficiente para destruir la pasividad en el punto de contacto. La partícula extraña actúa como ánodo. La acción electroquímica disuelve lo contaminado e iones de hidrógeno se liberan haciendo que el acero inoxidable se vuelva activo en ese punto. La acción de picado puede proseguir después de haber sido eliminada la partícula extraña (se ha constituido una celda activa-pasiva).

2.4.15.7 CORROSIÓN POR FATIGA

Los esfuerzos aplicados o tensiones residuales combinados con agentes ligeramente corrosivos sobre cualquier metal o aleación pueden agrietar o quebrar al mismo. Las soluciones de cloruro son muy perjudiciales al provocar el agrietamiento de los aceros inoxidables austeníticos.

Son muy susceptibles las piezas que han estado sometidas a un fuerte trabajo en frío, pero el acero recocido puede también agrietarse cuando se lo somete a condiciones difíciles (el agrietamiento se produce fácilmente en soluciones calientes que en frías).

2.4.16 ENSAYO DE MATERIALES

Se denomina ensayo de materiales a toda prueba cuyo fin es determinar las propiedades mecánicas de un material. Los ensayos de materiales pueden ser de dos tipos, ensayos destructivos y ensayos no destructivos. Estos últimos permiten realizar la inspección sin perjudicar el posterior empleo del producto, por lo que permiten inspeccionar la totalidad de la producción si fuera necesario. (http://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_de_materiales)

2.4.17 PROBLEMAS DE METALURGIA

Ciencia aplicada cuyo objeto es el estudio de las operaciones industriales tendientes a la preparación, tratamiento (físico y/o químico) y producción de metales y sus aleaciones. En términos generales, la técnica metalúrgica comprende las siguientes fases: Obtención del metal a partir de uno de sus minerales (mena) Afino o purificación del metal. Preparación de aleaciones. Tratamientos mecánicos, térmicos o termoquímicos para su mejor utilización.

(<http://www.mitecnologico.com/im/Main/ConceptoDeMetalurgia>).

2.4.18 INGENIERÍA DE MATERIALES

La disciplina ciencia de los materiales implica investigar la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales. Por el contrario, la ingeniería de los materiales se fundamenta en las relaciones propiedades-estructura y diseña o proyecta la estructura de un material para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades. En este texto se hace hincapié en las relaciones existentes entre las propiedades de los materiales y sus elementos estructurales.

2.5 HIPÓTESIS

Ho = El análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW reducirá el grado de defectología.

H1 = El análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW no reducirá el grado de defectología.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable Independiente: variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW.

Variable Dependiente: grado de defectología.

2.6.1 TERMINO DE RELACIÓN

Reducirá

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

La investigación tendrá un enfoque cualitativo porque busca las diferentes causas del problema y además la explicación de los hechos que son objeto de estudio, esta investigación tiene por objetivo comprobar la hipótesis mediante el análisis y ensayos, para luego analizar los resultados mediante la interpretación así poner énfasis en los mismos, los ensayos a realizar tanto de tracción como el de dureza, el primer ensayo se lo realizó en la máquina universal, obteniéndose la curva de esfuerzo deformación, muy útil para conocer el comportamiento del material, necesarios para comprobar las propiedades del acero inoxidable AISI 304, después de soldar mediante el proceso GMAW(MIG).

El segundo ensayo se lo hizo mediante la utilización del durómetro, instrumento que permitió determinar la dureza del material obtenida, en este ensayo tuvo una pequeña variación de la dureza. Por el objetivo se va a realizar un estudio detallado, para la presente investigación y así dar solución al problema de investigación que es la variación de velocidad en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304, aquí se da una tentativa solución adecuada para escoger el método adecuado para variar la velocidad y el amperaje y por ende reducir los defectos de soldadura en los aceros inoxidables. Y es cualitativo porque se va a realizar desde las investigaciones de actores es decir, esta investigación pasara a ser parte del problema y la información proporcionada servirá como referencia para interpretarla con el sustento científico y profesional, con el que pretende resolver el problema. La investigación también se basará en la información existente y se recurrirá a documentación bibliográfica para el análisis de la misma.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

➤ **Bibliográfica:**

La investigación bibliográfica, además de que constituye una necesaria primera etapa de todas ellas, puesto que ésta proporciona el conocimiento de las investigaciones ya existentes teorías, hipótesis, experimentos, resultados, instrumentos y técnicas usadas acerca del tema o problema que el investigador se propone investigar o resolver. Por lo tanto esta investigación bibliográfica se la realizará en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi Chico.

➤ **Experimental:**

Este tipo de investigación se realizará en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica en base a los ensayos que puedan garantizar los resultados en cuanto a las mejoras sobre la soldabilidad y calidad de la soldadura de los aceros inoxidable.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

➤ **Explorativa:**

Se investigará todo y cada uno de los detalles del proyecto, tanto sus técnicas, usos y aplicación, para realizar comparaciones en cuanto a la soldabilidad de los aceros inoxidable y también se tomara en cuenta sus propiedades mecánicas de cada uno de los materiales y se aplicara el proceso de soldadura GMAW (MIG) como la que se realiza el ensayo.

➤ **Descriptiva:**

Describe los pasos a realizar en cuanto a, recomendaciones, al seguimiento de las normas y aplicaciones que se debe tener en cuenta al soldar aceros inoxidable. Además se basa en la modalidad de investigación descriptiva, ya que su fin es la descripción de defectos que pueden llegar a tener los aceros inoxidable al soldarlos con los amperajes inadecuados. También requiere de conocimientos suficientes sobre el problema es decir se debe estar al tanto y bien informado para no tener ningún inconveniente.

➤ **Explicativa:**

Se encarga de detallar los resultados obtenidos en el análisis buscar el porque de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

➤ **Asociación de variables:**

La relación de variables tanto dependiente como independiente en el tema de análisis es de gran importancia, para poder indicar el grado de dependencia de los distintos parámetros en la investigación. Ahí también se debe recurrir a la medición de relaciones entre variables de los mismos sujetos de un contexto determinado es decir se deberá tener las soluciones adecuadas para el problema de investigación.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

En el presente análisis se procederá a definir la población la cual será objeto de investigación de la siguiente manera:

1. Acero inoxidable
2. Material de aporte.
3. Proceso de soldadura.
4. Defectología.

Por lo tanto es un caso de estudio a diferentes velocidades de avance y fueron sometidos a los siguientes ensayos:

Ensayo de tintas penetrantes: Según ASTM E165, E1220

Ensayo de Tracción: Según AWS D1.6

Ensayo de Dureza: Según ASTM E-18

Ensayo de Radiografía Industrial: Según ASTM E94

3.4.2 MUESTRA

La muestra que se va a considerar en este análisis son las siguientes:

1. Acero inoxidable (Placas de acero inoxidable (AISI 304)).

2. Material de aporte (Alambre para proceso MIG (ER 308L))
3. Procesos de soldadura (Proceso GMAW (MIG))
4. Defectología en la soldadura

No se tiene muestra debido a que es un estudio de casos ya que se considera el estudio en 4 velocidades de avance diferentes.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente: variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW.

CONTEXTULIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Soldadura es un procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión o una combinación de ambos, con o sin el aporte de otro metal, llamado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que han de soldar.	Soldadura	<ul style="list-style-type: none"> • Material base. (unión soldada). • Material de aporte • Velocidad de avance 	<p>Acero inoxidable.</p> <p>¿Cuáles son los alambres adecuados para aplicar en aceros inoxidables mediante el proceso GMAW(MIG)?</p> <p>¿Qué velocidades de avance son las más recomendables para el proceso GMAW(MIG)?</p>	<p>T: Observación de laboratorio</p> <p>I: Manuales, Catálogos, Normas</p> <p>T: Observación de laboratorio</p> <p>I: Manuales, Catálogos, Normas</p> <p>T: Observación de laboratorio</p> <p>I: Manuales, Catálogos, Normas</p>

Variable Dependiente: incidencia en la defectología.

62

CONTEXTULIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>En Ensayos No Destructivos escucharemos hablar de "defectos" y/o discontinuidades". Cualquier indicación encontrada es llamada "discontinuidad " hasta que se pueda identificar y evaluar el efecto que puede tener sobre la pieza en servicio. Si, de acuerdo a esto, la " discontinuidad" es inaceptable con arreglo a un criterio de especificaciones, será un "defecto", ahora, si esa discontinuidad no afecta el rendimiento de la pieza en el servicio al que se destina, se deberá llamar simplemente "discontinuidad".</p>	<p>➤ Defectos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Salpicaduras. • Porosidad • Distorsión • Socavado • Soldadura Quebradiza 	<p>¿Cuáles son los efectos más comunes en la soldadura?</p> <p>¿Porcentaje de defectos?</p>	<p>T: Observación de laboratorio</p> <p>I: Manuales, Catálogos, Normas.</p>

3.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo al desarrollo de la operacionalización de variables se recolectara la información por medio de la siguiente técnica con sus respectivos instrumentos.

En la presente investigación se utilizan técnicas para la recolección de la información tales como la observación pues se requiere observar y analizar la información que sirve como guía en la investigación, recolección de información de libros e Internet, análisis y pruebas en el laboratorio, entre otras.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

- Revisión crítica de la información bibliográfica recogida.
- Selección de la información más importante y puntual.
- Análisis e interpretación de resultados.
- Desarrollo de la propuesta.

3.7.1 PLAN QUE SE EMPLEARA PARA PROCESAR LA INFORMACIÓN RECOGIDA.

- Revisión crítica de la información recogida.
- Representar los resultados mediante una hoja técnica.
- Analizar e interpretar los resultados relacionándolas con las diferentes partes de la investigación, especialmente con los objetivos y la hipótesis.
- Se utilizara varias fuentes para verificar la veracidad de la recolección de datos ya que estos tienen una gran incidencia en el desarrollo de la investigación.

3.7.2 PLAN DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

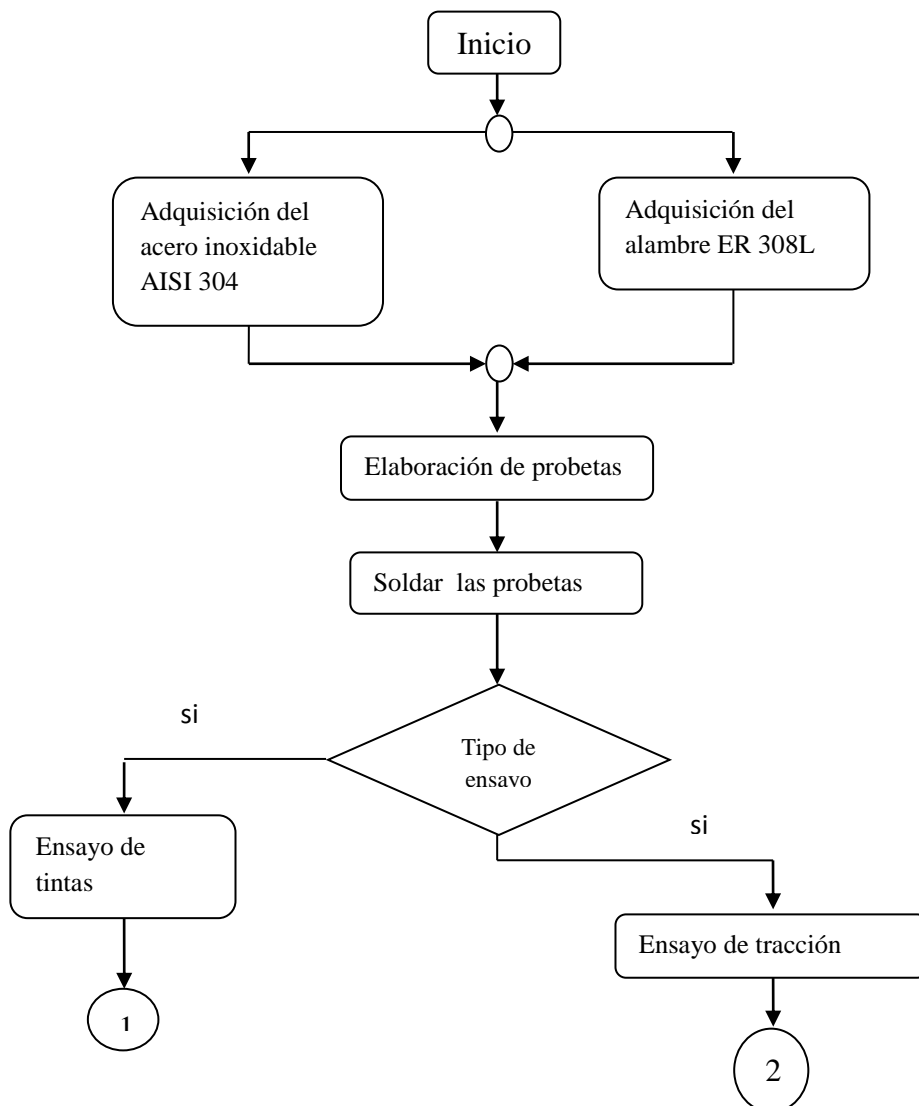
- Es necesario que en un gráfico se encuentre el análisis e interpretación de objetivos, hipótesis, propuestas que se va a incluir.
- Analizar la dureza en la unión soldada
- Interpretación de resultados con el apoyo del marco teórico.
- Establecer las conclusiones y recomendaciones respectivas

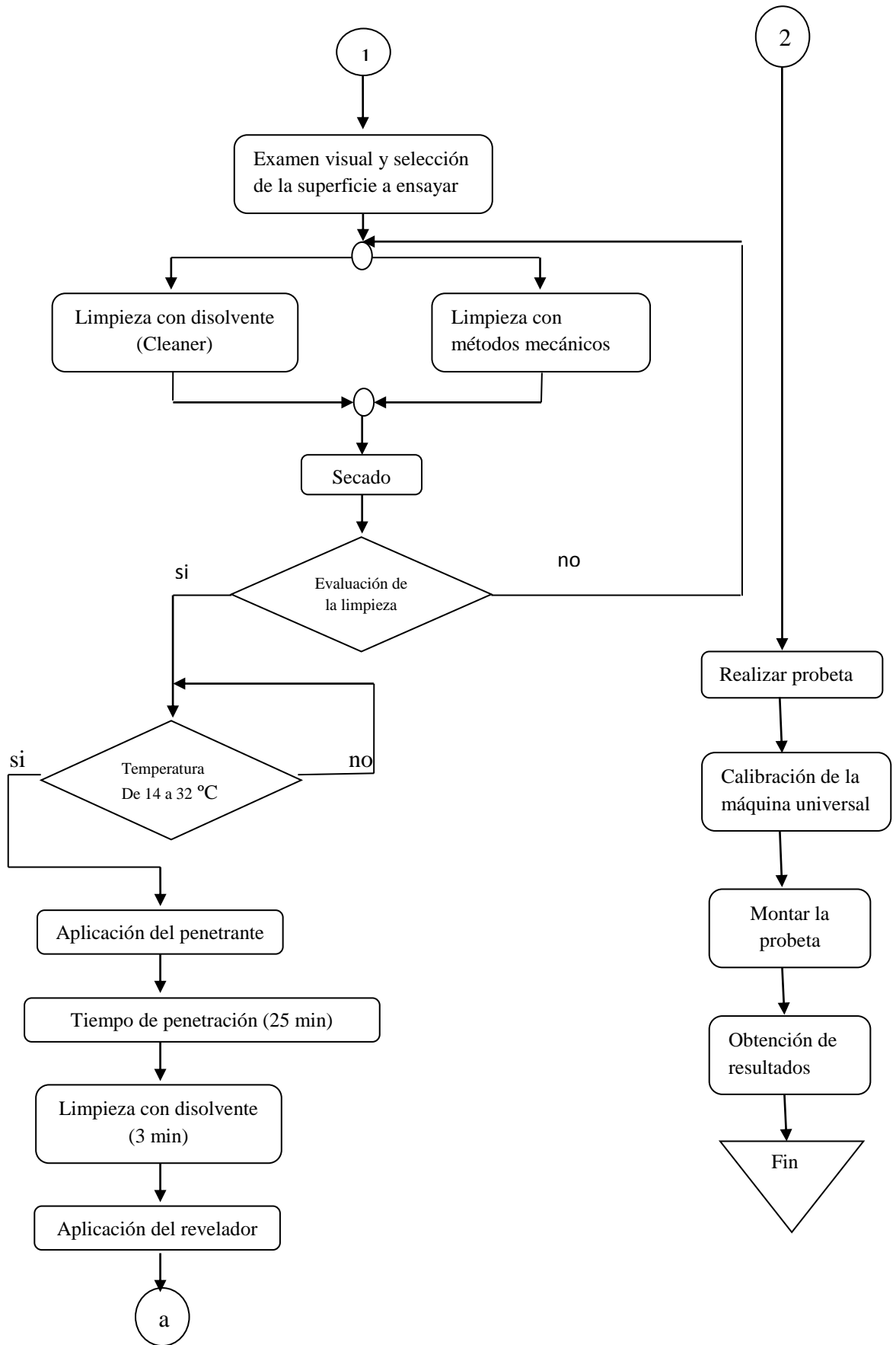
CAPITULO IV

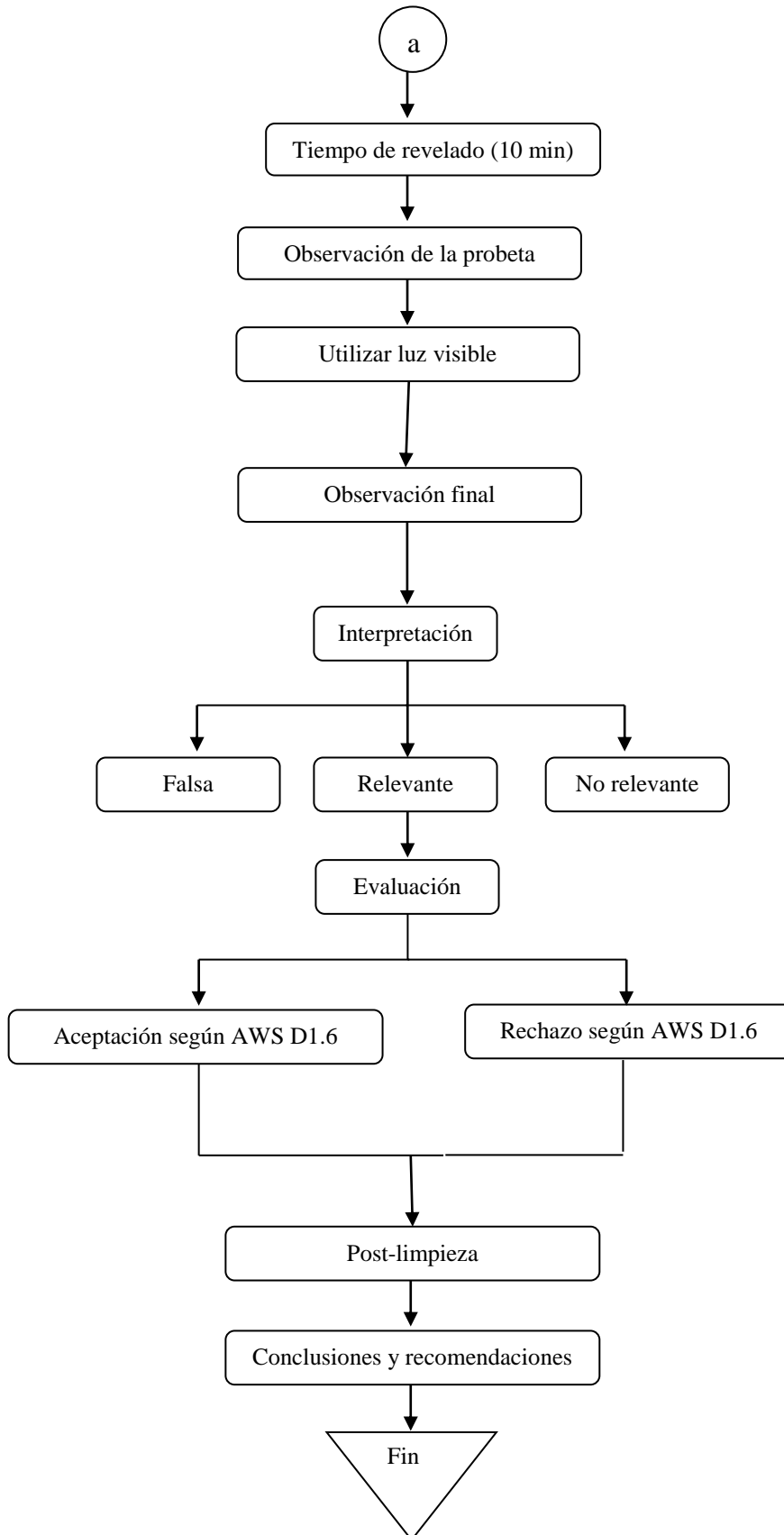
4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez realizadas varias pruebas por el ensayo de tintas coloreadas y el ensayo de tracción, tanto su desarrollo como toma de resultados, se los puede considerar como válidos y aceptables para su posterior ejecución basada en el diagrama que se indica a continuación.







4.1.1 DISEÑO DE LA JUNTA SOLDADA

De acuerdo con la norma AWS D1.6 (Anexo A1, A2, A3); el diseño de la junta soldada es como se indica a continuación.

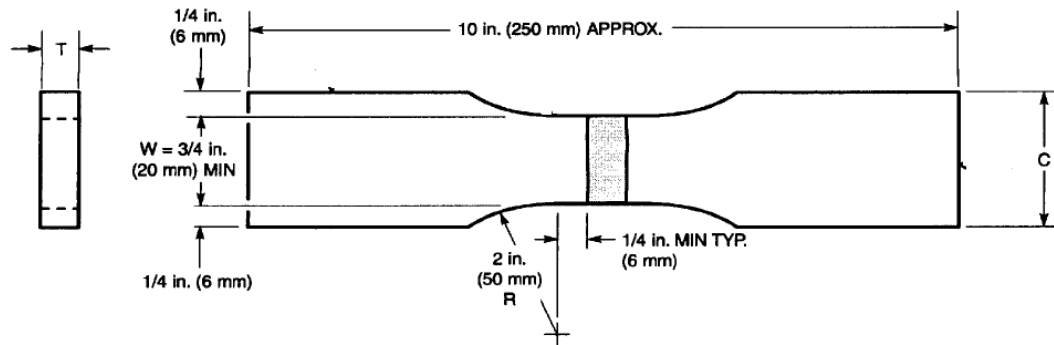


Gráfico 4.1: Diseño de la junta soldada.
(Fuente: Autor)

Donde:




$$T1 = \frac{1}{8} \text{ in (espesor)} \quad R = \text{Abertura de raiz} \quad R = 1/16 \text{ in}$$

4.1.2 ELECCIÓN DEL TIPO DE ALAMBRE

El tipo de alambre usado para la preparación de las juntas soldadas es el ER 308L de un diámetro de alambre de 0.9 mm, porque es recomendado para aceros inoxidables tipo 18Cr/8Ni, según el catálogo de AGA para la serie 300.




4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS


Una vez realizado los ensayo no destructivos por el método de tintas penetrantes coloreadas bajo luz visible, y el ensayo de tracción se ha desarrollado un formato para el manejo de la información obtenida, el mismo que incorpora las mejores características de los diversos tipos de formatos encontrados para una mejor comprensión de los resultados, en el que se establecen las especificaciones del proceso en general, como son la posición de soldeo, el tipo de material de aporte, los defectos hallados en las probetas y demás parámetros relevantes.





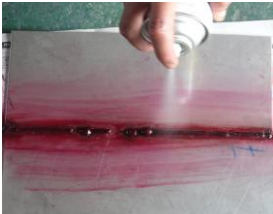
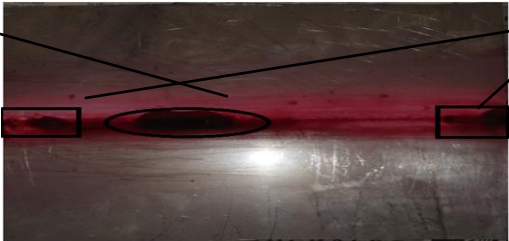
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 01	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:	Taller de soldadura			Fecha de ejecución:	04/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:	23°C		Flujo de aire del medio:	Estático		
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:	1/16 in			Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión	A tope			Tipo:	Semiautomático	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				55 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125A		
Velocidad de avance: (f = 2.7 Hz)				12.26 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES				
Ensayo N°-	01	Probeta N°-	01	
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304	
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L	
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si	
LIMPIEZA INICIAL				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min	
		Secado:	Evaporación normal	
LÍQUIDO PENETRANTE				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min	
		Secado:	Evaporación normal	
REVELADO				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min	
		Secado:	Evaporación normal	
RESULTADOS				
Defectos		Porcentaje		
Poros		6.66%		
Quemón		3.33%		
Falta de penetración		33.33%		
Iluminación:	Normal			
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO	
			X	0.3


	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
<p>Etapa de limpieza química</p> 	<p>Etapa de penetración</p> 	<p>Etapa de revelado</p> 
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
<p>Falta de penetración</p>		<p>Falta de penetración</p> <p>Poros, quemón</p>
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; para el defecto de porosidad permite un máximo de 25 agujeros en poros en el área ensayada, además el catálogo de indura la falta de penetración se produce por utilizar una corriente muy baja, es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior, pero en la mayor parte existe falta de penetración, el porcentaje total de defectos es de 43.33% es por eso que la probeta ensayada no pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>		




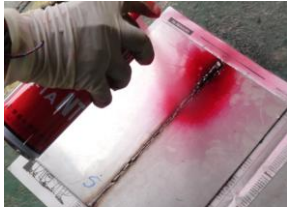

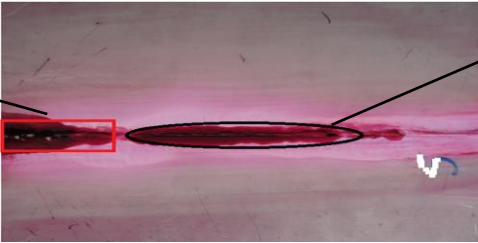
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 02	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:	Taller de soldadura			Fecha de ejecución:	04/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:	23°C		Flujo de aire del medio:	Estático		
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:	1/16 in			Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión	A tope			Tipo:	Semiautomático	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				55 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.7 Hz)				12.32 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES					
Ensayo N°-	02	Probeta N°-	02		
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304		
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L		
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si		
LIMPIEZA INICIAL					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min		
		Secado:	Evaporación normal		
LÍQUIDO PENETRANTE					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min		
		Secado:	Evaporación normal		
REVELADO					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min		
		Secado:	Evaporación normal		
RESULTADOS					
Defectos			Porcentaje		
Falta de fusión			26.66%		
Sobremontas			16.66%		
Iluminación:	Normal				
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)	
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO		
			X	0.3	



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
<p style="text-align: center;">Etapa de limpieza química</p> 	<p style="text-align: center;">Etapa de penetración</p> 	<p style="text-align: center;">Etapa de revelado</p> 
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
<p>Sobremontas</p>		<p>Falta de fusión</p>
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; para el defecto de sobremonta es un concentrador de tensiones y además un exceso de esta aumenta las tensiones residuales, presentes en cualquier soldadura, por eso la norma limita que no debe exceder de 3 mm. Además el catálogo de indura la fusión incompleta, es causada por la falta de unión entre los cordones de soldadura y en metal base, es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior aproximadamente de unos 10 cm, y en el resto de la probeta existe falta de fusión, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 43.32% es por eso que la probeta ensayada no pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas pero al momento de soldar se produjo acumulación de alambre en varias zonas de la probeta es por eso las sobremontas en la probeta ensayada.</p>		



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 03	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:	Taller de soldadura			Fecha de ejecución:	04/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:	23°C		Flujo de aire del medio:	Estático		
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:	1/16 in			Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión	A tope			Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				55 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.7 Hz)				12.90 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						


		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
		INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES		
Ensayo N°-	03	Probeta N°-	03	
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304	
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L	
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si	
LIMPIEZA INICIAL				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min	
		Secado:	Evaporación normal	
LÍQUIDO PENETRANTE				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min	
		Secado:	Evaporación normal	
REVELADO				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min	
		Secado:	Evaporación normal	
RESULTADOS				
Defectos		Porcentaje		
Fisuras		23.33%		
Falta de penetración		16.66%		
Sobremontas		16.66%		
Iluminación:	Normal			
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO	
			X	0.3


	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES		
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO			
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado	
			
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS			
Sobremontas			Fisuras Falta de penetración
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS			
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; para el defecto de sobremonta es un concentrador de tensiones y además un exceso de esta aumenta las tensiones residuales, presentes en cualquier soldadura, por eso la norma limita que no debe exceder de 3 mm. Además las fisuras deben ser máximo de una dimensión de 21 mm, ocurren en el metal base y en el metal de aporte, cuando las tensiones localizadas exceden la resistencia última del material, es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior, y en el resto de la probeta existe falta de penetración, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 56.65% es por eso que la probeta ensayada no pasa la inspección.</p>			
OBSERVACIONES			
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal. Esta placa no estuvo alineada correctamente al momento de comenzar a soldar, por eso una fisura de gran tamaño.</p>			



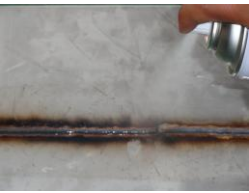


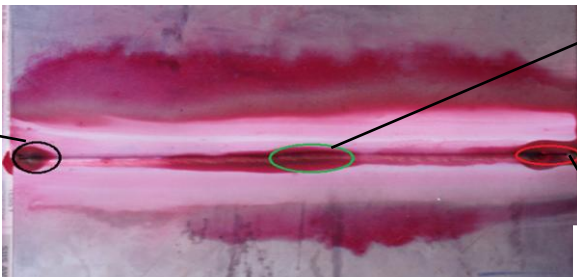
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 04	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:	Taller de soldadura			Fecha de ejecución:	05/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:	23°C		Flujo de aire del medio:	Estático		
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:	1/16 in			Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión	A tope			Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance (f=2.5 Hz)				11.516 mm / seg		
FOTOGRAFÍA						
						




	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	04	Probeta N°-	04	
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304	
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L	
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si	
LIMPIEZA INICIAL				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min	
		Secado:	Evaporación normal	
LÍQUIDO PENETRANTE				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min	
		Secado:	Evaporación normal	
REVELADO				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min	
		Secado:	Evaporación normal	
RESULTADOS				
Defectos		Porcentaje		
Salpicaduras		0,83%		
Falta de penetración		3.33%		
Iluminación:		Normal		
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO	
		X		0.3



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
<p style="text-align: center;">Aplicación Limpiador</p> 	<p style="text-align: center;">Etapa de penetración</p> 	<p style="text-align: center;">Etapa de revelado</p> 
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Falta de penetración</p> <p>Salpicaduras</p> </div> </div>		
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; las pocas salpicaduras que existe en la probeta es aceptable según la norma, además la falta de penetración es de apenas 1cm, y en el resto de la probeta tiene un buen cordón de soldadura, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 4.16% es por eso que la probeta ensayada pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>		





		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 05	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:		Taller de soldadura		Fecha de ejecución:	05/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:			23°C	Flujo de aire del medio:	Estable	
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:		1/16 in		Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión		A tope		Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.5 Hz)				11.472 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
		INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	05	Probeta N°-	05		
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304		
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L		
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si		
LIMPIEZA INICIAL					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min		
		Secado:	Evaporación normal		
LÍQUIDO PENETRANTE					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min		
		Secado:	Evaporación normal		
REVELADO					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min		
		Secado:	Evaporación normal		
RESULTADOS					
Defectos			Porcentaje		
Mordedura			2.66%		
Sobremonta			1.66%		
Iluminación:	Normal				
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)	
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO		
		X		0.3	



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado
		
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
Sobremonta		Mordedura Sobremonta
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; para el defecto de sobremonta es un concentrador de tensiones y además un exceso de esta aumenta las tensiones residuales, presentes en cualquier soldadura, por eso la norma limita que no debe exceder de 3 mm, es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior y en el resto de la probeta no existe falta de penetración, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 4.32% es por eso que la probeta ensayada pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>		





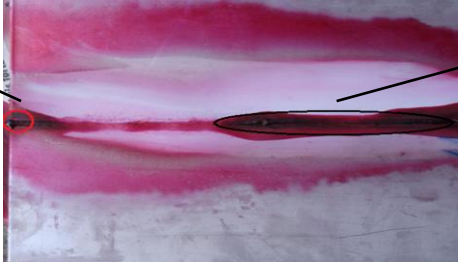
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 06	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:	Taller de soldadura			Fecha de ejecución:	05/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:	23°C		Flujo de aire del medio:	Estático		
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:	1/16 in			Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión	A tope			Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.5 Hz)				11.494 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES					
Ensayo N°-	06	Probeta N°-	06		
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304		
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L		
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si		
LIMPIEZA INICIAL					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min		
		Secado:	Evaporación normal		
LÍQUIDO PENETRANTE					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min		
		Secado:	Evaporación normal		
REVELADO					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min		
		Secado:	Evaporación normal		
RESULTADOS					
Defectos		Porcentaje			
Salpicadura		0.83%			
Falta de penetración		3%			
Sobremonta		0.83%			
Iluminación:	Normal				
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)	
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO		
		X		0.3	



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES		
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO			
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado	
			
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS			
Salpicaduras Falta de penetración			Sobremontas
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS			
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; las pocas salpicaduras que existe en la probeta es aceptable según la norma, y la falta de penetración es de apenas 1cm, y las sobremontas son muy pequeñas y en el resto de la probeta tiene un buen cordón de soldadura, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 4.66% es por eso que la probeta ensayada pasa la inspección.</p>			
OBSERVACIONES			
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>			



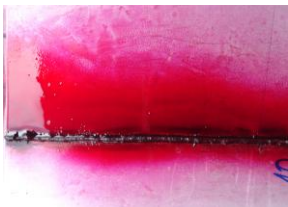

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 07	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:	Taller de soldadura			Fecha de ejecución:	06/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:	23°C		Flujo de aire del medio:	Estático		
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:	1/16 in			Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión	A tope			Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.3 Hz)				11.091 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
		INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	07	Probeta N°-	07		
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304		
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L		
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si		
LIMPIEZA INICIAL					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min		
		Secado:	Evaporación normal		
LÍQUIDO PENETRANTE					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min		
		Secado:	Evaporación normal		
REVELADO					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min		
		Secado:	Evaporación normal		
RESULTADOS					
Defectos			Porcentaje		
Sobremonta			3.33%		
Falta de penetración			20%		
Iluminación:	Normal				
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)	
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO		
			X	0.3	



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado
		
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
Sobremonta		Falta de penetración
INTERPRETACION DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; para el defecto de sobremonta que es un concentrador de tensiones y además un exceso de esta aumenta las tensiones residuales, presentes en cualquier soldadura, por eso la norma limita que no debe exceder de 3 mm, es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior y en el resto de la probeta existe falta de penetración aproximadamente en 10 cm, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 23.33% es por eso que la probeta ensayada no pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>		




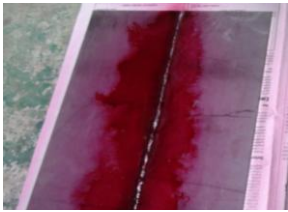

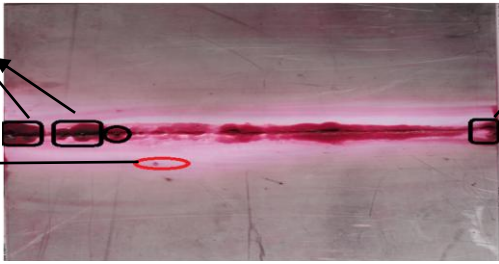
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 08	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:		Taller de soldadura		Fecha de ejecución:	06/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:			23°C	Flujo de aire del medio:	Estático	
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:		1/16 in		Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión		A tope		Tipo:	Semiautomático	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.3 Hz)				11.074 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
		INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	08	Probeta N°-	08		
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304		
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L		
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si		
LIMPIEZA INICIAL					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min		
		Secado:	Evaporación normal		
LÍQUIDO PENETRANTE					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min		
		Secado:	Evaporación normal		
REVELADO					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min		
		Secado:	Evaporación normal		
RESULTADOS					
Defectos		Porcentaje			
Sobremonta		1.66%			
Salpicadura		1%			
Iluminación:		Normal			
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)	
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO		
		X		0.3	



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado
		
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
Sobremonta		Salpicaduras
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; las pocas salpicaduras que existe en la probeta es aceptable según la norma, y las sobremontas son muy pequeñas y en el resto de la probeta tiene un buen cordón de soldadura, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 2.66% es por eso que la probeta ensayada pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>		

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 09	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:		Taller de soldadura		Fecha de ejecución:	06/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:			23°C	Flujo de aire del medio:	Estático	
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:		1/16 in		Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión		A tope		Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.3 Hz)				11.007 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						




		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
		INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	09	Probeta N°-	09		
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304		
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L		
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si		
LIMPIEZA INICIAL					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min		
		Secado:	Evaporación normal		
LÍQUIDO PENETRANTE					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min		
		Secado:	Evaporación normal		
REVELADO					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min		
		Secado:	Evaporación normal		
RESULTADOS					
Defectos			Porcentaje		
Falta de fusión			20%		
Salpicadura			1.66%		
Sobremonta			1.66%		
Iluminación:	Normal				
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)	
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO		
			X	0.3	



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES		
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO			
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado	
			
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS			
Falta de fusión Salpicadura			Sobremonta
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS			
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; para el defecto de sobremonta que es un concentrador de tensiones y además un exceso de esta aumenta las tensiones residuales, presentes en cualquier soldadura, por eso la norma limita que no debe exceder de 3 mm, es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior y en el resto de la probeta existe falta de fusión aproximadamente en 2 cm, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 23.32% es por eso que la probeta ensayada no pasa la inspección.</p>			
OBSERVACIONES			
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>			




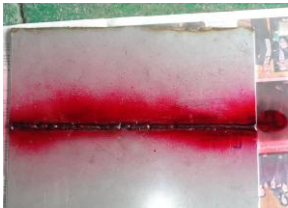

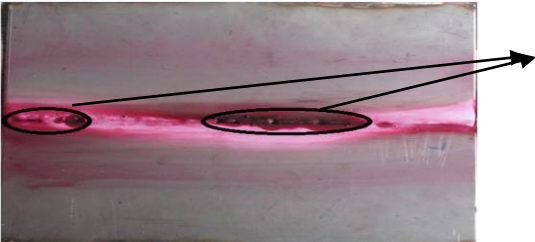
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 10	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:		Taller de soldadura		Fecha de ejecución:	06/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:			23°C	Flujo de aire del medio:	Estático	
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:		1/16 in		Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión		A tope		Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.1 Hz)				11.033 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						




	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	10	Probeta N°-	10	
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304	
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L	
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si	
LIMPIEZA INICIAL				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min	
		Secado:	Evaporación normal	
LÍQUIDO PENETRANTE				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	20 min	
		Secado:	Evaporación normal	
REVELADO				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min	
		Secado:	Evaporación normal	
RESULTADOS				
Defectos		Porcentaje		
Falta de fusión		23.33%		
Sobremonta		6.66%		
Iluminación:		Normal		
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO	
			X	0.3



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado
		
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
Falta de fusión		Sobremonta
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; para el defecto de sobremonta que es un concentrador de tensiones y además un exceso de esta aumenta las tensiones residuales, presentes en cualquier soldadura, por eso la norma limita que no debe exceder de 3 mm, es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior y en el resto de la probeta existe falta de fusión aproximadamente, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 30% es por eso que la probeta ensayada no pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>		







		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
		REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS				
Probeta:	N° 11	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:		Taller de soldadura		Fecha de ejecución:	06/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:			23°C	Flujo de aire del medio:	Estático	
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:		1/16 in		Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión		A tope		Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.1 Hz)				11.45 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						



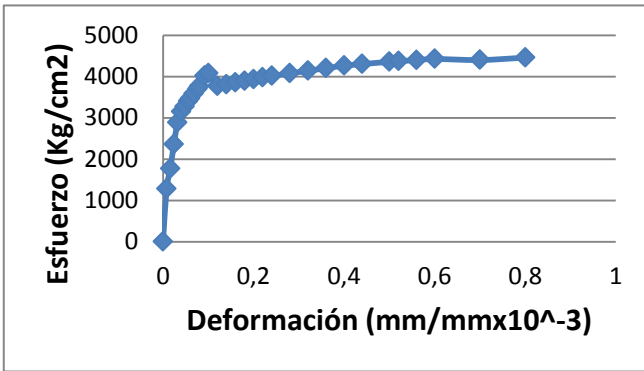
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
		INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	11	Probeta N°-	11		
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304		
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L		
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si		
LIMPIEZA INICIAL					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min		
		Secado:	Evaporación normal		
LÍQUIDO PENETRANTE					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min		
		Secado:	Evaporación normal		
REVELADO					
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK		
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min		
		Secado:	Evaporación normal		
ILUMINACIÓN REQUERIDA					
Defectos			Porcentaje		
Falta de fusión			30%		
Iluminación:	Normal				
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)	
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO		
			X	0.3	



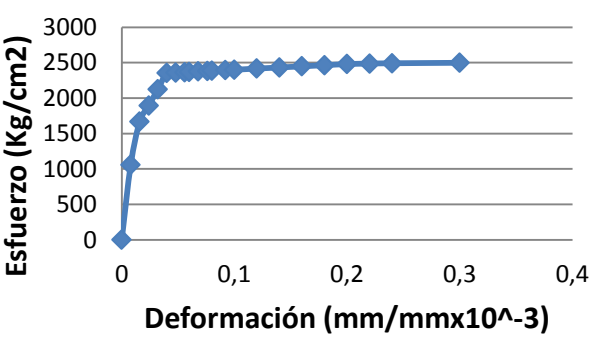
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES		
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO			
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado	
			
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS			
			Falta de fusión
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS			
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior y en el resto de la probeta existe falta de fusión aproximadamente unos 10 cm, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 30% es por eso que la probeta ensayada no pasa la inspección.</p>			
OBSERVACIONES			
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>			



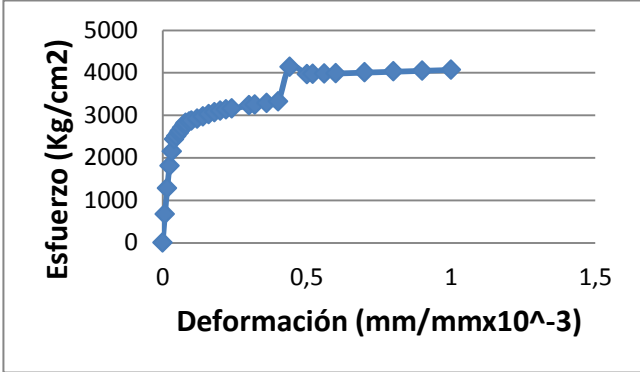
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS						
Probeta:	N° 12	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Lugar de realización:	Taller de soldadura			Fecha de ejecución:	07/06/2013	
Temperatura ambiente del lugar:	23°C		Flujo de aire del medio:	Estático		
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA						
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G	
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo	
		Ambos lados:			Pasada única	
Abertura de raíz:	1/16 in			Proceso:	GMAW (MIG)	
Tipo de unión	A tope			Tipo:	Semiautomática	
METALES BASE						
Especificación del material:				Acero inoxidable		
Tipo o grado:				AISI 304		
Espesor:				1/8 in		
Longitud de probeta:				300 mm		
Característica:				Platina		
Metal de aporte:				AWS ER 308L		
Alimentación alambre				50 ppm		
Voltaje/Amperaje				19.4 V/125 A		
Velocidad de avance: (f = 2.1 Hz)				11.38 mm/seg		
FOTOGRAFÍA						
						



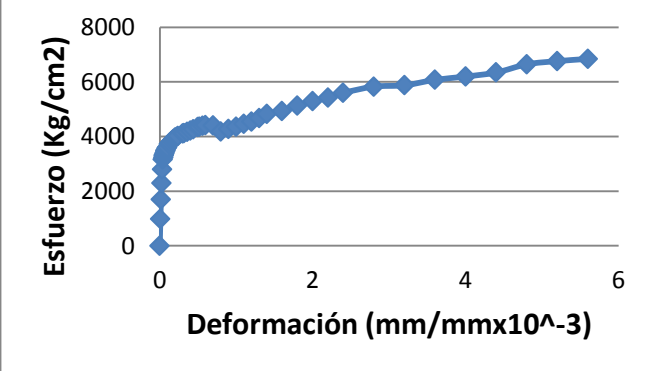
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	12	Probeta N°-	12	
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304	
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L	
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si	
LIMPIEZA INICIAL				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min	
		Secado:	Evaporación normal	
LÍQUIDO PENETRANTE				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min	
		Secado:	Evaporación normal	
REVELADO				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min	
		Secado:	Evaporación normal	
RESULTADOS				
Defectos		Porcentaje		
Falta de fusión		30%		
Iluminación:	Normal			
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO	
		X		0.3



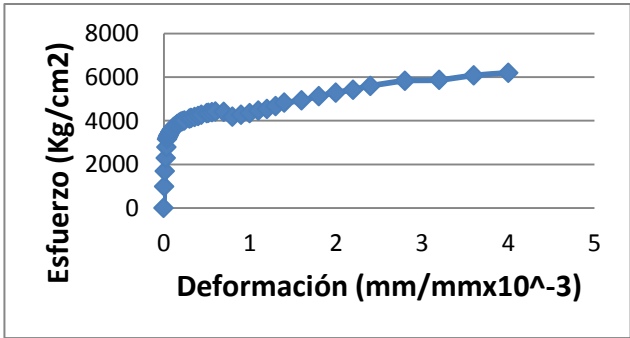
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado
		
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
Falta de fusión		Falta de fusión
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior y en el resto de la probeta existe falta de fusión en la mayor parte de la probeta, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 30% es por eso que la probeta ensayada no pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo de tintas penetrantes fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>		



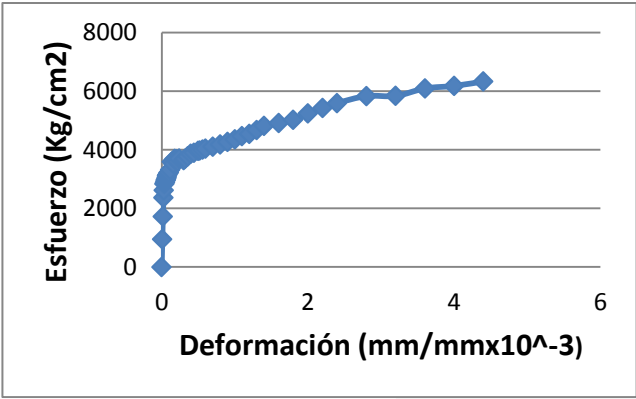
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 01	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kgf/cm²)					
Carga min: 2639.9 Kg			Carga max: 2673.9 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p>Alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{51.52 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 1.417\%$		
<p>Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 58.87}{60} * 100 = 1.883\%$					
<p>Resistencia ultima a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{2673.9Kg}{60mm^2} = 44.565 \frac{Kg}{mm^2}$					



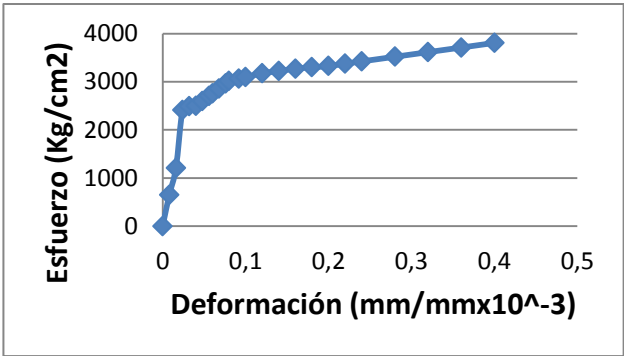
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 02	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kgf/cm²)					
Carga min: 1495 Kg			Carga max: 1498,6 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p style="text-align: center;">Alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{51.67 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 1.712\%$		
<p style="text-align: center;">Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 58.57}{60} * 100 = 2.383\%$					
<p style="text-align: center;">Resistencia ultima a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{1498.6Kg}{60mm^2} = 24.976 \frac{Kg}{mm^2}$					



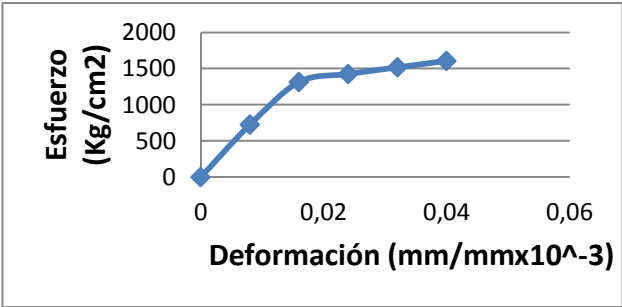
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 03	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kg/cm²)					
Carga min: 2427,86 Kg			Carga max: 2440,5 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			Alargamiento (%) $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{51.15 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 0.688\%$		
Reducción de área (%) $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 58.97}{60} * 100 = 1.716\%$					
Resistencia ultima a la tracción $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{2440.5Kg}{60mm^2} = 40.675 \frac{Kg}{mm^2}$					



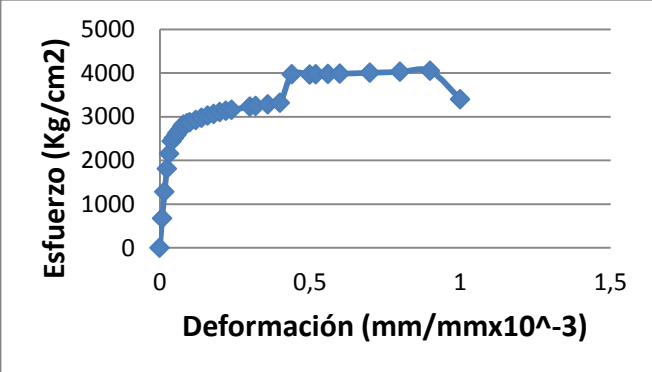
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 04	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kgf/cm²)					
Carga min: 4055.5 Kg			Carga max: 4104.8 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p style="text-align: center;">Alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{54.85 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 7.972\%$		
<p style="text-align: center;">Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 57.97}{60} * 100 = 1.725\%$					
<p style="text-align: center;">Resistencia última a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{4104.8Kg}{60mm^2} = 68.413 \frac{Kg}{mm^2}$					



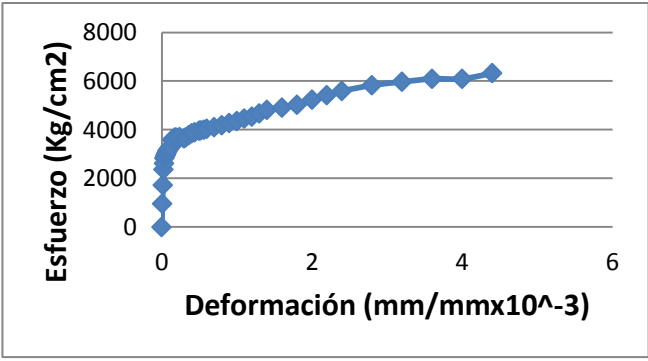
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 05	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A 3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kg/cm²)					
Carga min: 3664,8 Kg			Carga max: 3716,4 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p style="text-align: center;">Alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{53.18 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 4.685\%$		
<p>Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 57.17}{60} * 100 = 4.716\%$					
<p>Resistencia última a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{3716.4Kg}{60mm^2} = 61.94 \frac{Kg}{mm^2}$					



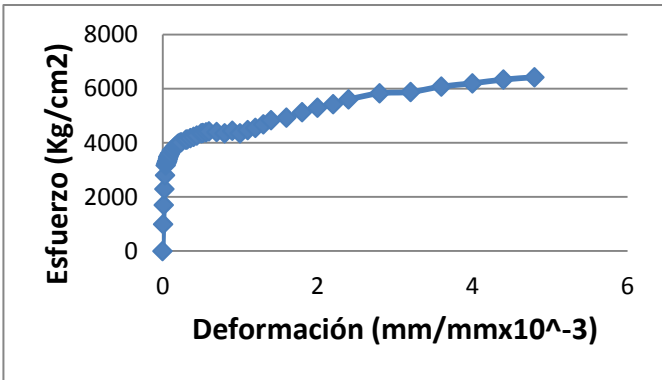
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN					
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 06	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kg/cm²)					
Carga min: 3705,6 Kg			Carga max: 3797,6 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			Alargamiento (%) $\epsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\epsilon = \frac{52.17 - 50.8}{50.8} * 100$ $\epsilon = 2.696\%$		
Reducción de área (%) $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 58.1}{60} * 100 = 3.166\%$					
Resistencia ultima a la tracción $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{3797.6Kg}{60mm^2} = 63.293 \frac{Kg}{mm^2}$					



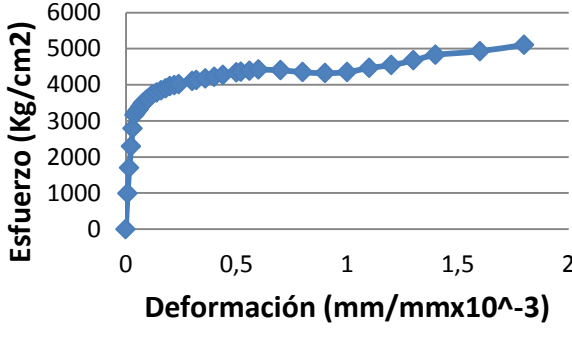
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 07	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:		Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:		Probeta soldada			
Centro de estudio y análisis:		Laboratorios FICM - UTA			
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA			Temperatura ambiente:	22°C
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:		AWS		Designación:	D1.6
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kg/cm²)					
Carga min: 2226.24 Kg			Carga max: 2283.8 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p style="text-align: center;">Alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{51.05 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 0.492\%$		
<p>Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 59.5}{60} * 100 = 0.833\%$					
<p>Resistencia última a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{2283.8Kg}{60mm^2} = 38.063 \frac{Kg}{mm^2}$					



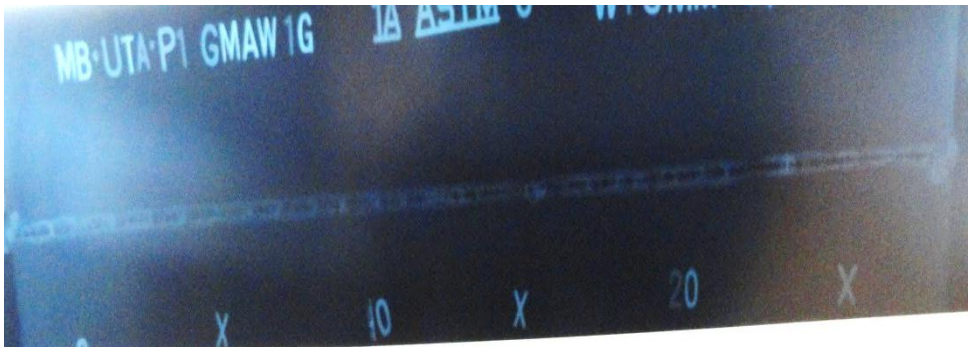
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 08	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kg/cm²)					
Carga min: 910.3 Kg			Carga max: 964 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			Alargamiento (%) $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{51.05 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 0.492\%$		
Reducción de área (%) $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 59.5}{60} * 100 = 0.833\%$					
Resistencia última a la tracción $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{964Kg}{60mm^2} = 16.066 \frac{Kg}{mm^2}$					




	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 09	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kgf/cm²)					
Carga min: 2037.5 Kg			Carga max: 2427.8 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p style="text-align: center;">Alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{51.2 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 0.787\%$		
<p>Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_n} * 100 = \frac{60 - 58.5}{60} * 100 = 2.5\%$					
<p>Resistencia última a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{2427.8Kg}{60mm^2} = 40.463 \frac{Kg}{mm^2}$					



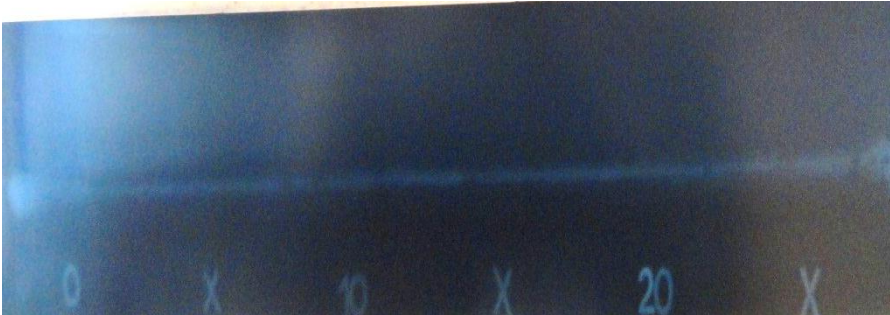
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 10	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kg/cm²)					
Carga min: 3655.6 Kg			Carga max: 3795.3 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p style="text-align: center;">Alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{53.85 - 50.8}{50.8} * 100$ $\varepsilon = 6.003\%$		
<p>Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 58.67}{60} * 100 = 2.216\%$					
<p>Resistencia última a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{3795.3Kg}{60mm^2} = 63.255 \frac{Kg}{mm^2}$					



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 11	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kg/cm²)					
Carga min: 3800 Kg			Carga max: 3851.3 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p style="text-align: center;">Alargamiento (%)</p> $\epsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\epsilon = \frac{54.25 - 50.8}{50.8} * 100$ $\epsilon = 6.791\%$		
<p style="text-align: center;">Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 57.67}{60} * 100 = 3.883\%$					
<p style="text-align: center;">Resistencia última a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{3851.3Kg}{60mm^2} = 64.188 \frac{Kg}{mm^2}$					



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 12	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA		Temperatura ambiente:	22°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kg/cm²)					
Carga min: 2958.6 Kg			Carga max: 3064.6 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p style="text-align: center;">Alargamiento (%)</p> $\epsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\epsilon = \frac{52.55 - 50.8}{50.8} * 100$ $\epsilon = 3.444\%$		
<p>Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 58.67}{60} * 100 = 2.216\%$					
<p style="text-align: center;">Resistencia ultima a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{3064.6Kg}{60mm^2} = 51.076 \frac{Kg}{mm^2}$					



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
	INFORME DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA					
DATOS GENERALES						
Probeta:	N° 01	Supervisado por:	Ing. Vaca H.	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha de ejecución:	25 / 10 / 2013	
IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE DE ESTUDIO						
Parte específica:	Uniones soldadas					
Centro de estudio y análisis:	ENDE Cia.Ltda.					
Material:	AISI 304	Dimensiones:	300X250X3mm	Detalle:	RX 1	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO						
Lugar:	Quito			Temperatura ambiente:	20°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS						
Realizado bajo la norma:	ASME		Designación:	ASME V		
Estación X línea	Tamaño focal:	0,160 plg		Película:	STRUCTURIX D5	
Tiempo (min)	Revelado	Baño de parado	Fijado	Lavado final		
	5	2	10	30		
N° R.I.	Soldador	Soldadura	Días	Espesor	Cantidad	Densidad
RX1	-----	MIG	-----	3 mm	1	-----
			Calificación		Ubicación de efectos y observaciones	
			SI	N O	Porosidad	
				X		
FOTOGRAFÍA						
						

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
	INFORME DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA					
DATOS GENERALES						
Probeta:	N° 02	Supervisado por:	Ing. Vaca H.	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha de ejecución:	25 / 10 / 2013	
IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE DE ESTUDIO						
Parte específica:	Uniones soldadas					
Centro de estudio y análisis:	ENDE Cia.Ltda.					
Material:	AISI 304	Dimensiones:	300X250X3mm	Detalle:	RX 2	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO						
Lugar:	Quito			Temperatura ambiente:	20°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS						
Realizado bajo la norma:	ASME		Designación:	ASME V		
Estación X línea	Tamaño focal:	0,160 plg		Película:	STRUCTURIX D5	
Tiempo (min)	Revelado	Baño de parada	Fijado	Lavado final		
	5	2	10	30		
N° R.I.	Soldador	Soldadura	Días	Espesor	Cantidad	Densidad
RX2	-----	MIG	-----	3 mm	1	-----
		Calificación		Ubicación de efectos y observaciones		
		SI	NO	CONCAVIDAD EXTERNA		
			X	FALTA DE PENETRACION		
FOTOGRAFÍA						
						

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
	INFORME DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA					
DATOS GENERALES						
Probeta:	N° 03	Supervisado por:	Ing. Vaca H.	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón	
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha de ejecución:	25 / 10 / 2013	
IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE DE ESTUDIO						
Parte específica:	Uniones soldadas					
Centro de estudio y análisis:	ENDE Cia.Ltda.					
Material:	AISI 304	Dimensiones:	300X250X3mm	Detalle:	RX 3	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO						
Lugar:	Quito			Temperatura ambiente:	20°C	
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS						
Realizado bajo la norma:	ASME		Designación:	ASME V		
Estación X línea	Tamaño focal:	0,160 plg		Película:	STRUCTURIX D5	
Tiempo (min)	Revelado	Baño de parada	Fijado	Lavado final		
	5	2	10	30		
N° R.I.	Soldador	Soldadura	Días	Espesor	Cantidad	Densidad
RX3	-----	MIG	-----	3 mm	1	-----
Calificación			Ubicación de efectos y observaciones			
SI			NO			
X						
FOTOGRAFÍA						
						




	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																								
	ENSAYO DE DUREZA BRINELL																								
DATOS GENERALES																									
Ensayo N°:	01	Autorizado por:	Ing. Vaca H.	Elaborado por:	Egdo. Mario Bombón																				
Lugar de realización	Laboratorio de materiales			Fecha de ejecución	02/07/2013																				
Material:	AISI 304	Dimensión:	250X32X3mm	Detalle:	Anexo																				
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO																									
Lugar:	UTA-FICM		Temperatura ambiente:	22°C																					
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS																									
Realizado bajo la norma:	ASTM		Designación:	E18-00																					
Equipo:	Durómetro Rockwell CV60																								
MEDICIONES																									
Punto de medición:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
HRB	86,3	88	87	87	87	86,5	88,1	88,4	88,5	89															
Dureza Promedio:	87,58 HRB																								
DETALLE REFERENCIAL																									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td> </tr> </table>						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																
⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗																
Interpretación de resultados: De los datos obtenidos, el valor real del acero Inoxidable 304 es HRB = 87, y en las pruebas el valor promedio es HRB = 87.58, por tanto la dureza está en un rango aceptable.																									



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																								
	ENSAYO DE DUREZA BRINELL																								
DATOS GENERALES																									
Ensayo N°:	02	Autorizado por:	Ing. Vaca H.	Elaborado por:	Egdo. Mario Bombón																				
Lugar de realización	Laboratorio de materiales			Fecha de ejecución	02/07/2013																				
Material:	AISI 304	Dimensión:	250X32X3mm	Detalle:	Anexo																				
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO																									
Lugar:	UTA-FICM		Temperatura ambiente:	22°C																					
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS																									
Realizado bajo la norma:	ASTM		Designación:	E18-00																					
Equipo:	Durómetro Rockwell CV60																								
MEDICIONES																									
Punto de medición:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
HRB	89	90,5	93,5	94	93	93	94	93,8	94,2	94,1															
Dureza Promedio:	92,91 HRB																								
DETALLE REFERENCIAL																									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td> </tr> </table>						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																
⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗																
Interpretación de resultados: De los datos obtenidos, el valor real del acero Inoxidable 304 es HRB = 87, y en las pruebas el valor promedio es HRB = 92.91, por tanto la dureza está en un rango aceptable.																									




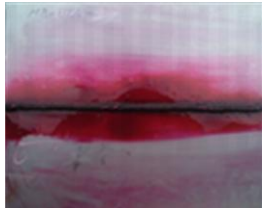


	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																								
	ENSAYO DE DUREZA BRINELL																								
DATOS GENERALES																									
Ensayo N°:	03	Autorizado por:	Ing. Vaca H.	Elaborado por:	Egdo. Mario Bombón																				
Lugar de realización	Laboratorio de materiales			Fecha de ejecución	02/07/2013																				
Material:	AISI 304	Dimensión:	250X32X3mm	Detalle:	Anexo																				
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO																									
Lugar:	UTA-FICM		Temperatura ambiente:	22°C																					
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS																									
Realizado bajo la norma:	ASTM		Designación:	E18-00																					
Equipo:	Durómetro Rockwell CV60																								
MEDICIONES																									
Punto de medición:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
HRB	88,3	88,3	92,5	92,5	94,5	93,2	93,8	92,5	95,2	95															
Dureza Promedio:	92,58 HRB																								
DETALLE REFERENCIAL																									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td> </tr> </table>						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																
⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗																
Interpretación de resultados: De los datos obtenidos, el valor real del acero Inoxidable 304 es HRB = 87, y en las pruebas el valor promedio es HRB = 92.58, por tanto la dureza está en un rango aceptable.																									



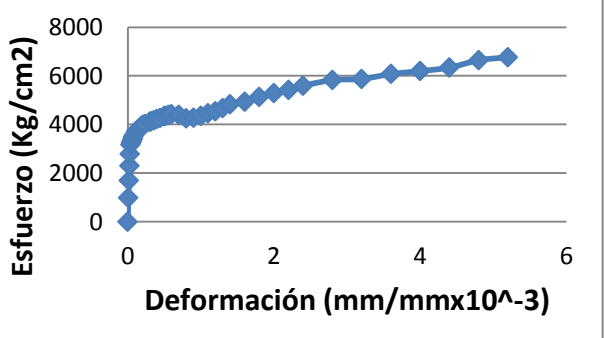
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																								
	ENSAYO DE DUREZA BRINELL																								
DATOS GENERALES																									
Ensayo N°:	04	Autorizado por:	Ing. Vaca H.	Elaborado por:	Egdo. Mario Bombón																				
Lugar de realización	Laboratorio de materiales			Fecha de ejecución	02/07/2013																				
Material:	AISI 304	Dimensión:	250X32X3mm	Detalle:	Anexo																				
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO																									
Lugar:	UTA-FICM		Temperatura ambiente:	22°C																					
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS																									
Realizado bajo la norma:	ASTM		Designación:	E18-00																					
Equipo:	Durómetro Rockwell CV60																								
MEDICIONES																									
Punto de medición:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
HRB	93,5	92,5	97,5	95	92	91,5	90	90,5	90	88															
Dureza Promedio:	92,05 HRB																								
DETALLE REFERENCIAL																									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td> </tr> </table>						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																
⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗																
Interpretación de resultados: De los datos obtenidos, el valor real del acero Inoxidable 304 es HRB = 87, y en las pruebas el valor promedio es HRB = 92.05, por tanto la dureza está en un rango aceptable.																									



- Sin controlar velocidad de avance con el soldador

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS							
Probeta:	N° 13	Autorizado por:	Ing. Henry Vaca	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón		
Lugar de realización:	Taller de soldadura			Fecha de ejecución:	04/06/2013		
Temperatura ambiente del lugar:			23°C	Flujo de aire del medio:	Estático		
ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE SOLDADURA							
Diseño de la junta:				Posición:	Plana horizontal 1G		
Tipo:	Soldadura	Un solo lado:	Si	Técnica:	Cordón rectilíneo		
		Ambos lados:			Pasada única		
Abertura de raíz:	1/16 in			Proceso:	GMAW (MIG)		
Tipo de unión	A tope			Tipo:	Semiautomático		
METALES BASE							
Especificación del material:				Acero inoxidable			
Tipo o grado:				AISI 304			
Espesor:				1/8 in			
Longitud de probeta:				300 mm			
Característica:				Platina			
Metal de aporte:				AWS ER 308L			
Alimentación alambre				55 ppm			
Voltaje/Amperaje				20 V/125A			
FOTOGRAFÍA							
							

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES			
Ensayo N°-	13	Probeta N°-	13	
Solicitado por:	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
Procedimiento:	Líquidos penetrantes	Material base:	AISI 304	
Técnica:	Visibles	Material de aporte:	ER 308L	
Temperatura:	23°C	Limpieza:	Si	
LIMPIEZA INICIAL				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Cleaner/ Remover	Tiempo de limpieza:	3 min	
		Secado:	Evaporación normal	
LÍQUIDO PENETRANTE				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Penetrant	Tiempo de penetrado:	25 min	
		Secado:	Evaporación normal	
REVELADO				
Tipo:	Pulverizador en aerosol	Marca:	RED-MARK	
Modelo de aplicación:	Developer	Tiempo de revelado:	10 min	
		Secado:	Evaporación normal	
RESULTADOS				
Defectos		Porcentaje		
Sobremonta		1.66%		
Falta de fusión		3.33%		
Iluminación:	Normal			
Posición de soldadura	Tipo de soldadura	Calificación		Diámetro o longitud inspeccionada (m)
1G Plana	GMAW(MIG)	SI	NO	
		X		
				0.3

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
	INFORME POR LÍQUIDOS PENETRANTES VISIBLES	
FOTOS DE LIMPIEZA, PENETRACIÓN Y REVELADO		
Etapa de limpieza química	Etapa de penetración	Etapa de revelado
		
ETAPA DE VISUALIZACIÓN DE DEFECTOS		
Falta de Fusión Sobremonta		
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		
<p>Según la Norma ASME V, Artículo 28; para el defecto de sobremonta que es un concentrador de tensiones y además un exceso de esta aumenta las tensiones residuales, presentes en cualquier soldadura, por eso la norma limita que no debe exceder de 3 mm, es por eso que el cordón de soldadura tiene un buen aspecto en la parte superior y en la mitad de la probeta existe falta de fusión aproximadamente de 1 cm, el porcentaje total de defectos en la probeta es de 5% es por eso que la probeta ensayada pasa la inspección.</p>		
OBSERVACIONES		
<p>Las condiciones para realizar este ensayo fueron adecuadas y no se tuvo ningún inconveniente, ya que el secado de la probeta fue de forma normal.</p>		

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
	INFORME DEL ENSAYO DE TRACCIÓN				
DATOS GENERALES					
Probeta:	N° 01	Supervisado por:	Ayudante de ensayo de materiales	Realizado por:	Egdo. Mario Bombón
Solicitado por:	Universidad Técnica de Ambato		Fecha de ejecución:	10/06/2013	
Identificación del componente de estudio					
Parte específica:	Probeta soldada				
Centro de estudio y análisis:	Laboratorios FICM - UTA				
Material:	AISI 304	Dimensiones:	32X250X3 mm	Detalle:	Anexo A3
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Laboratorios FICM - UTA			Temperatura ambiente:	22°C
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS					
Realizado bajo la norma:	AWS		Designación:	D1.6	
Equipo:	Máquina Universal Tinus Holsen capacidad 30 ton				
RESULTADOS DE PRUEBAS (Kgf/cm²)					
Carga min: 3985.6 Kg			Carga max: 4058.4 Kg		
FOTOGRAFÍA					
			<p>Alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} * 100$ $\varepsilon = \frac{52.52 - 50.8}{50.8} * 100$ <p>3.385%</p>		
<p>Reducción de área (%)</p> $\% \text{ reducción} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100 = \frac{60 - 58.87}{60} * 100 = 1.883\%$					
<p>Resistencia última a la tracción</p> $S_{ut} = \frac{P_{max}}{A_0} = \frac{4058.4Kg}{60mm^2} = 67.64 \frac{Kg}{mm^2}$					

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA																								
	ENSAYO DE DUREZA BRINELL																								
DATOS GENERALES																									
Ensayo N°:	01	Autorizado por:	Ing. Vaca H.	Elaborado por:	Egdo. Mario Bombón																				
Lugar de realización	Laboratorio de materiales			Fecha de ejecución	02/07/2013																				
Material:	AISI 304	Dimensión:	250X32X3mm	Detalle:	Anexo																				
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO																									
Lugar:	UTA-FICM		Temperatura ambiente:	22°C																					
PARÁMETROS DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS																									
Realizado bajo la norma:	ASTM		Designación:	E18-00																					
Equipo:	Durómetro Rockwell CV60																								
MEDICIONES																									
Punto de medición:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
HRB	91,5	93,1	92,5	92	92,2	91	93.5	93	90	91															
Dureza Promedio:	91,98 HRB																								
DETALLE REFERENCIAL																									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td><td>⊗</td> </tr> </table>						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																
⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗																
Interpretación de resultados: De los datos obtenidos, el valor real del acero Inoxidable 304 es HRB = 87, y en las pruebas el valor promedio es HRB = 91.98, por tanto la dureza está en un rango aceptable.																									

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

➤ Interpretación Resistencia a la tracción

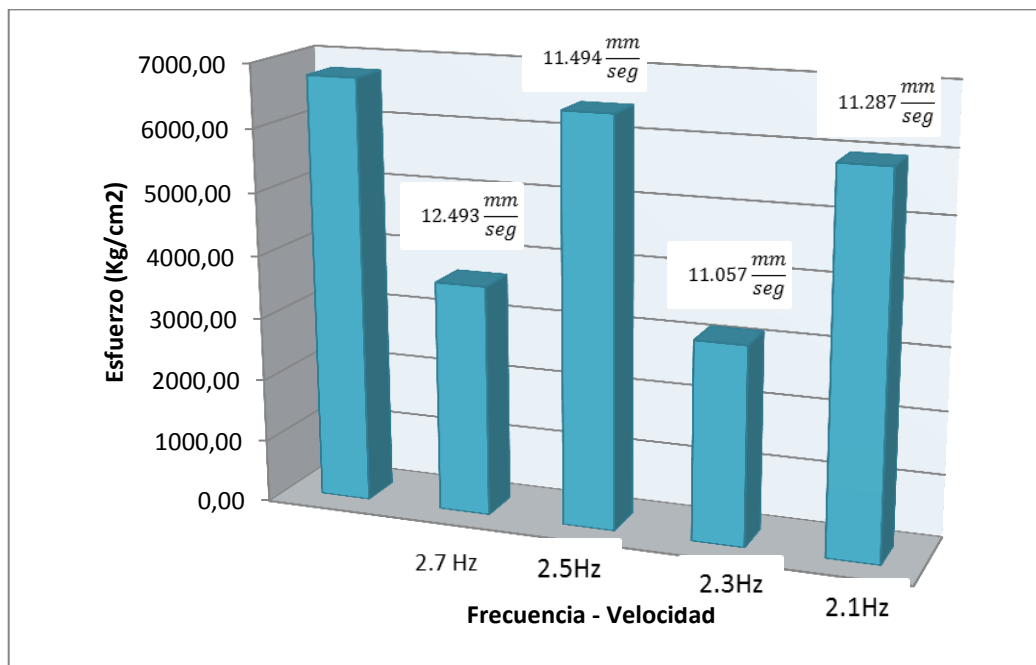


Gráfico 4.2: Promedio de la resistencia a la tracción obtenida en las diferentes probetas.

(Fuente: Autor).

En el gráfico 4.2, se observa los diferentes valores promedio de la resistencia a la tracción con los que se compara entre las diferentes probetas para ver cual tiene los mayores valores de resistencia a la tracción. Como se puede observar en el gráfico se tiene 2 valores promedio de resistencia a la tracción altos, las cuales tienen un valor de $6454,88 \text{ kg/cm}^2$ y de $5950,66 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente, estas son probetas que están en el rango aceptable, además la probeta sin controlar la velocidad de avance y realizado por un soldador tiene un valor de resistencia a la tracción de $6764,17 \text{ Kg/cm}^2$, por lo tanto esta en el rango de avance establecido, las otras 2 probetas no pasan el ensayo.

➤ Interpretación Dureza

Tabla 4.1: Medición de durezas.

Medicion	Probeta 0	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4
1	91,5	86,3	89	88,3	93,5
2	92,7	88	90,5	88,3	92,5
3	87,7	87	93,5	92,5	97,5
4	89,5	87	94	92,5	95
5	92,2	87	93	94,5	92
6	91	86,5	93	93,2	91,5
7	91,5	88,1	94	93,8	90
8	90,3	88,4	93,8	92,5	90,5
9	92,5	88,5	94,2	95,2	90
10	89,6	89	94,1	95	88
Promedio	90,85 HRB	87,58 HRB	92,91 HRB	92,58 HRB	92,05 HRB

(Fuente: Autor)

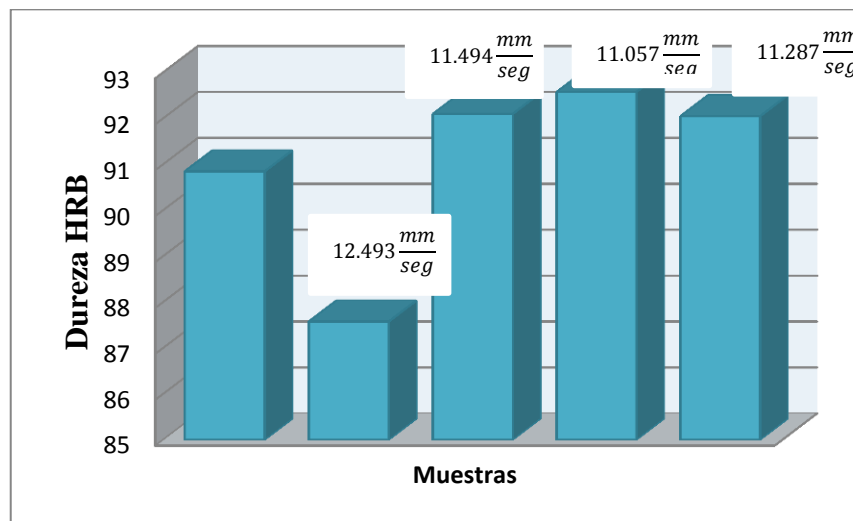


Gráfico 4.3: Durezas promedio.

(Fuente: Autor).

La dureza obtenida en el ensayo esta en los rangos establecidos, por lo tanto las mediciones realizadas son válidas.

➤ **Interpretación de tintas penetrantes**

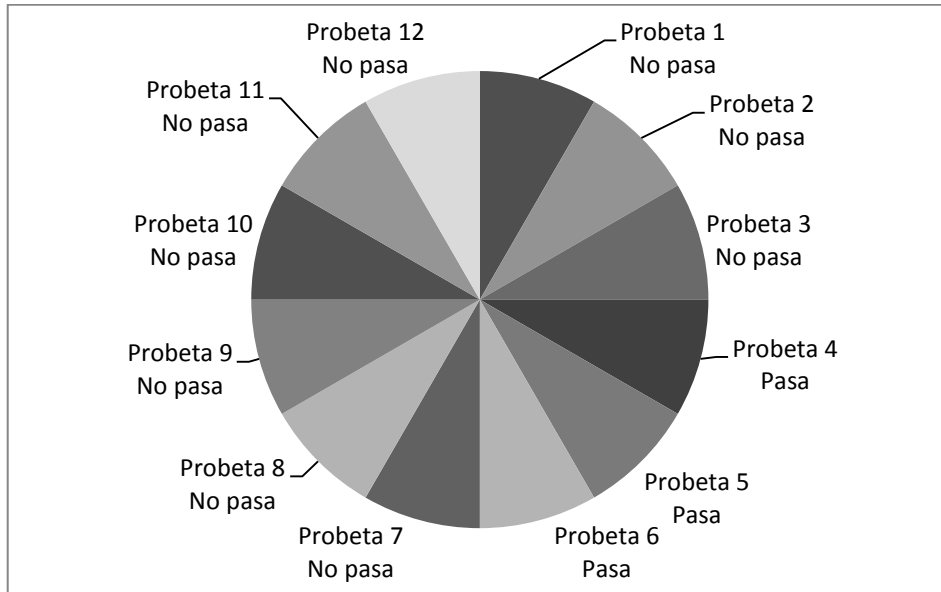


Gráfico 4.4: Probetas con tintas penetrantes.

(Fuente: Autor).

Como se puede apreciar en el gráfico con una frecuencia de 2.7Hz, 2.3Hz, 2.1Hz, las probetas no pasan el ensayo de tintas penetrantes debido a la velocidad de avance que tienen, pero con la frecuencia de 2.5Hz las probetas pasan el ensayo de tintas penetrantes, ya que la frecuencia utilizada fue probada, y pese a que la frecuencia es baja tiene un mejor cordón de soldadura.

➤ **Verificación de la hipótesis por medio del Chi Cuadrado**

Hipótesis nula (H₀)

El análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW no reducirá el grado de defectología.

Hipótesis aceptable (H_a)

El análisis de la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW reducirá el grado de defectología.

$$H_0: O = E \rightarrow O - E = 0$$

$$H_a: O > E \rightarrow O - E > 0$$

Nivel de significancia (α):

El nivel de significancia seleccionado es del 5% (0.05) para la comprobación de la hipótesis. Modelo estadístico: el modelo estadístico a utilizarse es el Chi Cuadrado.

Selección del estadístico:

La información recolectada en las tablas 4-2 será la utilizada para el cálculo estadístico del Chi Cuadrado para la verificación de la hipótesis, en estas tablas se encuentran los valores calculados de las diferentes velocidades.

Tabla 4.2: Tablas de variación de velocidades.

Frecuencia Oi	Frecuencia Ei	Oi-Ei	(Oi-Ei)²	(Oi-Ei)²/Ei
12,493	16	-3,507	12,299	0,769
11,494	16	-4,506	20,304	1,269
11,057	16	-4,943	24,433	1,527
11,287	16	-4,713	22,212	1,388
				4,953

(Fuente: Autor).

Región de aceptación y rechazo:

Para determinar la región de aceptación y rechazo, se calculan los grados de libertad, y se determina el valor del Chi Cuadrado en la tabla estadística.

Especificación de las regiones de aceptación y rechazo: Para esto se calcula los grados de libertad (gl) con la ecuación siguiente:

$$gl = (c - 1)(f - 1)$$

Donde:

gl: Grados de libertad

c: Columnas de la tabla

f: Filas de la tabla

$$gl = (2 - 1)(4 - 1) = 3$$

Para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y un grado de libertad $gl = 3$ el valor del Chi Cuadrado de tablas es: $X^2_t = 7.814$

Para un Chi Cuadrado con 3 grados de libertad y por 5% de significancia el valor es de 7.814, siendo el valor calculado de 4.953 SE RECHAZA la hipótesis nula y se considera la hipótesis aceptable como verdadera

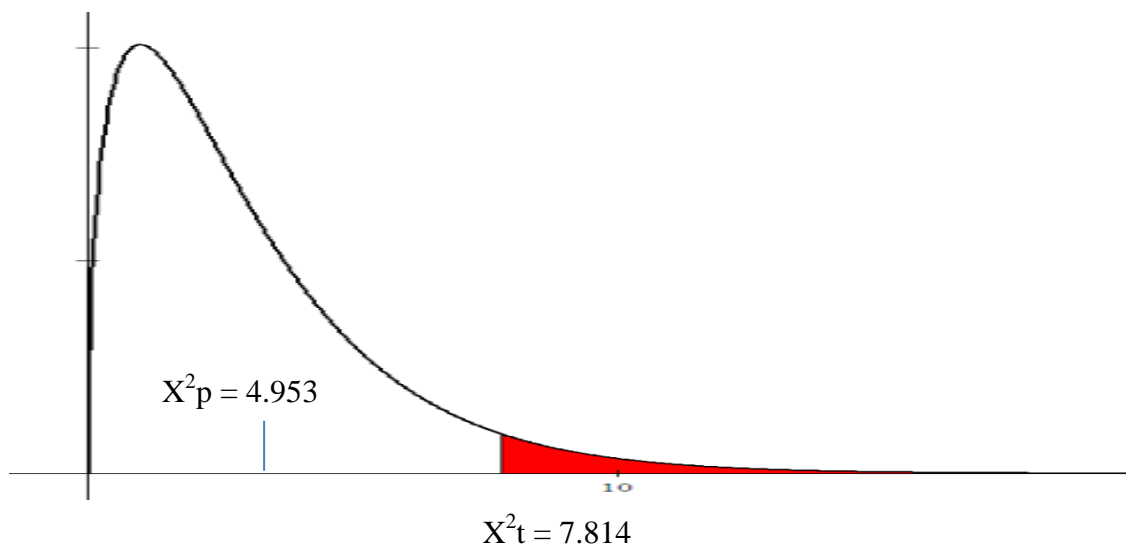


Gráfico 4.5: Curva Chi Cuadrado.

(Fuente: Autor).

➤ Verificación de la hipótesis propuesta en la investigación

Como se puede observar, los valores de las propiedades mecánicas obtenidos después de haber realizado los ensayos de tracción, de dureza, de tintas penetrantes, ensayo de radiografía industrial, se obtiene los siguientes resultados, en el primer ensayo que es el de tracción utilizando una frecuencia de 2.5 Hz y con una velocidad de 11.494 mm/seg, que se muestra en el gráfico 4.2 tiene el siguiente resultado promedio de la resistencia a la tracción que es de 6454.89 kg/cm² y comparado con el valor de tablas del acero inoxidable que es de 5975.53 Kg/cm², el material ensayado cumple satisfactoriamente con las especificaciones de resistencia a la tracción. En el ensayo de dureza como se muestra en la tabla 4.1, en la probeta 2 se tiene un valor de 92.91 HRB que es el valor promedio, y comparado con el valor de tablas que es de 87 HRB, está en el rango aceptable como lo indica en el catálogo, mientras que la probeta 1 tiene un valor promedio de 87.58 HRB, la probeta 3 tiene un valor promedio de 92.58 HRB, y la probeta 4 tiene un valor promedio de 92.05 HRB, con esto se puede concluir que la probeta 2 tiene un valor mayor de la dureza, mientras que las demás varían un poco pero todas están en el rango aceptable de dureza.

Mientras en el tercer ensayo que es el de tintas penetrantes visibles se realizó con las frecuencias de 2.7Hz, 2.5Hz, 2.3Hz, 2.1Hz, y con distintas velocidades, se obtuvo los siguientes resultados: con la frecuencia de 2.5Hz se obtuvo mejores resultados al momento de soldar las placas de acero inoxidable AISI 304 debido a que casi no existen defectos relevantes en el cordón de soldadura, es por eso que las probetas con dicha frecuencia pasan el ensayo, y con las demás frecuencias utilizadas las distintas probetas tiene algunos defectos no pasan el ensayo de tintas penetrantes como se indica en el gráfico 4.4. Y en el ensayo final de radiografía industrial realizado en las distintas probetas soldadas con las frecuencias y velocidades diferentes que se utilizó, se tiene los siguientes resultados que con la frecuencia utilizada de 2.5Hz y una velocidad promedio de 11.494 mm/seg está bien soldada y solo existe unas pocas salpicaduras, como se indica en el informe de radiografía industrial.

Tabla 4.3: Resumen de resultados de los ensayos realizados.

Velocidad (mm/seg)	% Defectos (L.P)	Norma ASTM E- 165	Resistencia (Kg/mm²)	Dureza (HRB)	Radiografía Industrial
	5%	Pasa	67.64	90.85	
12.26	43.32%	No pasa	44.565	87.58	No pasa
12.32	43.32%	No pasa	24.976	92.91	
12.90	56.65%	No pasa	40.675	92.58	
11.516	4.16%	Si pasa	68.413	92.05	Si pasa
11.472	4.32%	Si pasa	61.94	87.58	
11.494	4.66%	Si pasa	63.293	92.91	
11.091	23.33%	No pasa	38.063	92.58	No pasa
11.074	2.66%	Si pasa	61.066	92.05	
11.007	23.32%	No pasa	40.463	87.58	
11.033	30%	No pasa	63.255	92.91	No pasa
11.45	30%	No pasa	64.188	92.58	
11.38	30%	No pasa	51.076	92.05	

(Fuente: Autor).

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los tipos de defectos que se encontraron una vez realizados los ensayos de tintas penetrantes coloreadas son, mordeduras, sobremontas, falta de penetración y en menor proporción fisuras.
- Se determinó el procedimiento de realización del ensayo a las juntas soldadas de forma semiautomática por medio de un prototipo de máquina para soldar y el criterio de aceptación o rechazo de las mencionadas soldaduras basándose en las norma AWS D1.6.
- Se desarrolló un formato para la presentación de informes el cual integra todos los elementos necesarios para la fácil comprensión de los mismos, como son características del metal base y de aporte, así como de los equipos utilizados y normas de criterio de aceptación o rechazo de soldadura.
- Las etapas relevantes del ensayo son las de limpieza del exceso de penetrante, aplicación del revelador y los tiempos de penetración y revelado, ya que esto se elige de acuerdo al tipo de material a ensayar.
- La utilización de tintas penetrantes visibles es un proceso muy sencillo de realizar y no es costoso y su medio el secado es a temperatura ambiente o normal.
- A pesar de que en normas se dan tiempos de penetración como de revelado, estos son meramente indicativos, ya que es la experiencia la que dará los tiempos de aplicación respectivos.

- Con la frecuencia utilizada de 2,5 Hz se tuvo valores de la resistencia a la tracción que cumplen satisfactoriamente, ya que su cordón de soldadura está bien realizado.
- Los ensayos de dureza realizados en el acero inoxidable AISI 304 tiene un valor promedio de 92,91HRB ya que el de tablas es de 87HRB, por lo tanto la dureza en el rango aceptable.
- La variación de la velocidad de avance se realizó por medio de un variador de frecuencia, las cuales fueron diferentes al momento de soldar las placas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Calibrar la máquina semiautomática para la velocidad de avance al momento de soldar las probetas a ensayar, también calibrar el flujo de gas a utilizar que en este caso es Argón, también calibrar todos los parámetros de la soldadora MIG.
- Comprobar que el material que se vaya a utilizar sea el que se propuso para el estudio, comparar mediante análisis del material como viene de fábrica con las fuentes bibliográficas.
- Se debe tomar en cuenta los factores con los cuales se va a realizar el ensayo de tracción asegurándose que se cumpla lo especificado.
- Para realizar el ensayo de tracción las probetas deben tener las medidas especificadas en la norma AWS D1.6.
- Se debe calibrar la probeta antes de realizar el ensayo en la máquina universal, para aplicar el deformímetro en las marcas calibradas.

- En cuanto a la aplicación de tintas penetrantes, tomar las debidas medidas de seguridad personal, como la utilización de gafas, mascarilla y guantes quirúrgicos, al tratarse de químicos nocivos para la salud.

CAPITULO VI

6 PROPUESTA

"DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA CONTROLAR LA VELOCIDAD DE AVANCE EN LA SOLDADURA DEL ACERO INOXIDABLE"

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Al realizar el estudio sobre el efecto producido en la variación de velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable, realizado por una máquina semiautomática; se va a efectuar mediante los ensayos no destructivos, como es en nuestro caso ensayos de tintas penetrantes coloreadas y el ensayo de tracción, así como también el aspecto económico para realizar el ensayo.

En el estudio hay que tomar en cuenta principalmente, los materiales que la constituyen y las características de estos, tanto los datos del proveedor y de los ensayos realizados bajo normas, se consideran los procesos a seguir y el ambiente de ejecución, seguidamente se verifica si cumplen las probetas ensayadas.

Existen algunos parámetros que se deben considerar al momento de realizar el estudio por tintas penetrantes coloreadas, como son, tiempo, temperatura e iluminación en donde se ejecutará el ensayo.

Con estas consideraciones debemos acudir a algunas normas como son la ASTM E-1220, que trata sobre los requerimientos para realizar el ensayo no destructivo de tintas penetrantes coloreadas en las que el exceso de penetrante es removido con solventes; la ASTM E-165, que trata sobre las etapas para realizar el ensayo por líquidos penetrantes como su observación; la ASTM E-1417 que nos dice de los materiales para realizar el ensayo, así como su preparación y utilización.

Además de todas las normas citadas se utilizará otras como la inspección visual, además de las normas AWS D1.6, y Código ASME, Sección V Artículo 6.

Dichas probetas se elaborarán en acero inoxidable AISI 304 de 1/8 in de espesor de 300x250 mm, soldadura en posición 1G. En referente al lugar del ensayo se realizarán en el taller de soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica en la ciudad de Ambato.

Para poder obtener resultados cualitativamente satisfactorios, el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato cuenta con equipo necesario para realizar los ensayos correspondientes.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Del estudio que se va a realizar es necesario construir un prototipo de máquina semiautomática para controlar la velocidad de avance de la soldadura, luego soldar las placas y después realizar los ensayos de tracción y tintas coloreadas respectivamente.

En el desarrollo del análisis de una junta soldada, enfocado a los defectos superficiales que pueden existir en éstas, resulta de suma importancia detectar la presencia de dichos defectos por la persona a cargo de la ejecución de dicha soldadura, por lo que se deduce realizar los ensayos con tintas penetrantes coloreadas ya que es un ensayo sencillo de realizar y sobre todo por lo económico y por ende visualizar los defectos.

El ensayo de tintas penetrantes coloreadas se lo puede realizar en cualquier momento, ya que su ejecución se la puede realizar al aire libre, donde lo determinante es la presencia de luz blanca.

El presente proyecto de investigación se lo realizará en los cordones de soldadura de probetas de acero inoxidable AISI 304, de 1/8 in de espesor en donde se realizará una previa examinación visual sobre los defectos, que pueda existir, para que después de realizar el ensayo determinar si se acepta o no dicha soldadura en base a normas.

Toda la información obtenida sobre el Ensayo No Destructivo de Tintas Penetrantes Coloreadas en base a la Norma ASTM E-1220, ASTM E-1417 y ASTM E-165, quedará a disposición del Área de Materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, misma que contribuirá a las futuras generaciones de estudiantes y público en general en su desarrollo profesional e industrial.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La idea de desarrollar el presente proyecto, surge de la necesidad de establecer la adecuada velocidad de avance de soldadura, que se lo realizara por medio de un variador de frecuencia para controlar la velocidad.

La presente investigación se enfoca en la detección de defectos superficiales en las juntas soldadas del acero inoxidable AISI 304, con el ensayo de tintas penetrantes coloreadas, y luego realizar un ensayo de tracción a las probetas.

El Laboratorio de Materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica cuenta de un equipo necesario para realizar tanto el ensayo de tracción como de tintas penetrantes coloreadas, lo que beneficiará a los estudiantes y hará que los resultados obtenidos sean de mayor validez ya que se podrá comprobar el cumplimiento del procedimiento y parámetros establecidos en la investigación.

Cabe mencionar la contribución a la industria, además de controlar la calidad de la soldadura tiene la característica de aplicarse a cualquier elemento mecánico de superficie lisa y no porosa.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un prototipo de máquina para controlar la velocidad de avance en la soldadura del acero inoxidable austenítico AISI 304 mediante el proceso GMAW.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Controlar la velocidad de avance en la soldadura.

- Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina.
- Controlar los procedimientos de seguridad para el manejo de la máquina.
- Analizar los parámetros de la soldadora al momento de soldar.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Para establecer la adecuada velocidad de avance existe material didáctico relacionado con áreas técnicas de la Ingeniería Mecánica, al igual que se cuenta con la herramienta de consulta abierta del internet que servirán de soporte para la realización de la presente propuesta, de igual forma se contará con el apoyo de personal que se encuentra relacionado con los conocimientos para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta. Un factor muy importante que es el desarrollo de esta propuesta se conseguirá el apoyo que se brindara a la sociedad por el aporte que se propone conseguir por parte de los estudiantes de la universidad. Desde estos puntos primordiales se puede catalogar como factible la propuesta planteada.

El objeto de efectuar la evaluación económica es el de establecer los costos de la realización del proyecto, para determinar la factibilidad de su ejecución, los valores obtenidos de los que se deduce que estos no son un impedimento para llevar a cabo el proyecto, en relación a la información que se obtendrá de la calidad de una junta soldada, además de la experiencia que se obtendrá en la realización de este método. Así mismo, en dirección de la elaboración de tesis, los costos del ensayo de tintas penetrantes visibles y ensayo de tracción se evaluarán y cotejarán con la medida en que contribuyan al logro de los objetivos planteados para el presente trabajo, mismos costos que se detallarán en lo posterior en función de la efectividad de visualizar defectos con mayor claridad.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

6.6.1 DISEÑO DE LA MÁQUINA QUE CONTROLA LA VELOCIDAD DE AVANCE DE LA SOLDADURA.

Para el diseño de la máquina, primero se tendrá que calcular si la estructura resistente a la carga que está sometida.

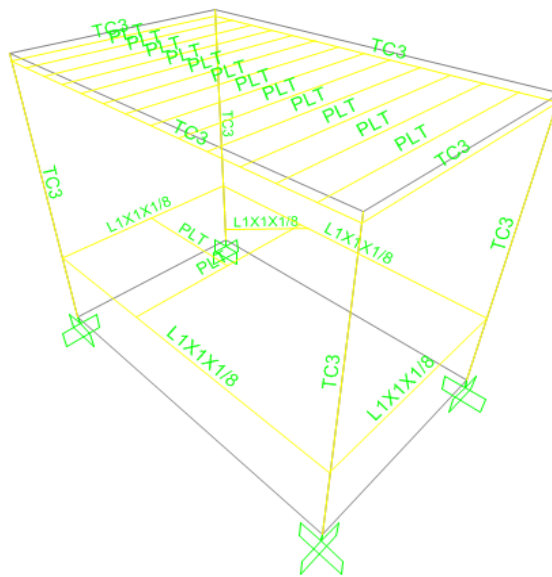


Gráfico 6.1: Asignación del perfil estructural.

(Fuente: Autor).

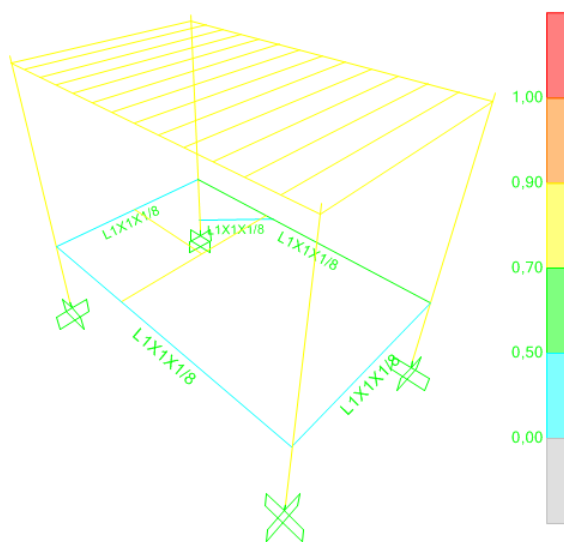


Gráfico 6.2: Simulación de la estructura

(Fuente: Autor).

Como se puede observar en el gráfico 6.2 la estructura soporta a la carga que está sometida, simulado mediante un software y por lo tanto los materiales utilizados para la construcción de la máquina son los siguientes:

Angulo estructural AL 25x3 mm (Anexo B1). Platina PLT 30x4 mm (Anexo B2)

Tubo cuadrado 50x50x2 mm (Anexo B3)

6.6.1.1 ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA.

Parámetros establecidos en la estructura base de la máquina, mediante la utilización de un software.

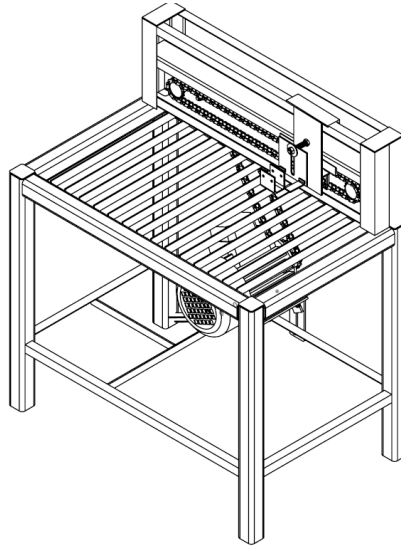


Gráfico 6.3: Esquema de la máquina.

(Fuente: Autor).

6.6.1.2 CÁLCULOS GENERALES

Potencia transmitida motor (Pt) = 0.75 Hp

Velocidad motoreductor (Vmr) = 1745 rpm

Velocidad de salida (ns) : 155 rpm

Uniforme → motor eléctrico $FS = 1$ (Anexo F Tabla 1)

➤ Potencia de diseño

$$Pd = FS * Pt$$

Ecuación (1)

$$Pd = 1 * 0.75 \text{ hp} = 0.75 \text{ hp}$$

$$i = \frac{\text{Velocidad motoreductor}}{\text{Velocidad de salida}}$$

Ecuación (2)

$$i = \frac{1745 \text{ rpm}}{155 \text{ rpm}} = 11.25$$

Donde:

P_d = Potencia de diseño

P_t = Potencia transmitida

FS = Factor de servicio para transmisión por cadenas

i = Relación

➤ Cálculo número de dientes

El menor número de dientes en un piñón y engrane rectos, con relación de engranes uno a uno, que pueden existir sin interferencia es N_p . Este número de dientes de engranes rectos está dado por:

$$N_p = \frac{2k}{3 \text{Sen}^2 \phi} (1 + \sqrt{1 + 3 \text{Sen}^2 \phi})$$

Donde:

$k = 1$ en el caso de dientes de profundidad completa

ϕ = Ángulo de presión

$$N_p = \frac{2 * 1}{3 * \text{Sen}^2 20} (1 + \sqrt{1 + 3 * \text{Sen}^2 20}) = 12.3 = 13 \text{ dientes}$$

∴ $N_1 = N_2 = 13$ dientes

$$N_p = \frac{2 * 1}{3 * \text{Sen}^2 14.5} (1 + \sqrt{1 + 3 * \text{Sen}^2 14.5}) = 22.22 = 23 \text{ dientes}$$

∴ $N_3 = N_4 = 23$ dientes

Anexo F Tabla 2

Número de dientes catarina ==> $N_1 = N_2 = 13$

$paso(p) = 0.5 \text{ in}$

$155 \text{ rpm} ==> V = 0.926 \text{ m/seg} ==> \text{lubricación tipo B (baño de aceite)}$

Número de dientes catarina ==> $N_3 = N_4 = 23$

$paso(p) = 0.5 \text{ in}$

$155 \text{ rpm} ==> V = 1.0375 \text{ m/seg} ==> \text{lubricación tipo B (baño de aceite)}$

➤ Calcule los diámetros de paso de las catarinas

$$D1 = D2 = \frac{p}{\text{Seno}\left(\frac{180^\circ}{N1}\right)} \quad \text{Ecuación (3)}$$

$$D1 = D2 = \frac{0.5 \text{ in}}{\text{Seno}(180^\circ/13)} = 2.089 \text{ in} = 5.31 \text{ cm} \cong 6 \text{ cm}$$

$$D3 = D4 = \frac{p}{\text{Seno}(180^\circ/N3)} = \frac{0.5 \text{ in}}{\text{Seno}(180^\circ/23)} = 3.672 \text{ in} = 9.33 \text{ cm} \cong 10 \text{ cm}$$

6.6.1.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE SALIDA VARIANDO LA FRECUENCIA.

Si conocemos la velocidad del motor reductor a 60 Hz, que es de 155 rev/min, podemos conocer la frecuencia que se deberá escoger para obtener la velocidad de salida necesitada para trasladarse, sabiendo que la velocidad del motor es proporcional a la frecuencia.

$$\frac{155 \text{ rpm}}{ns} = \frac{60 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}} \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$ns = 6.97 \text{ rpm} \quad ==> \quad f = 2.7 \text{ Hz}$$

$$ns = 6.45 \text{ rpm} \quad ==> \quad f = 2.5 \text{ Hz}$$

$$ns = 5.94 \text{ rpm} \quad ==> \quad f = 2.3 \text{ Hz}$$

$$ns = 5.42 \text{ rpm} \quad ==> \quad f = 2.1 \text{ Hz}$$

6.6.1.4 CÁLCULO DE RODAMIENTOS S

Los rodamientos S se usan principalmente en aplicaciones sencillas. Una unidad con rodamiento S consta de un rodamiento rígido de bolas con superficie exterior esférica, obturado a ambos lados y de un soporte de fundición gris o de chapa de acero estampada.

➤ Capacidad de carga de los rodamientos S (Catalogo FAG)

Los rodamientos S se calculan igual que los rodamientos rígidos de bolas. Por lo tanto, para el cálculo de la carga dinámica y estática equivalente se utilizan las fórmulas correspondientes. Dependiendo de si las máquinas trabajan por temporadas o en servicio continuo, se exigen factores de esfuerzos dinámicos f_L

entre 1 y 4, correspondientes a valores de la duración a la fatiga entre 500 y 30000 horas.

$T = 40^{\circ}\text{C}$; $ns = 155$ rpm; $p = 3$ (para rodamientos de bolas)

$Fr = 400$ N; $Fa = 200$ N ; Máquina; $R = 99\%$

Donde:

T = Temperatura

ns = Velocidad de salida

p = Exponente de vida

Fr = Carga radial

Fa = Carga axial

R = Confiabilidad

El factor de esfuerzos estáticos f_s se toma como un valor de seguridad contra deformaciones demasiado elevadas en los puntos de contacto de los cuerpos rodantes. Para rodamientos que deban girar con gran suavidad y facilidad, habrá que elegir un factor de esfuerzos estáticos f_s mayor. Si las exigencias de suavidad de giro son más reducidas, bastan valores más pequeños.

$f_s = 1.5 \dots\dots 2.5$ para exigencias elevadas

$f_s = 1.0 \dots\dots 1.5$ para exigencias normales

$f_s = 0.7 \dots\dots 1.0$ para exigencias reducidas

➤ Determinación de la capacidad de carga estática (requerida)

$$C_o = f_s * P_o \qquad \text{Ecuación (5)}$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{200 \text{ N}}{400 \text{ N}} = 0.5 < 0.8 \qquad \text{Ecuación (6)}$$

$$P_o = F_r \qquad \text{Ecuación (7)}$$

$$f_s = 1.5$$

$$C_o = 1.5 * 400 = 0.6 \text{ KN}$$

➤ Determinación de la capacidad de carga dinámica (requerida)

$$C = P * \sqrt[p]{\frac{Lh * n * 60}{1000000 * a_1 * a_{23}}} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Con el tipo de máquina $f_L=3.5$ (Anexo F Tabla 5)

$$f_L = \sqrt[p]{\frac{Lh}{500}} \quad \text{Ecuación (9)}$$

$$Lh = 3.5^3 * 500 = 21437.5 \text{ hr}$$

Donde:

f_L = Factor de esfuerzo dinámico

f_n = Factor de velocidad

Lh = Vida nominal

C = Capacidad de carga dinámica

P = Carga dinámica equivalente

C_o = Capacidad de carga estática

f_s = Factor de esfuerzos estáticos

P_o = Carga estática equivalente

a_1 = Factor de probabilidad de fallo

a_{23} = Factor para el material y las condiciones de servicio

➤ Factor a_1 para la probabilidad de fallo

Los fallos de rodamientos por fatiga están sujetos a las leyes estadísticas, por lo que es necesario tener en cuenta la probabilidad de fallo al calcular la vida a fatiga. En general se toma un 10% de la probabilidad de fallo. La vida L_{10} es la vida nominal. El factor a_1 también se utiliza para probabilidades de fallo entre 10% y 1%.

▼ Factor a_1						
Probabilidad de fallo %	10	5	4	3	2	1
Vida a fatiga	L_{10}	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1
Factor a_1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Con $R = 99\%$ $\implies a_1=0.21$

➤ Factor a_{23}

El factor a_{23} para la determinación de la vida ampliada se obtiene de la formula

$$a_{23} = a_{23 II} * s \quad (\text{Anexo F Figura 2}) \quad \text{Ecuación (10)}$$

Donde:

$a_{23 II}$ = Valor básico

s = Factor de limpieza

El factor a_{23} tiene en cuenta los efectos del material, del tipo de rodamiento, la carga, la lubricación y la limpieza. Como punto de partida para la determinación del factor a_{23} sirve el Anexo F Figura 2. La zona II del diagrama, que es la más importante en la práctica, vale para limpieza normal (valor básico $a_{23 II}$ para $s=1$)

➤ Factor básico $a_{23 II}$

Para determinar el factor básico $a_{23 II}$ en el Anexo F Figura 2 se necesita el valor de $K= K1 + K2$. El valor de $K1$ puede tomarse del diagrama superior del anexo F Figura 1, en función del tipo de rodamiento y el factor de esfuerzos estáticos f_s . $K2$ es igual a 0 para lubricantes con aditivos de probada efectividad.

$$K= K1 + K2$$

$$K2 = 0 \quad \text{Si son aceites de probada efectividad}$$

$$K1 = 0 \quad \text{Para rodamientos rígido de bolas}$$

$$K= 0$$

➤ Factor de limpieza s

El factor s cuantifica los efectos de la contaminación en la vida. Para una limpieza normal ($V=1$) siempre vale $s = 1$, es decir $a_{23 II} = a_{23}$. Basado en el factor f_s y en función del ratio de viscosidad k . Siendo $k \leq 0.4$, $s = 1$.

$$k = 0.3 ; K = 0$$

$$a_{23 II} = 1 ; s = 1$$

$$a_{23} = a_{23 II} * s = 1 \text{ (Anexo F Figura 2)}$$

Donde:

k = ratio de viscosidad

V = Factor de contaminación

➤ Carga dinámica equivalente

$$P = xFr + yFa$$

Ecuación (11)

▼ Factores radiales y axiales de los rodamientos rígidos de bolas

$\frac{f_0 \cdot F_a}{C_0}$	Juego normal de rodamiento					Juego de rodamiento C3					Juego de rodamiento C4				
	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y		X	Y	X	Y		X	Y	X	Y
0,3	0,22	1	0	0,56	2	0,32	1	0	0,46	1,7	0,4	1	0	0,44	1,4
0,5	0,24	1	0	0,56	1,8	0,35	1	0	0,46	1,56	0,43	1	0	0,44	1,31
0,9	0,28	1	0	0,56	1,58	0,39	1	0	0,46	1,41	0,45	1	0	0,44	1,23
1,6	0,32	1	0	0,56	1,4	0,43	1	0	0,46	1,27	0,48	1	0	0,44	1,16
3	0,36	1	0	0,56	1,2	0,48	1	0	0,46	1,14	0,52	1	0	0,44	1,08
6	0,43	1	0	0,56	1	0,54	1	0	0,46	1	0,56	1	0	0,44	1

Se impone el valor de $e = 0.32$

$$\frac{Fa}{Fr} > e$$

$$0.5 > 0.32 \quad \therefore \quad x = 0.56 ; y = 1.4$$

$$P = 0.56 * 400 + 1.4 * 200 = 0.504 \text{ KN}$$

➤ Capacidad de carga dinámica

$$C = 0.504 * \sqrt[3]{\frac{21437.5 * 155 * 60}{1000000 * 0.21 * 1}} = 4.953 \text{ KN}$$

- Por lo tanto se escoge un rodamiento 6204

$d=20\text{mm}$ $D=47\text{ mm}$ $C=12.7\text{ KN}$ $C_0=6.55\text{ KN}$

Factor f_0 para rodamientos rígidos de bolas. (Anexo F Tabla 3)

$f_0 = 13.1$

$$\frac{f_0 * Fa}{C_0} = \frac{13.1 * 0.2\text{KN}}{6.55\text{KN}} = 0.4 \quad \text{Ecuacion (12)}$$

$$\frac{Fa}{Fr} > e$$

Interpolación de valores e, x, y

$$0.5 > 0.23 \quad \therefore \quad x = 0.56 ; y = 1.9$$

$$P = 0.56 * 400 + 1.9 * 200 = 0.604\text{ KN}$$

$$C = 0.604\text{KN} * 9.828 = 5.94\text{ KN} \quad \text{OK.}$$

Se escoge los rodamientos S (Anexo F Tabla 4).

$d=20\text{ mm}$ **F16204** peso: 0.75 kg

6.6.1.5 CÁLCULO DE UN TORNILLO SINFIN Y CORONA

➤ Tipos de engranes de tornillo sinfín

Los engranes de tornillo sinfín, o engranes de gusano, se usan para transmitir movimiento y potencia entre ejes que no se cruzan, por lo general forman 90° entre sí. La transmisión consiste en un sinfín o gusano, en el eje de alta velocidad, que tiene el aspecto general de una rosca de tornillo. Este sinfín impulsa a una corona, que tiene un aspecto parecido al de un engrane helicoidal. A veces a la corona se le llama corona sinfín o solo corona o engrane. Los sinfines y las coronas se consiguen con roscas de mano derecha o izquierda en el gusano, y los dientes correspondientes, diseñados en la corona, que afectan la dirección de giro de la corona.

➤ Geometría del tornillo y engrane sinfín

Un requisito básico del conjunto de sinfín y corona es que el paso axial del sinfín debe ser igual al paso circular de la corona, para que engranen.

Algunas coronas se fabrican de acuerdo con la convención del paso circular. Pero en los engranes rectos, los conjuntos comerciales de tornillo y engrane sinfín se fabrican con pasos diametrales convencionales con los siguientes valores 48, 32, 24, 16, 12, 9, 8, 6, 5, 4 y 3 que se consiguen con facilidad.

➤ Numero de roscas del tornillo sinfín

Los sinfines pueden tener una sola rosca, como en un tornillo cualquiera, o roscas múltiples, en general de 2 o 4; pero a veces tienen 3, 5, 6, 8 o más.

➤ Datos para realizar los cálculos respectivos

$$i = 11,25 \quad n_w = 1745 \text{ rpm} \quad \text{Paso diametral } Pd = 9$$

$$\text{Número de roscas del tornillo sinfín } N_w = 4$$

$$\text{Diámetro de paso del tornillo sinfín } D_w = 2 \text{ in}$$

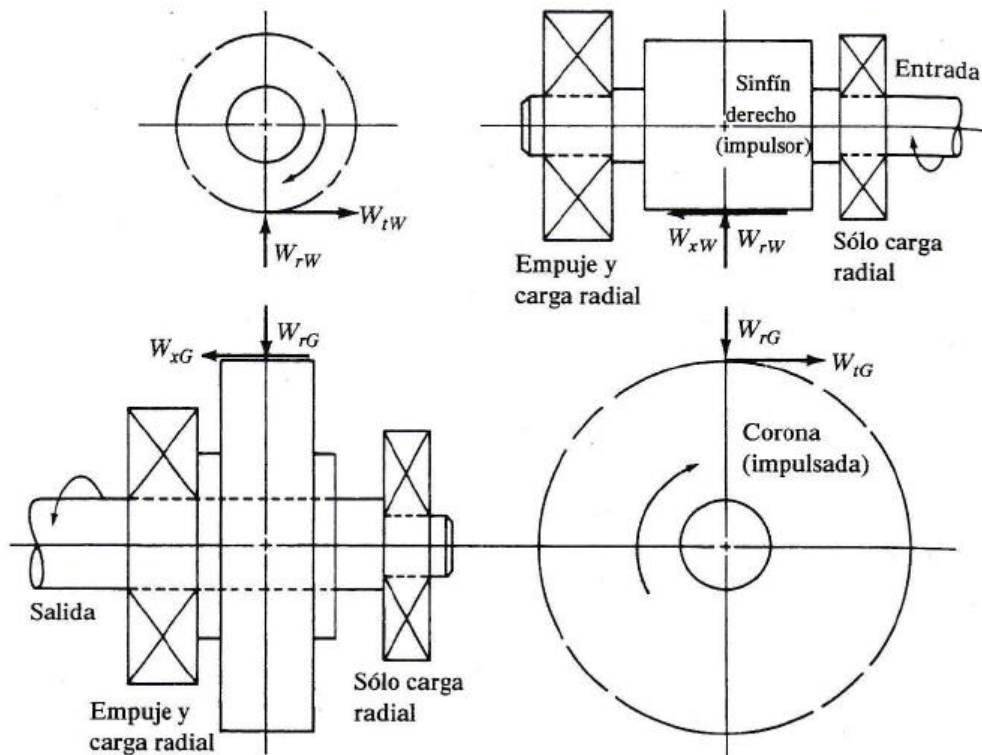


Figura 6.1: Fuerzas sobre un tornillo sinfín y una corona.
(Fuente: Robert L. Mott. Diseño de elementos de máquinas. 4^{ta} Edición. Pág.476)

➤ Relación de velocidad

$$i = \frac{N_G}{N_W} \quad \text{Ecuación (13)}$$

$$N_G = 11.25 * 4 = 45$$

Donde:

N_G = Número de dientes en la corona

➤ Paso circular

$$pc = \frac{\pi}{Pd} = \frac{\pi}{9} = 0,349 \text{ in} \quad \text{Ecuación (14)}$$

$$p_x = pc = 0,349 \text{ in}$$

Donde:

pc = Paso circular

p_x = Paso axial

Pd = Paso diametral

➤ Avance (L)

El avance de un sinfín es la distancia axial que recorrería un punto del sinfín cuando este girara una revolución.

$$L = N_W * p_x = 4 * 0,349 = 1,396 \text{ in} \quad \text{Ecuación (15)}$$

➤ Ángulo de avance (λ)

$$\lambda = \text{tg}^{-1} \left(\frac{L}{\pi D_W} \right) = \text{tg}^{-1} \left(\frac{1,396}{\pi * 2} \right) = 12,52^\circ \quad \text{Ecuación (16)}$$

➤ Diámetro de paso de la corona (D_G)

$$D_G = \frac{N_G}{Pd} = \frac{45}{9} = 5 \text{ in} \quad \text{Ecuación (17)}$$

➤ Distancia entre centros (C)

$$C = \frac{D_G + D_W}{2} = \frac{5 + 2}{2} = 3,5 \text{ in} \quad \text{Ecuación (18)}$$

➤ Velocidad de la corona en rpm (n_G)

$$n_G = \frac{n_W}{i} = \frac{1745}{11,25} = 155,11 \text{ rpm} \quad \text{Ecuación (19)}$$

➤ Velocidad de la línea de paso para el sinfín (V_{tW})

$$V_{tW} = \frac{\pi D_W n_W}{12} = \frac{\pi * 2 * 1745}{12} = 913,68 \text{ pies/min} \quad \text{Ecuación (20)}$$

➤ Velocidad de la línea de paso para la corona (V_{tG})

$$V_{tG} = \frac{\pi D_G n_G}{12} = \frac{\pi * 5 * 155,111}{12} = 203,04 \text{ pies/min} \quad \text{Ecuación (21)}$$

➤ Velocidad de deslizamiento de la corona (V_S)

$$V_S = \frac{V_{tG}}{\text{sen } \lambda} = \frac{203,04}{\text{sen } (12,52)} = 936,62 \text{ pies/min} \quad \text{Ecuación (22)}$$

➤ Coeficiente de fricción (μ)

La fricción juega un papel principal en el funcionamiento de un conjunto de tornillo sinfín, porque tiene en forma inherente, un contacto de deslizamiento entre las roscas del gusano y los dientes de la corona. El coeficiente de fricción depende de los materiales usados, el lubricante y la velocidad de deslizamiento.

Alta velocidad: $V_S > 10$ pies/min

$$\mu = 0,103e^{(-0,11(V_S)^{0,45})} + 0,012 \quad \text{Ecuación (23)}$$

$$\mu = 0,103e^{(-0,11(936,62)^{0,45})} + 0,012 = 0,0214$$

Par torsional de salida de la corona $T_o = 276$ lb in

Ángulo de presión transversal $\phi_t = 20^\circ$, sinfín acero templado y rectificado y la corona es de bronce.

➤ Ángulo de presión normal (ϕ_n)

$$\phi_n = tg^{-1}(tg\phi_t \cos\lambda) \quad \text{Ecuación (24)}$$

$$\phi_n = tg^{-1}(tg(20) * \cos(12,52)) = 19,56^\circ$$

Se calcula las siguientes cantidades

$$\text{Sen } \phi_n = \text{Sen}(19,56^\circ) = 0,334$$

$$\text{Cos } \phi_n = \text{Cos}(19,56^\circ) = 0,942$$

$$\text{Sen } \lambda = \text{Sen}(12,52^\circ) = 0,216$$

$$\text{Cos } \lambda = \text{Cos}(12,52^\circ) = 0,976$$

$$tg \lambda = tg(12,52^\circ) = 0,222$$

➤ Fuerza tangencial sobre la corona (W_{tG})

$$W_{tG} = \frac{2To}{D_G} = \frac{2*276 \text{ lb in}}{5 \text{ in}} = 110,4 \text{ lb} \quad \text{Ecuación (25)}$$

➤ Fuerza axial sobre la corona (W_{xG})

$$W_{xG} = W_{tG} \frac{\text{Cos } \phi_n \text{Sen } \lambda + \mu \text{Cos } \lambda}{\text{Cos } \phi_n \text{Cos } \lambda - \mu \text{Sen } \lambda} \quad \text{Ecuación (26)}$$

$$W_{xG} = 110,4 \text{ lb} \left(\frac{0,942 * 0,216 + 0,0214 * 0,976}{0,942 * 0,976 - 0,0214 * 0,216} \right) = 27,08 \text{ lb}$$

➤ Fuerza radial sobre la corona (W_{rG})

$$W_{rG} = \frac{W_{tG} \text{Sen } \phi_n}{\text{Cos } \phi_n \text{Cos } \lambda - \mu \text{Sen } \lambda} \quad \text{Ecuación (27)}$$

$$W_{xG} = \left(\frac{110,4 \text{ lb} * 0,334}{0,942 * 0,976 - 0,0214 * 0,216} \right) = 40,31 \text{ lb}$$

➤ Potencia de salida (Ps)

$$P_s = \frac{T_o * n_G}{63000} \quad \text{Ecuación (28)}$$

$$P_s = \frac{276 \text{ lb in} * 155,111 \text{ rpm}}{63000} = 0,67 \text{ hp}$$

➤ Fuerza de fricción (W_f)

$$W_f = \frac{W_{tG} * \mu}{\text{Cos } \phi_n \text{Cos } \lambda - \mu \text{Sen } \lambda} \quad \text{Ecuación (29)}$$

$$W_{xG} = \left(\frac{110,4 \text{ lb} * 0,0214}{0,942 * 0,976 - 0,0214 * 0,216} \right) = 2,582 \text{ lb}$$

➤ Pérdida de potencia debido a la fricción (P_L)

$$P_L = \frac{V_s W_f}{33000} \quad \text{Ecuación (30)}$$

$$P_L = \frac{936,62 \frac{\text{pies}}{\text{min}} * 2,582 \text{ lb}}{33000} = 0,0732$$

➤ Potencia de entrada (P_i)

$$P_i = P_o + P_L \quad \text{Ecuación (31)}$$

$$P_i = 0,67 + 0,07 = 0,74 \text{ hp}$$

➤ Eficiencia (η)

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} (100\%) \quad \text{Ecuación (32)}$$

$$\eta = \frac{0,67}{0,74} (100\%) = 90,54\%$$

➤ Factor de velocidad (K_v)

$$K_v = \frac{1200}{1200 + V_{tG}} \quad \text{Ecuación (33)}$$

$$K_v = \frac{1200}{1200 + 203,04} = 0,855$$

➤ Carga dinámica (Wd)

$$Wd = \frac{W_{rG}}{K_v} \quad \text{Ecuación (34)}$$

$$Wd = \frac{40,31 \text{ lb}}{0,855} = 47,15 \text{ lb}$$

➤ Factor de forma de Lewis

Tabla 6.1: Factor de forma de Lewis, aproximado para dientes de coronas.

ϕ_n	y
14 $\frac{1}{2}$ °	0.100
20°	0.125
25°	0.150
30°	0.175

Fuente: Mott R. (2006). Diseño de elementos de máquinas. (4^{ta} Edición). Pearson Education. México.

$$y = 0,125 \text{ con } \phi_n = 20^\circ$$

$$Pn = p * \cos\lambda \quad \text{Ecuación (35)}$$

$$Pn = 0,349 * 0,976 = 0,34 \text{ in}$$

➤ Esfuerzo en los dientes de la corona (σ)

$$\sigma = \frac{Wd}{yFPn} \quad \text{Ecuación (36)}$$

$$\sigma = \frac{47,15 \text{ lb}}{0,125 * 1,25 \text{ in} * 0,34 \text{ in}} = 887,53 \text{ psi}$$

➤ Factor de corrección (Cm)

El factor de corrección por relación Cm . Para relación de velocidad de 6 a 20

$$Cm = 0,02(-m_G^2 + 40m_G - 76)^{0,5} + 0,46 \quad \text{Ecuación (37)}$$

$$Cm = 0,02(-11,25^2 + 40 * 11,25 - 76)^{0,5} + 0,46 = 0,774$$

Para Vs de 700 a 3000 pies/min

$$Cv = 13,31V_s^{-0,571} \quad \text{Ecuación (38)}$$

$$Cv = 13,31 * 936,62^{-0,571} = 0,267$$

Para $D_G > 8$ in

$$Cs = 1000$$

Para ancho de cara mayores utilice $Fe < 0,67D_w$, porque no tiene efecto el exceso de ancho. Entonces $Fe = F$

$$1,25 < 1,34 \quad \text{por lo tanto } Fe = 1,25 \text{ in}$$

Donde:

Cv = Factor por velocidad

Cs = Factor por materiales

Fe = Ancho de cara efectivo

F = Ancho de cara

➤ Carga tangencial nominal

$$W_{tR} = C_s D_G^{0,8} Fe C_m Cv \quad \text{Ecuación (42)}$$

$$W_{tR} = 1000 * 5^{0,8} * 1,25 * 0,774 * 0,267 = 936,134 \text{ lb} \quad \text{OK.}$$

6.6.1.6 CALCULO DEL TORQUE PARA SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA.

$$Pt = T * w$$

$$P = T * 2\pi f$$

Donde:

Pt = Potencia transmitida motor

T = Torque

w = velocidad angular

f = frecuencia

$$T = \frac{P}{2\pi f}$$

$$T = \frac{0.75 \text{ Hp}}{2\pi * 60 \text{ Hz}}$$

$$T = \frac{\frac{0.75 \text{ Hp}}{1} * \frac{746 \text{ watt}}{1 \text{ Hp}}}{2\pi * 60 \text{ Hz}}$$

$$T = 1.484 \text{ N} * \text{m}$$

Con la potencia del motor que es de 0.75 hp y el torque

Variador seleccionado SINAMICS G110. Ver catálogo (Anexo C)

6.6.2 INTERRUPTOR O SWITCH

Este es un dispositivo utilizado para bloquear o permitir el paso de los electrones en un circuito o sistema dado. Deben cumplir estrictamente parámetros de continuidad absoluta y rigidez eléctrica en el punto de contacto. La capacidad de manejo de corriente y voltaje en el punto de contacto que generalmente es de plata, la estipula el fabricante cuando emite la producción al mercado.

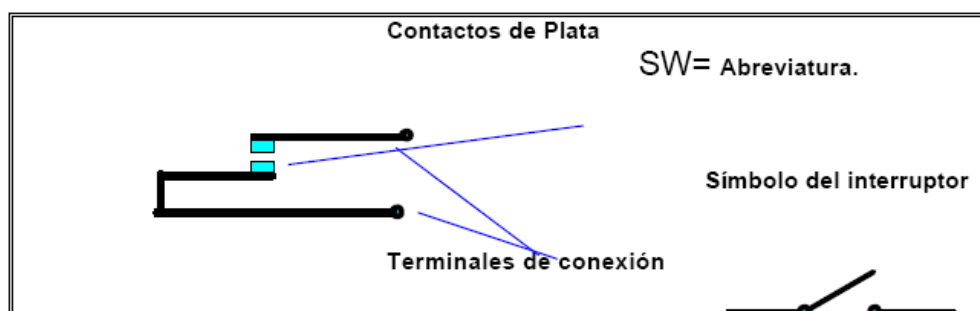


Figura 6.2: Como está formado un interruptor.

(Fuente: <http://es.scribd.com/doc/136372673/Conceptos-Electronica#download>)

6.6.3 TIPOS DE INTERRUPTORES

Existe una multiforme y gran variedad topológica de interruptores a nivel comercial, pero estos son los más comunes:

Los switches o interruptores, dependiendo de su forma de activación se dividen en: manuales, magnéticos, térmicos y sensores.

Ejemplo:

Manuales: suiche de codillo, cuchilla, pulsador etc.

Magnéticos: Reles o relevos, contactores, red switch, etc.

Térmicos: Breakers, Disyuntores, etc.

Sensores: Foto transistor, foto tiristor, sw de Mercurio, sw de choque o vibración, etc.

No olvide que todo tipo de interruptor, exige ser revisado en sus características de Voltaje y corriente en Amperios antes de ser Instalado o reemplazado en un sistema Eléctrico o Electrónico.

Un interruptor eléctrico es en su acepción más básica un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno sus tipos y aplicaciones son innumerables, van desde un simple interruptor que apaga o enciende un bombillo, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas controlado por computadora.

Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente separados, se unen mediante un actuante para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus posiciones hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos.

De la calidad de los materiales empleados para hacer los contactos dependerá la vida útil del interruptor.



Figura 6.3: Interruptor.

(Fuente: <http://es.scribd.com/doc/136372673/Conceptos-Electronica#download>)

6.6.4 VARIADORES DE VELOCIDAD

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) en un sentido amplio, es un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores eléctricos.

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua también puede ser designada como variador de velocidad.

➤ Motivos para emplear variadores de velocidad

El control de procesos y el ahorro de la energía son las dos de las principales razones para el empleo de variadores de velocidad. Históricamente, los variadores de velocidad fueron desarrollados originalmente para el control de procesos, pero el ahorro energético ha surgido como un objetivo tan importante como el primero.

➤ Variadores para motores de AC

Los variadores de frecuencia (siglas AFD, del inglés Adjustable Frequency Drive; o bien VFD Variable Frequency Drive) permiten controlar la velocidad tanto de motores de inducción (asíncronos de jaula de ardilla o de rotor devanado), como de los motores síncronos mediante el ajuste de la frecuencia de alimentación al motor.

Para el caso de un motor síncrono, la velocidad se determina mediante la siguiente expresión:

$$(1) \quad Nm = \frac{120 \cdot f}{p}$$

Cuando se trata de motores de inducción, se tiene:

$$(2) \quad Nm = \frac{120 \cdot f \cdot (1-s)}{p}$$

Donde:

Nm = velocidad mecánica (rpm)

f = frecuencia de alimentación (Hz)

s = deslizamiento (adimensional)

p = número de polos (adimensional)

Como puede verse en las expresiones (1) y (2), la frecuencia y la velocidad son directamente proporcionales, de tal manera que al aumentar la frecuencia de alimentación al motor, se incrementará la velocidad de la flecha, y al reducir el valor de la frecuencia disminuirá la velocidad del eje. Por ello es que este tipo de variadores manipula la frecuencia de alimentación al motor a fin de obtener el control de la velocidad de la máquina. Estos variadores mantienen la razón Voltaje/ Frecuencia (V/Hz) constante entre los valores mínimo y máximos de la frecuencia de operación, con la finalidad de evitar la saturación magnética del núcleo del motor y además porque el hecho de operar el motor a un voltaje constante por encima de una frecuencia dada (reduciendo la relación V/Hz) disminuye el par del motor y la capacidad del mismo para proporcionar potencia constante de salida en el motor.

6.7 METODOLOGÍA

6.7.1 INSTRUCCIONES DE USO DEL CONVERTIDOR SINAMICS G110

Los variadores SINAMICS G110 son convertidores de frecuencia para regular la velocidad en motores trifásicos. Los diferentes modelos que se suministran la marca SIEMENS cubren un margen de potencia de 120 W a 3,0 Kw en redes monofásicas. Con sus ajustes por defecto realizados en fábrica, SINAMICS G110 es ideal para una gran gama de aplicaciones sencillas de control de motores V/f, también puede utilizarse tanto en aplicaciones donde se encuentre aislado como integrado en sistemas de automatización.

Haciendo uso del gran número de parámetros de ajuste de que dispone, también puede utilizarse SINAMICS G110 en aplicaciones más avanzadas para control de accionamientos. Los valores de parámetros para el SINAMICS G110 se pueden modificar con el panel básico de operaciones BOP (Basic Operator Panel) o bien mediante la interface en serie universal (USS) (Anexo C)



Gráfico 6.4: variador de frecuencia SINAMICS G 110.
(Fuente: Autor)

6.7.2 MATERIAL BASE Y MATERIAL DE APORTE.

En la elaboración de las probetas para el ensayo se usaran dos tipos de acero inoxidable AISI 304 (placas), este tipo de acero inoxidable es un poco complicado de conseguir debido a su alto costo.



Gráfico 6.5: Placas o probetas (Acero inoxidable AISI 304).
(Fuente: Autor).

3 Alambre de acero inoxidable para proceso MIG (ER 308 L)

Alambre continuo que deposita un acero inoxidable austenítico. Poseen gran resistencia a la corrosión y gracias a su extra-bajo contenido de carbono es mínima la formación de carburo de cromo en el metal soldado. Posee buena

resistencia a los agentes oxidantes, ductilidad y alta resistencia al impacto, inclusive a temperaturas muy bajas.



Gráfico 6.6: Alambre ER 308 L.

(Fuente: Autor)

6.8 ADMINISTRACIÓN

En esta sección se redacta en una tabla con los valores económicos, los cuales se presentaron durante el desarrollo de ésta investigación:

Tabla 6.2: Costo total de la investigación.

CANTIDAD	DETALLE	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
RECURSOS MATERIALES			
1	Plancha de acero ASTM A36 (900x350x3)mm	17	17
1	Plancha de acero inoxidable AISI 304 (1000x600x3)mm	100	100
1	1 Rollo de 12.5 Kg (Alambre de acero inoxidable)	190	190
1	Platina de acero ASTM A36 (1.5x3/16)”	9.45	9.45
1	Tubo cuadrado ASTM A500 (2x2x1/8)”	22.77	22.77
1	Angulo de acero ASTM A36 (1x1x1/8)”	8.77	8.77
1	Eje de acero al carbono AISI 1018 L= 50cm d= 3/4 in	2.50	2.50

1	Eje de acero al carbono AISI 1018 L= 10cm d=2 in	6.33	6.33
1/2	Angulo de acero ASTM A36 (2x2x1/8)"	4.5	4.5
2	Chumaceras	6	12
8	Pernos M12, tuercas, rodela	0,9	7.2
8	Pernos M6, tuercas, rodela	0,5	4
1	Enchufe para corriente trifásica	7.65	7.65
2	Cable para enchufe trifásico (2 metros)	4.05	8.10
1	Motor reductor de 0.75 HP	200	200
1	Variador de frecuencia	245	245
2	Cadenas simple de rodillos paso=0.5"	5	10
2	Ruedas dentadas d=10cm	5	10
2	Catalinas d= 6 cm	2	4
1	Cable flexible N°18 (20 metros)	0.20	4
TOTAL			873.27
COSTOS POR UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA			
	Soldadora (5 horas utilizadas)	4	20
	Taladro (1 hora utilizada)	1.50	1.50
	Torno (3 horas utilizadas)	7	21
	Pulidora (1 hora utilizada)	1.50	1.50
	Cortadora (2 horas utilizadas)	1.50	3
	Soplete (1 hora utilizada)	4	4
TOTAL			51
COSTOS POR MANO DE OBRA			
	Maestro mecánico (10 horas)	10	100
	Maestro eléctrico (1 horas)	10	10
	Costo ensayo de radiografía	240	240
TOTAL			350
RECURSOS ECONÓMICOS			
	Transporte y Alimentación	100	100
	Material de Escritorio	100	100
500	Impresiones	0,2	100
3	Empastados	10	30
TOTAL			330
SUB-TOTAL			1604.27
IMPREVISTOS 10%			160.427
TOTAL GASTOS			1764.697

(Fuente: Autor)

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Una vez concluido el presente trabajo investigativo se ha podido determinar que con la frecuencia de 2.5Hz a una velocidad de avance al momento de soldar de 11.144 mm/seg se obtiene buenos resultados. La investigación fue realizada en los laboratorios de Materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi; la investigación constituye un aporte importante al Área de Materiales y Soldadura ya que mediante este se ha logrado determinar un procedimiento para aplicar una adecuada velocidad de avance al momento de soldar aceros inoxidable austeníticos por medio del proceso de soldadura GMAW, el mismo que puede ser utilizado en la industria alimenticia, química, etc.

Esta investigación puede servir de referencia para posteriores investigaciones con otro tipo de acero inoxidable y proceso de soldadura diferente, para determinar los mejores parámetros para esas juntas específicas y que resistencia más a la corrosión.

1. BIBLIOGRAFÍA

➤ Fuentes Bibliográficas

1. Almeida L., Villena C. (2009). *Soldadura fuerte de acero inoxidable austenítico.*, Escuela Politécnica Nacional.
2. Magaña J. (2007). *Estudio comparativo de la unión por soldadura del acero inoxidable duplex 2205*, Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. Morelia. México.
3. García P. (2009). *Guía Comparativa De Procesos De Fusión Con Depósito De Material.* Instituto Politécnico Nacional. México.
4. Callister W. (1998). *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales.* Editorial Reverte S.A. México.
5. Horwitz, P.E. (2002). *Soldadura, Aplicaciones y Práctica.* Alfaomega Grupo editor S.A. Colombia.
6. Rowe R. & Jeffus L. (2008). *Manual de soldadura GMAW (MIG-MAG).* Paraninfo S.A. España.
7. Rivas J. (2008). *Soldadura eléctrica y sistemas TIG y MAG.* (9^{na} Edición). Paraninfo S.A. España.
8. Smith W. F. (1998). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales.* (3^{ra} Edición). Mc Graw Hill. México.
9. Mott R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas.* (4^{ta} Edición). Pearson Education. México.

➤ Biblioteca Virtual de la UTA

10. More E. (1999). *Estudio comparativo de la resistencia a la corrosión de aceros inoxidables austeníticos clásicos, de muy bajo contenido en níquel y pulvimetalúrgicos*. (Ebrary, Biblioteca Virtual UTA).

<http://site.ebrary.com/lib/utasp/docDetail.action?docID=10092750&p00=estudio%20comparativo>.

11. Molera S. (1990). *Metales resistentes a la corrosión*. Editorial Marcombo. España. (Ebrary, Biblioteca Virtual UTA).

<http://site.ebrary.com/lib/utasp/docDetail.action?docID=10353286&p00=Metales+resistentes+a+la+corrosi%C3%B3n>

12. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS. (2009). *“Ensayos No Destructivos, Líquidos Penetrantes Nivel II”*, Editorial Fundación Confemetal. Madrid. España. (Ebrary, Biblioteca Virtual UTA).

13. Molera S. (1992). *Soldadura industrial clases y aplicaciones*. Editorial Marcombo. España. (Ebrary, Biblioteca Virtual UTA).

<http://site.ebrary.com/lib/utasp/docDetail.action?docID=10357487&p00=proceso%20soldadura#>

14. González W. & Mancini H. (2005). *Ciencia de los materiales*. Editorial Ariel. (Ebrary, Biblioteca Virtual UTA).

<http://site.ebrary.com/lib/utasp/docDetail.action?docID=10075903&p00=Ciencia+de+los+materiales>

➤ **Páginas Web**

- Corrosión bajo tensión estado actual del conocimiento. Recuperado el 17 de Junio del 2012, desde www.gef.es/Congresos/18/pdf/GalveleIMP.pdf.
- Corrosión en aceros inoxidables. Recuperado el 17 de Julio del 2012, desde <http://www.inoxidable.com/corrosion.htm>.
- Recuperado el 09 de Octubre del 2012, desde http://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_de_materiales.

- Recuperado el 05 de Mayo del 2012, desde <http://www.mitecnologico.com/im/Main/ConceptoDeMetalurgia>.
- Conceptos electrónica. Recuperado el 16 de Junio del 2012, desde <http://es.scribd.com/doc/136372673/Conceptos-Electronica#download>.
- Recuperado el 18 de Octubre del 2012, desde <http://es.scribd.com/doc/110377225/Proyecto-Parte-1>.
- Recuperado el 17 de Septiembre del 2012, desde usuarios.multimania.es/gerardl/batx/assajos1.pdf.
- Recuperado el 17 de Septiembre del 2012, desde [www.dinacheck.com.ar/.../...](http://www.dinacheck.com.ar/.../)
- Manual de aceros inoxidables. Recuperado el 07 de Noviembre del 2012, desde http://www.indura.cl_filefile_1774_manualdeacerosinoxidableparasoldadores%20indura.pdf
- Recuperado el 17 de Septiembre del 2012, desde <http://www.cientificosaficionados.com/librossolinox1.pdf>
- Soldaduras. Recuperado el 17 de Septiembre del 2012, desde www.slideshare.net/NsBoy/soldaduras-presentation.
- Recuperado el 15 de Septiembre del 2012, desde <http://www.arqhys.com/construcción/metálicos-materiales.html>
- Recuperado el 15 de Septiembre del 2012, desde [Soldadura.org.ar/index.php? ...soldadura...migmag...soldadura...](http://Soldadura.org.ar/index.php?...soldadura...migmag...soldadura...)
- Recuperado el 15 de Septiembre del 2012, desde <http://www.universidadperu.com/ingenieria-mecanica-peru.php>
- DEFECTOLOGIA - Sistendca. Recuperado el 12 de Septiembre del 2012, desde [www.sistendca.com/DOCUMENTOS/Defectologia\[1\].pdf](http://www.sistendca.com/DOCUMENTOS/Defectologia[1].pdf)
- Manual de soldadura Oerlikon. Recuperado el 08 de Agosto del 2013, desde www.slideshare.net/.../manual-de-soldadura-oerlicon-22632577
- Catálogo de indura. Recuperado el 25 de Agosto del 2012, desde www.slideshare.net/VizZioR/indura-catalogo-de-soldadura

2. ANEXOS

ANEXOS

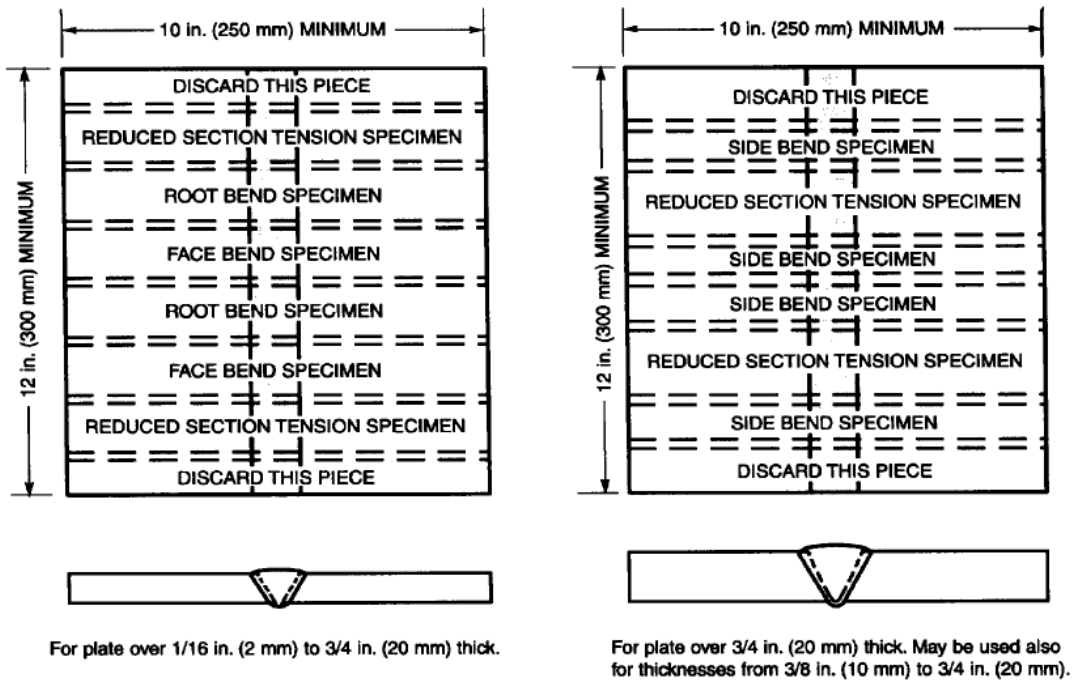
AWS D1.6

Anexo A1

Square-groove weld (1)
Butt joint (B)

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness T	Groove Preparation			Permitted Welding Positions	Weld Size (E)	Notes
			Root Opening	Tolerances				
				As Detailed (see 3.23.2)	As Fit-Up (see 5.4)			
SMAW GTAW FCAW GMAW	B-P1a	16 ga to 1/8	$R = 0 \text{ to } T/2$	+T/2, -0	$\pm T/2$	All	3T/4	A, B, X
	B-P1c	1/8 to 1/4 max	$R = T/2 \text{ min}$	+1/16, -0	$\pm 1/16$	All	T/2	A, B, X

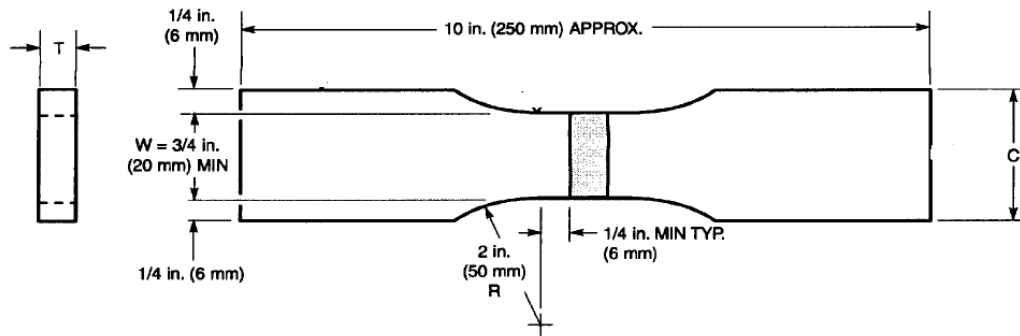
Anexo A2



(A) PQR Transverse Specimens—Plate

Figure 4.4—Location of Test Specimens on PQR Plate or Pipe (see 4.3.1)

Anexo A3



T = SPECIMEN THICKNESS OR THICKNESS OF TEST WELDMENT (t) PER NOTE 3.

Notes:

1. Thin sheet metal being tested tends to tear and break near the shoulder. In such cases, dimension C shall be no greater than 1-1/3 times W.
2. Weld reinforcement and backing strip, if any, shall be removed flush with the surface of the specimen.
3. When the thickness, T, of the test weldment is such that it would not provide a specimen within the capacity limitations of the available test equipment, the specimen shall be parted through its thickness into as many specimens as required.
4. The length of the reduced sections shall be equal to the width of the widest portion of the weld plus 1/4 in. (6 mm) on each side.

Figure 4.10—Transverse Rectangular Tension Test Specimen (see 4.6.6.1)

ANEXO B1

PERFILES IMPORTADOS ANGULOS

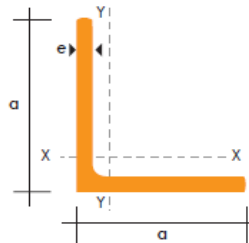
Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm2
	a	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	54.84	11.60
AL 100X6	100	6	9.14	54.84	11.64
AL 100X8	100	8	12.06	72.36	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.24	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.56	22.56

También en galvanizado e inoxidable



ANEXO B2

PERFILES LAMINADOS PLATINAS

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm2
	a	e			
PLT 12X3	12	3	0.28	1.70	0.36
PLT 12X4	12	4	0.38	2.45	0.48
PLT 12X6	12	6	0.57	3.40	0.72
PLT 19X3	19	3	0.45	2.68	0.57
PLT 19X4	19	4	0.60	3.58	0.76
PLT 19X6	19	6	0.89	5.37	1.15
PLT 25X3	25	3	0.59	3.53	0.75
PLT 25X4	25	4	0.79	4.71	1.00
PLT 25X6	25	6	1.18	7.07	1.50
PLT 25X12	30	3	0.71	4.24	0.90
PLT 30X4	30	4	0.94	5.65	1.20
PLT 30X6	30	6	1.41	8.47	1.80
PLT 30X9	30	9	2.12	12.71	2.70
PLT 30X12	30	12	2.83	16.95	3.60
PLT 38X3	38	3	0.89	5.37	1.15
PLT 38X4	38	4	1.19	7.16	1.52
PLT 38X6	38	6	1.79	11.40	2.28
PLT 38X9	38	9	2.69	16.11	3.42
PLT 38X12	38	12	3.58	21.48	4.56
PLT 50X3	50	3	1.18	7.08	1.50
PLT 50X4	50	4	1.58	9.42	2.00
PLT 50X6	50	6	2.26	14.16	3.00
PLT 50X9	50	9	3.53	21.20	4.50
PLT 50X12	50	12	4.71	28.26	6.00
PLT 65X6	65	6	3.06	18.37	3.90
PLT 65X9	65	9	4.59	27.55	5.85
PLT 65X12	65	12	6.12	36.73	7.80
PLT 75X6	75	6	3.53	21.20	4.50
PLT 75X9	75	9	5.30	31.80	6.75
PLT 75X8	75	8	7.07	28.26	9.00
PLT 75X12	75	12	7.07	42.39	9.00
PLT 100X6	100	6	4.71	28.26	6.00
PLT 100X8	100	8	7.07	37.68	9.00
PLT 100X9	100	9	7.07	43.00	9.00
PLT 100X12	100	12	9.42	58.00	12.00
PLT 120X12	120	12	67.82	67.82	14.40
PLT 150X15	150	15	105.88	105.88	22.50
PLT 150X20	150	20	145.44	145.00	30.00



ANEXO B3

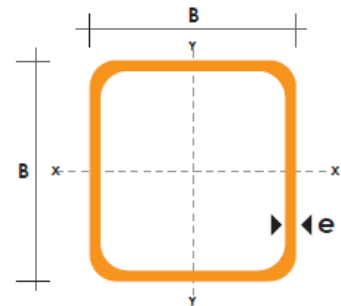
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



ANEXO C

SINAMICS G110 Convertidores en caja 0,12 kW a 3 kW

Equipos en caja SINAMICS G110

Sinopsis



SINAMICS G110, tamaño (Frame Size) A (a la derecha con dissipador plano)



SINAMICS G110, tamaños (Frame Sizes) B y C

SINAMICS G110 es un convertidor de frecuencia que ofrece funcionalidad básica para la mayor parte de las aplicaciones de accionamientos industriales de velocidad variable.

El convertidor SINAMICS G110, especialmente compacto, trabaja con control de tensión-frecuencia conectado a redes monofásicas de 200 V a 240 V.

Es el convertidor de frecuencia de gama baja dentro de la familia SINAMICS e ideal para aplicaciones donde el precio juega un gran papel.

Para los convertidores SINAMICS G110 están disponibles los siguientes **componentes de potencia al lado de la red**:

- Filtros CEM
- Bobinas de red
- Fusibles
- Interruptores automáticos.

Además están disponibles los siguientes **accesorios**:

- Panel de operador
- Accesorios para montaje
- Herramienta de puesta en marcha.

Para documentación técnica (catálogos, dibujos dimensionales, certificados, manuales e instrucciones de servicio) siempre actual, visite el sitio web:

<http://www.siemens.com/sinamics-g110>

u, offline, consulte el CD-ROM CA 01 Vol. 2 "Configurar" en el Configurador SD, pedible en la dirección siguiente:

<http://www.siemens.com/automation/CA01>

Beneficios

- Instalación, parametrización y puesta en marcha simples
- Diseñado para máxima compatibilidad electromagnética
- Extenso rango de parámetros que permite configurarlo para una amplia gama de aplicaciones
- Simple conexión por cable
- Funcionalidad escalable gracias a variantes analógica y USS
- Funcionamiento silencioso del motor gracias a altas frecuencias de pulsación
- Información de estado y avisos de alarma a través de panel de mando BOP (Basic Operator Panel) opcional
- Posibilidad de copiar rápidamente parámetros usando el panel BOP opcional
- Opciones externas para comunicación con PC así como BOP
- Actuación rápida y reproducible con gran constancia de las entradas digitales para aplicaciones de alta velocidad
- Entrada precisa de valores consigna gracias a entrada analógica de 10 bits de alta resolución (sólo variantes analógicas)
- LED para información de estado
- Variante con filtro CEM integrado de clase A o B
- Interruptor DIP para fácil adaptación a aplicaciones de 50 Hz ó 60 Hz
- Interruptor DIP para cierre del bus en la variante USS (RS485)
- Interfaz serie RS485 (sólo variantes USS) para su integración en sistemas de accionamiento conectados en red
- Mando vía 2 ó 3 hilos (señales sostenidas/o impulsos) para control universal vía las entradas digitales
- Posibilidad de ajustar el límite inferior de tensión en el circuito intermedio para iniciar un frenado controlado del motor en caso de caída de la red

Accesorios (sinopsis)

- Panel de mando BOP
- Adaptador para montaje en perfil normalizado DIN (tamaños (Frame Sizes) A y B)
- Juego para conexión convertidor a PC
- Herramienta de puesta en marcha STARTER

Componentes de potencia lado red (sinopsis)

- Filtro CEM de clase B con bajas corrientes de fuga
- Filtro CEM de clase B adicional
- Bobinas de red

Normas internacionales

- Cumplen los requisitos de la Directiva de baja tensión de la UE
- Marcado CE
- Certificados conforme a UL y cUL
- c-tick

SINAMICS G110

Convertidores en caja 0,12 kW a 3 kW

Controlled Power Modules

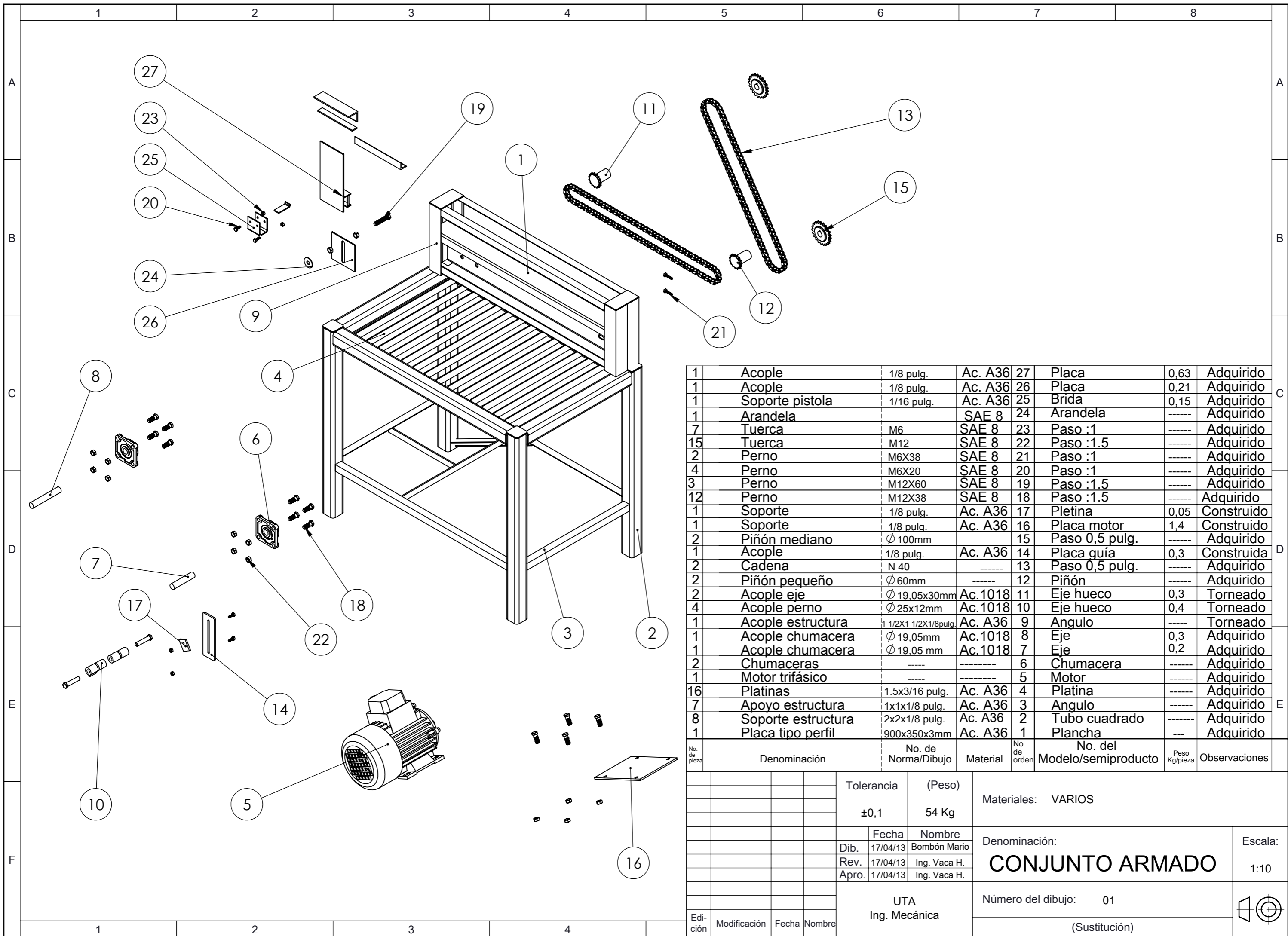
Datos técnicos

	Controlled Power Modules
Rango de potencia	0,12 ... 3,0 kW
Tensión de red	1 AC 200 ... 240 V \pm 10%
Frecuencia de red	47 ... 63 Hz
Frecuencia de salida	0 ... 650 Hz
cos φ	\geq 0,95
Rendimiento del convertidor	<ul style="list-style-type: none"> en modelos < 0,75 kW: 90 ... 94% en modelos \geq 0,75 kW: \geq 95%
Capacidad de sobrecarga	Corriente de sobrecarga 1,5 x corriente asignada de salida (es decir, 150% de sobrecarga) durante 60 s, después 0,85 x corriente asignada de salida durante 240 s, tiempo de ciclo 300 s
Corriente de precarga	no superior a la corriente asignada de entrada
Método de control	Característica U/f lineal (con elevación de tensión parametrizable); característica U/f cuadrática; característica multipunto (característica U/f parametrizable)
Frecuencia pulsación	8 kHz (estándar) 2 ... 16 kHz (en escalones de 2 kHz)
Frecuencias fijas	3, parametrizables
Banda de frecuencias inhibible	1, parametrizables
Resolución de valor consigna	0,01 Hz digital 0,01 Hz serie 10 bit analógico (potenciómetro motorizado 0,1 Hz)
Entradas digitales	3 entradas digitales parametrizables, sin aislamiento galvánico; tipo PNP, compatibles con SIMATIC
Entrada analógica (variante analógica)	1, para consigna (0 ... 10 V, escalable o utilizable como 4.ª entrada digital)
Salida digital	1 salida por optoacoplador con aislamiento galvánico (24 V DC, 50 mA, óhm., tipo NPN)
Puerto serie (variante USS)	RS485, para servicio con protocolo USS
Longitud máx. del cable al motor	<ul style="list-style-type: none"> apantallado: 25 m sin apantallar: 50 m
Compatibilidad electromagnética	<p>Todos los equipos con filtro CEM integrado para sistemas de accionamiento en instalaciones de categoría C2 (límite según EN 55011, clase A, grupo 1) y en instalaciones de categoría C3 (límite según EN 55011, clase A, grupo 2).</p> <p>Además, si se usan cables apantallados con una longitud máx. de 5 m, todos los equipos con filtro CEM integrado cumplen los límites de EN 55011, clase B.</p>
Frenado	Frenado por inyección de corriente continua, frenado combinado
Grado de protección	IP20
Temperatura de servicio	-10 ... +40 °C hasta +50 °C con derating
Temperatura de almacenamiento	-40 ... +70 °C
Humedad relativa del aire	95% (condensación no permitida)
Altitud de instalación	<p>hasta 1000 m sobre nivel del mar sin reducción de potencia</p> <ul style="list-style-type: none"> corriente asignada de salida a 4000 m sobre el nivel del mar: 90% tensión de red hasta 2000 m sobre el nivel del mar: 100% a 4000 m sobre el nivel del mar: 75%
Corriente nominal de corte en cortocircuito (SCCR (Short Circuit Current Rating)) ¹⁾	10 kA
Funciones de protección contra	<ul style="list-style-type: none"> Subtensión Sobretensión Defecto a tierra Cortocircuito Vuelco del motor Protección térmica del motor I^2t Sobrettemperatura en convertidor Sobrettemperatura en motor
Conformidad con normas	UL, cUL, CE, c-tick
Marcado CE	según Directiva de baja tensión 73/23/CEE

¹⁾ Válido para instalaciones industriales en armario según NEC Article 409/UL 508A. Para más información, visite la página de Internet: <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/23995621>

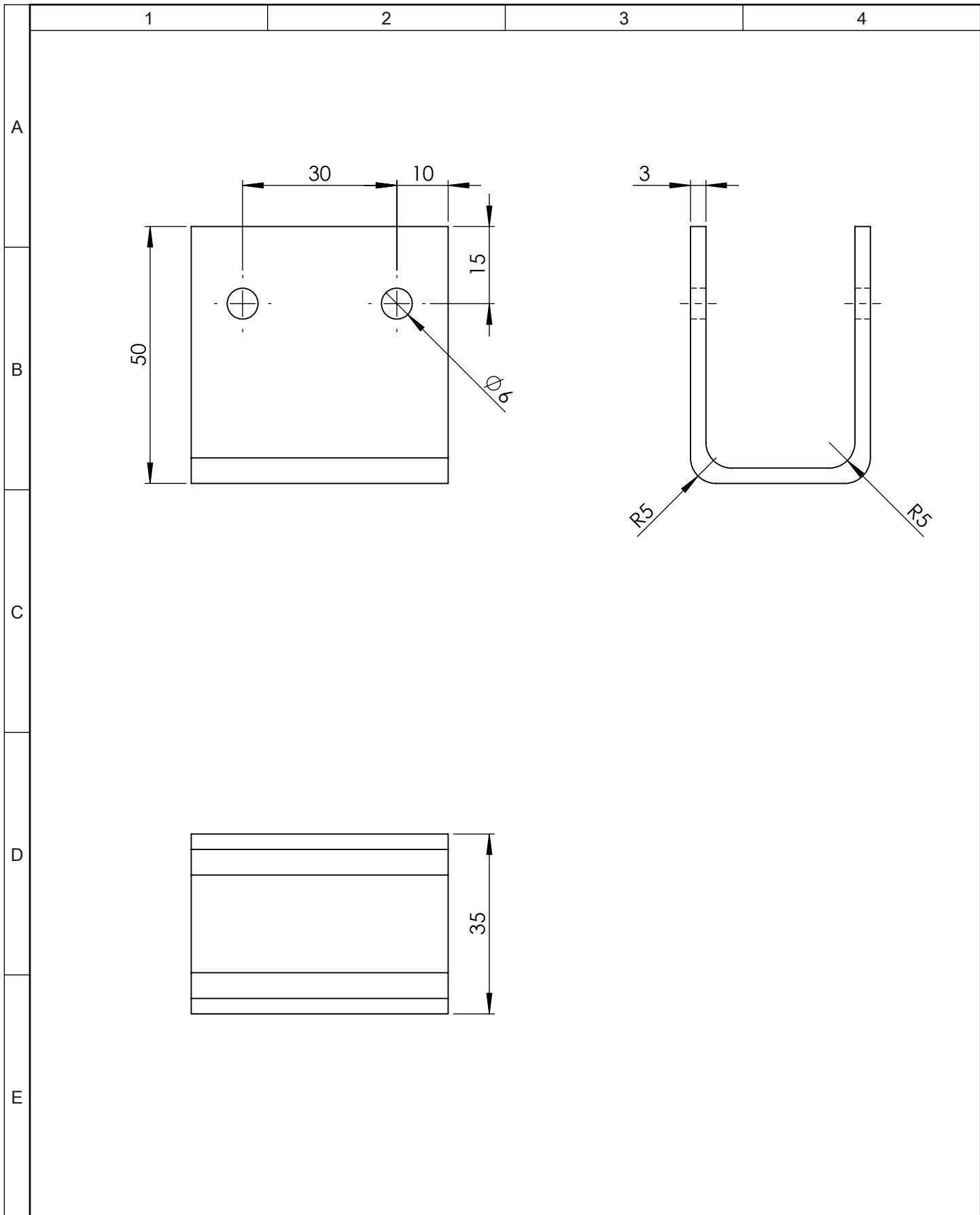
ANEXO D

PLANOS

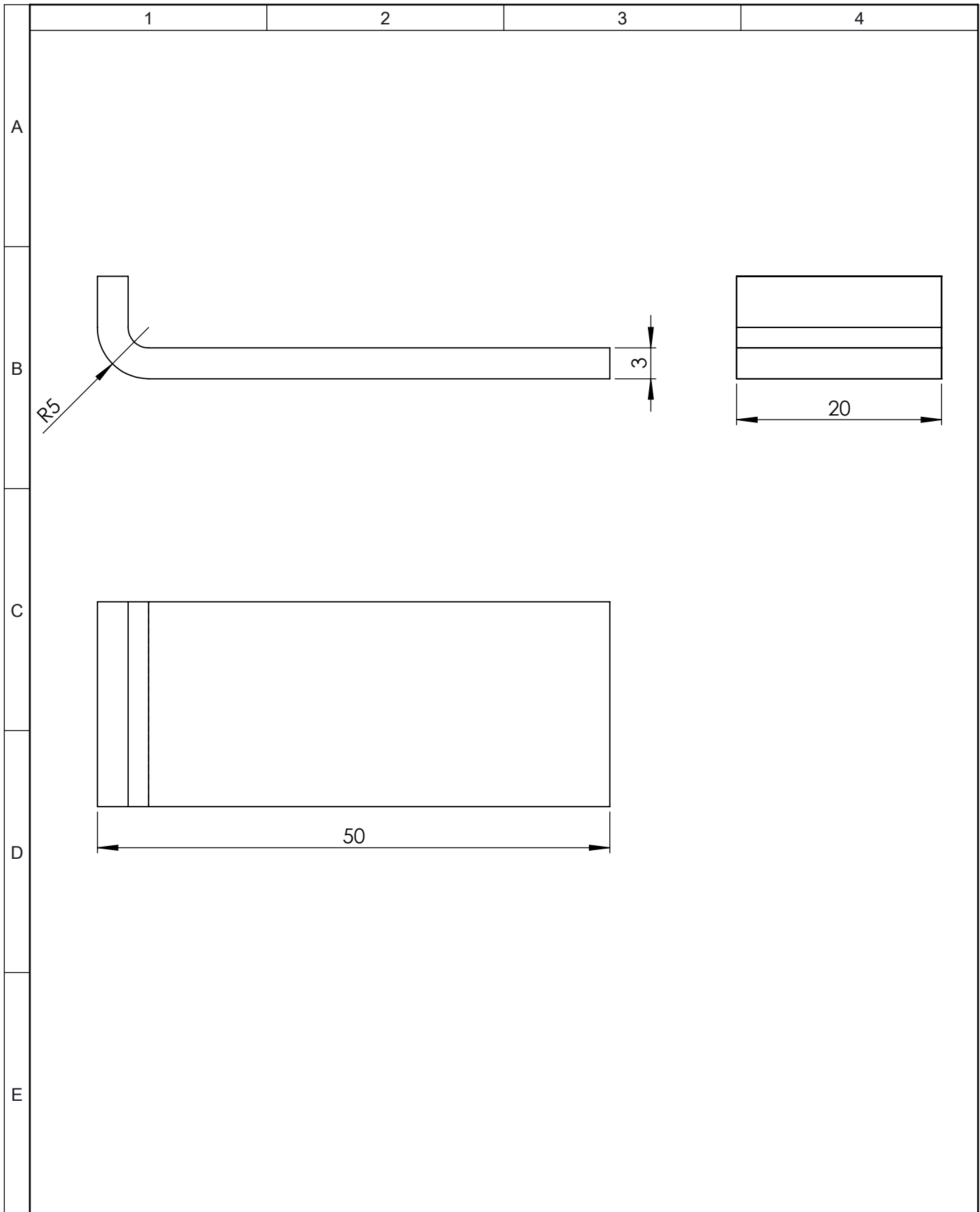


1	Acople	1/8 pulg.	Ac. A36	27	Placa	0,63	Adquirido
1	Acople	1/8 pulg.	Ac. A36	26	Placa	0,21	Adquirido
1	Soporte pistola	1/16 pulg.	Ac. A36	25	Brida	0,15	Adquirido
1	Arandela		SAE 8	24	Arandela	-----	Adquirido
7	Tuerca	M6	SAE 8	23	Paso :1	-----	Adquirido
15	Tuerca	M12	SAE 8	22	Paso :1.5	-----	Adquirido
2	Perno	M6X38	SAE 8	21	Paso :1	-----	Adquirido
4	Perno	M6X20	SAE 8	20	Paso :1	-----	Adquirido
3	Perno	M12X60	SAE 8	19	Paso :1.5	-----	Adquirido
12	Perno	M12X38	SAE 8	18	Paso :1.5	-----	Adquirido
1	Soporte	1/8 pulg.	Ac. A36	17	Pletina	0,05	Construido
1	Soporte	1/8 pulg.	Ac. A36	16	Placa motor	1,4	Construido
2	Piñón mediano	∅ 100mm		15	Paso 0,5 pulg.	-----	Adquirido
1	Acople	1/8 pulg.	Ac. A36	14	Placa guía	0,3	Construida
2	Cadena	N 40	-----	13	Paso 0,5 pulg.	-----	Adquirido
2	Piñón pequeño	∅ 60mm	-----	12	Piñón	-----	Adquirido
2	Acople eje	∅ 19,05x30mm	Ac.1018	11	Eje hueco	0,3	Torneado
4	Acople perno	∅ 25x12mm	Ac.1018	10	Eje hueco	0,4	Torneado
1	Acople estructura	1 1/2X1 1/2X1/8pulg.	Ac. A36	9	Angulo	-----	Torneado
1	Acople chumacera	∅ 19,05mm	Ac.1018	8	Eje	0,3	Adquirido
1	Acople chumacera	∅ 19,05 mm	Ac.1018	7	Eje	0,2	Adquirido
2	Chumaceras	-----	-----	6	Chumacera	-----	Adquirido
1	Motor trifásico	-----	-----	5	Motor	-----	Adquirido
16	Platinas	1.5x3/16 pulg.	Ac. A36	4	Platina	-----	Adquirido
7	Apoyo estructura	1x1x1/8 pulg.	Ac. A36	3	Angulo	-----	Adquirido
8	Soporte estructura	2x2x1/8 pulg.	Ac. A36	2	Tubo cuadrado	-----	Adquirido
1	Placa tipo perfil	900x350x3mm	Ac. A36	1	Plancha	---	Adquirido
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/pieza	Observaciones

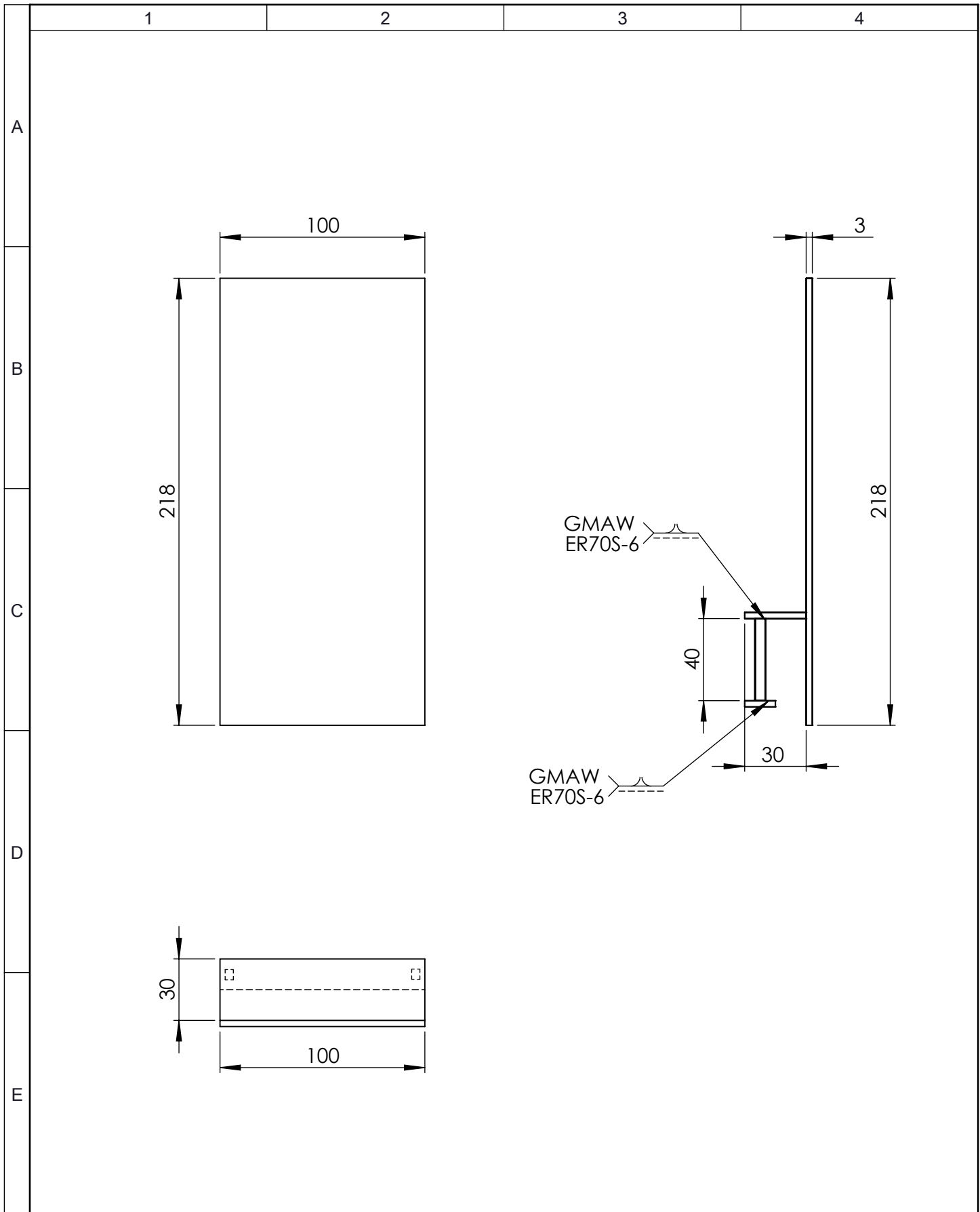
Tolerancia		(Peso)		Materiales: VARIOS			
±0,1		54 Kg					
Fecha		Nombre		Denominación: CONJUNTO ARMADO		Escala: 1:10	
Dib.	17/04/13	Bombón Mario					
Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.					
Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		Número del dibujo: 01			
UTA Ing. Mecánica							
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)			



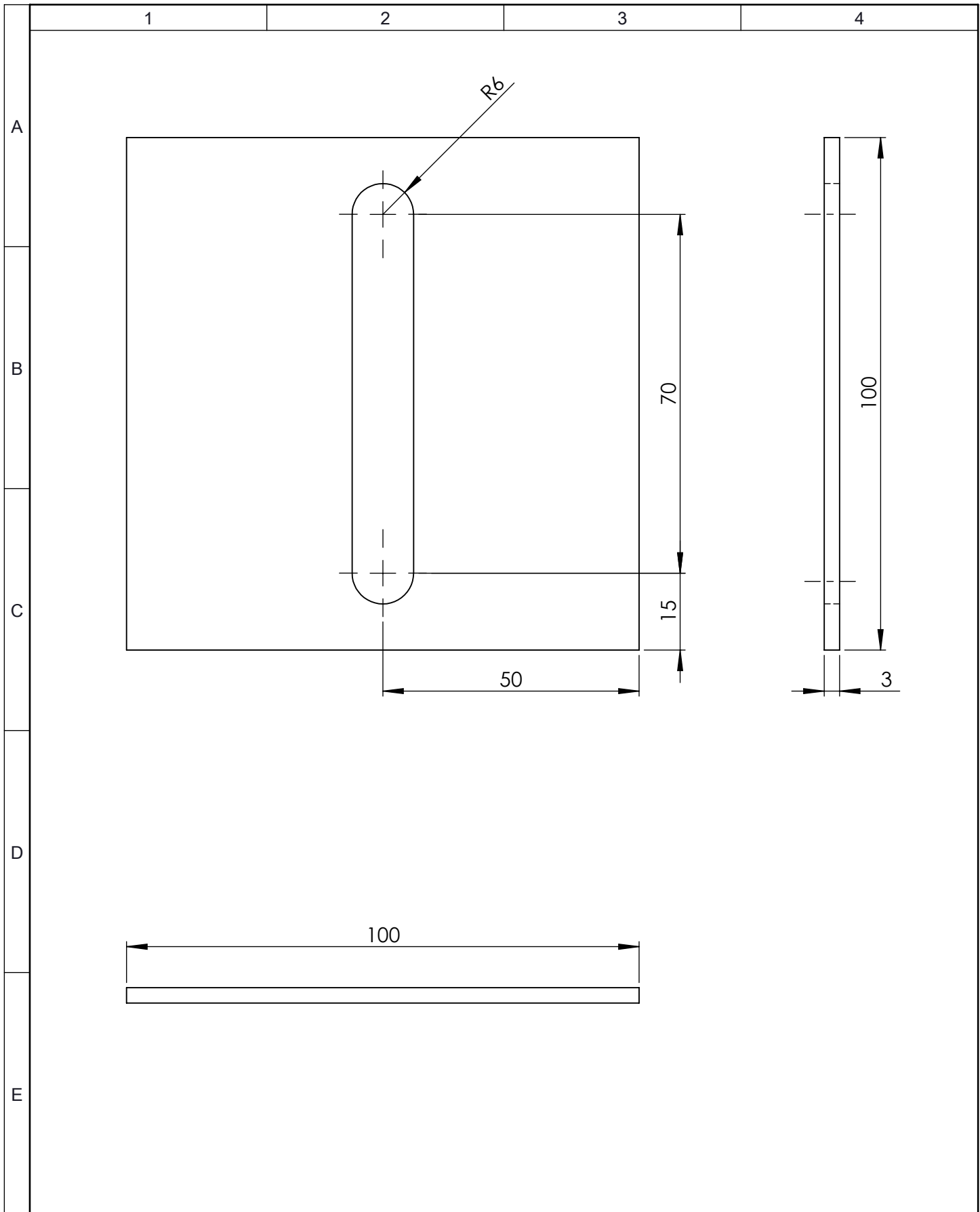
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,2	0.15 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: Soporte pistola MIG	Escala: 1:1
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 02	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



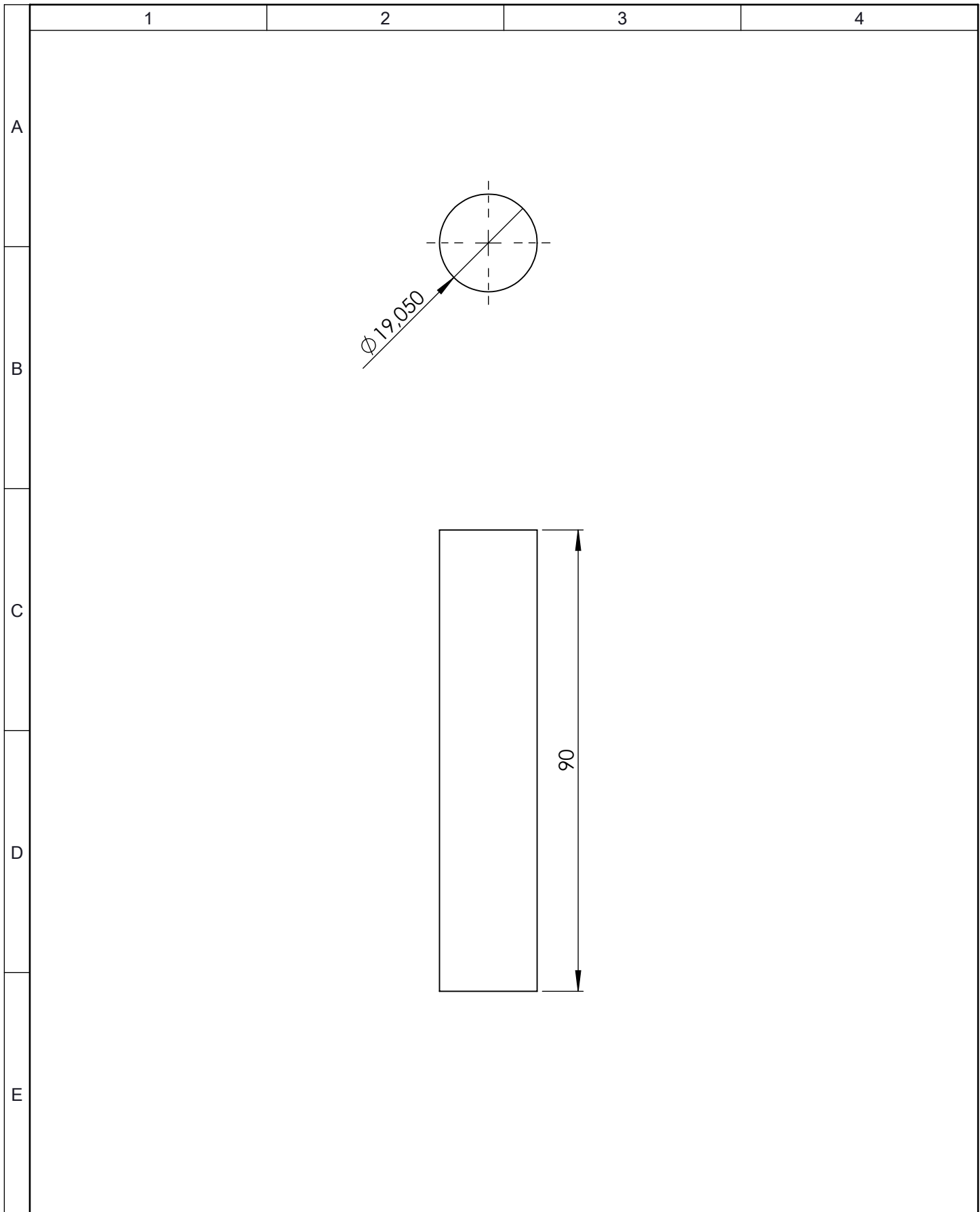
					Tolerancia $\pm 0,1$	(Peso) 0.024 Kg	Materiales: ACERO ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación: PLACA SUJETADOR	Escala: 2:1
				Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
				Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
					Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.	
				UTA Ing. Mecánica			Número del dibujo: 03	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				(Sustitución)	



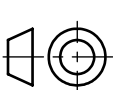
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	0.63 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA CON ACOPLES	Escala: 1:2.5
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 04	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

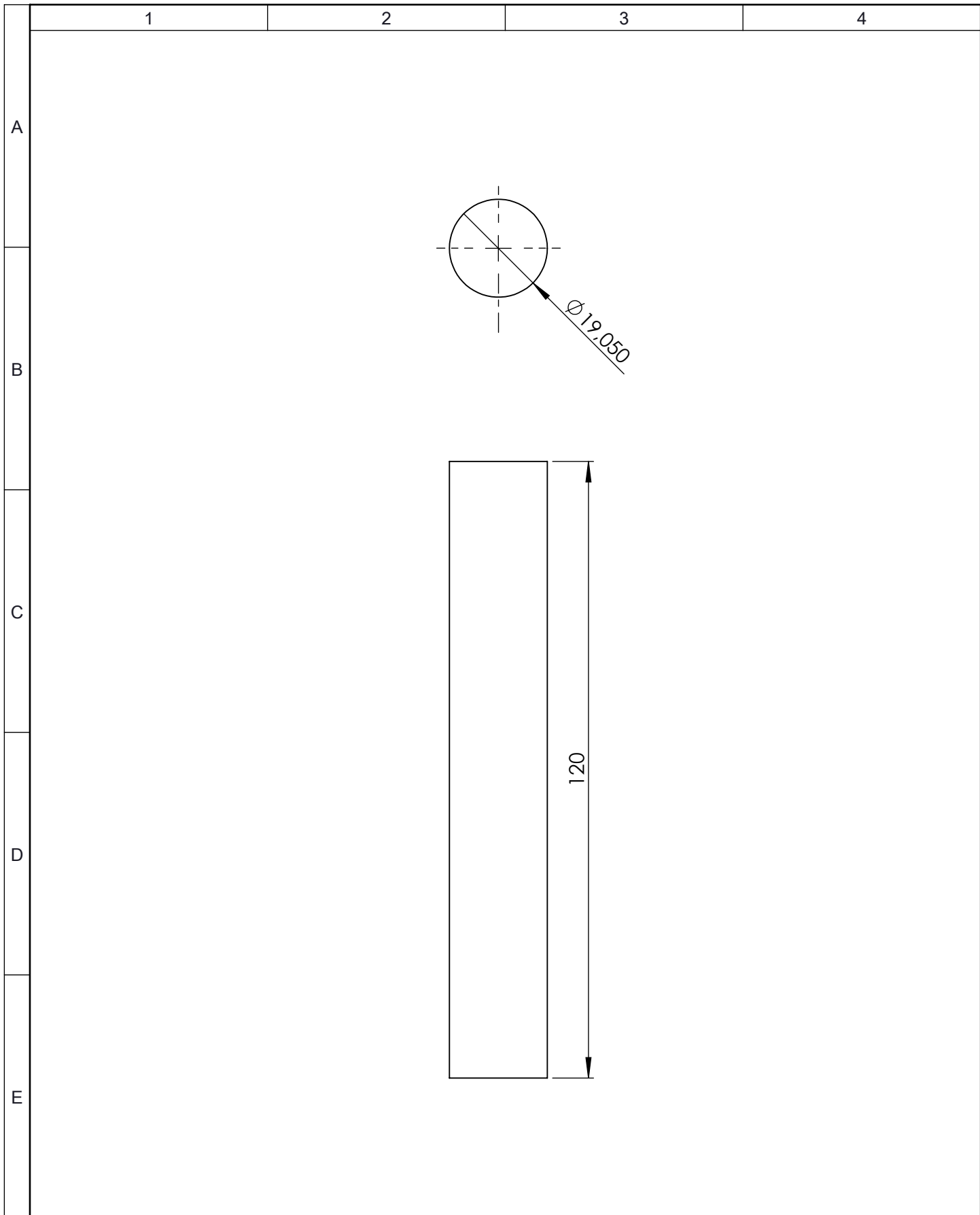


				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	0,21 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA CON RANURA	Escala: 1:1
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 05	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

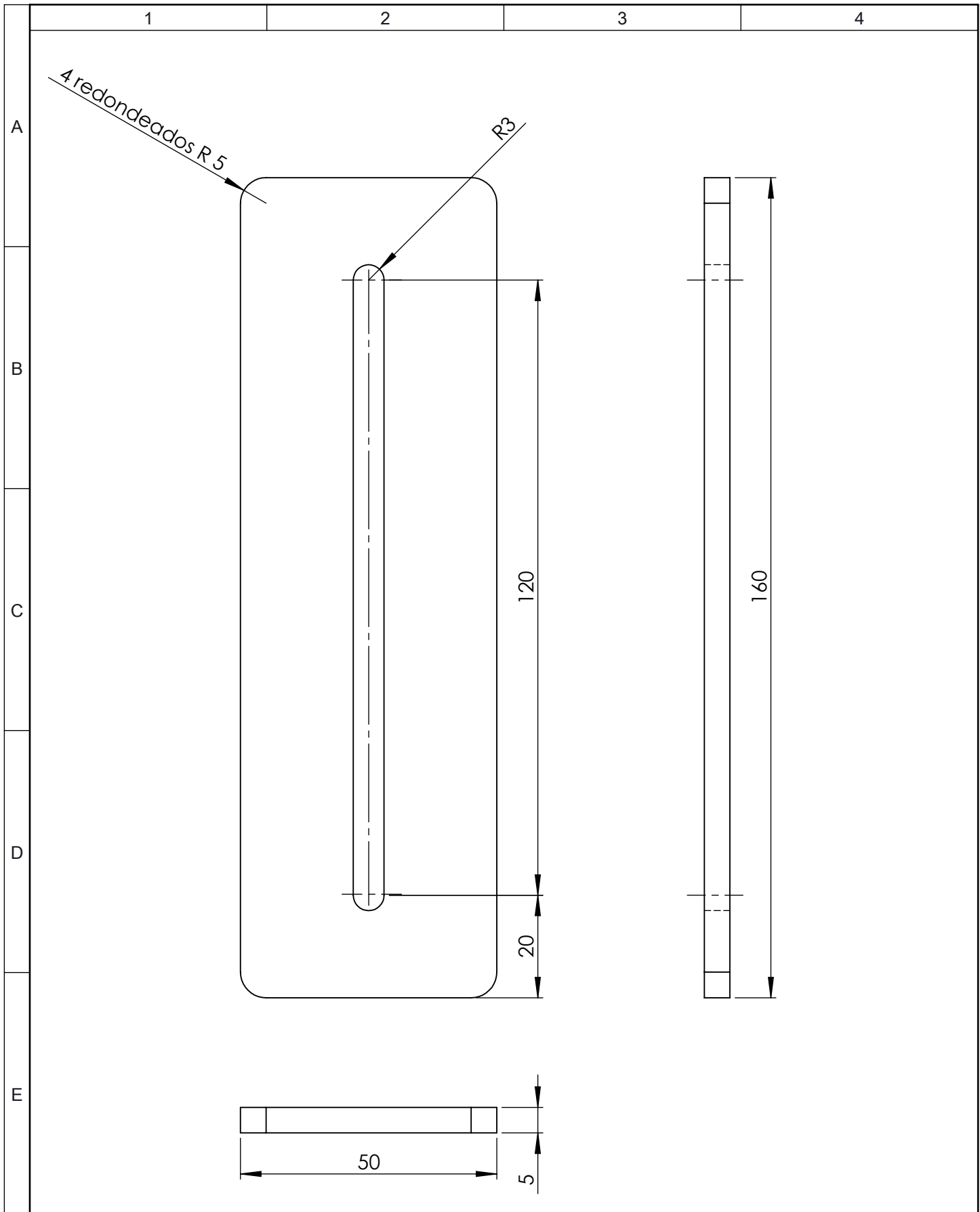


				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO AISI 1018	
				±0,1	0,2 Kg		
					Fecha	Nombre	Denominación: EJE
				Dib.	17/04/13	Bombón Mario	
				Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.	
				Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.	Escala: 1:1
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 06	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

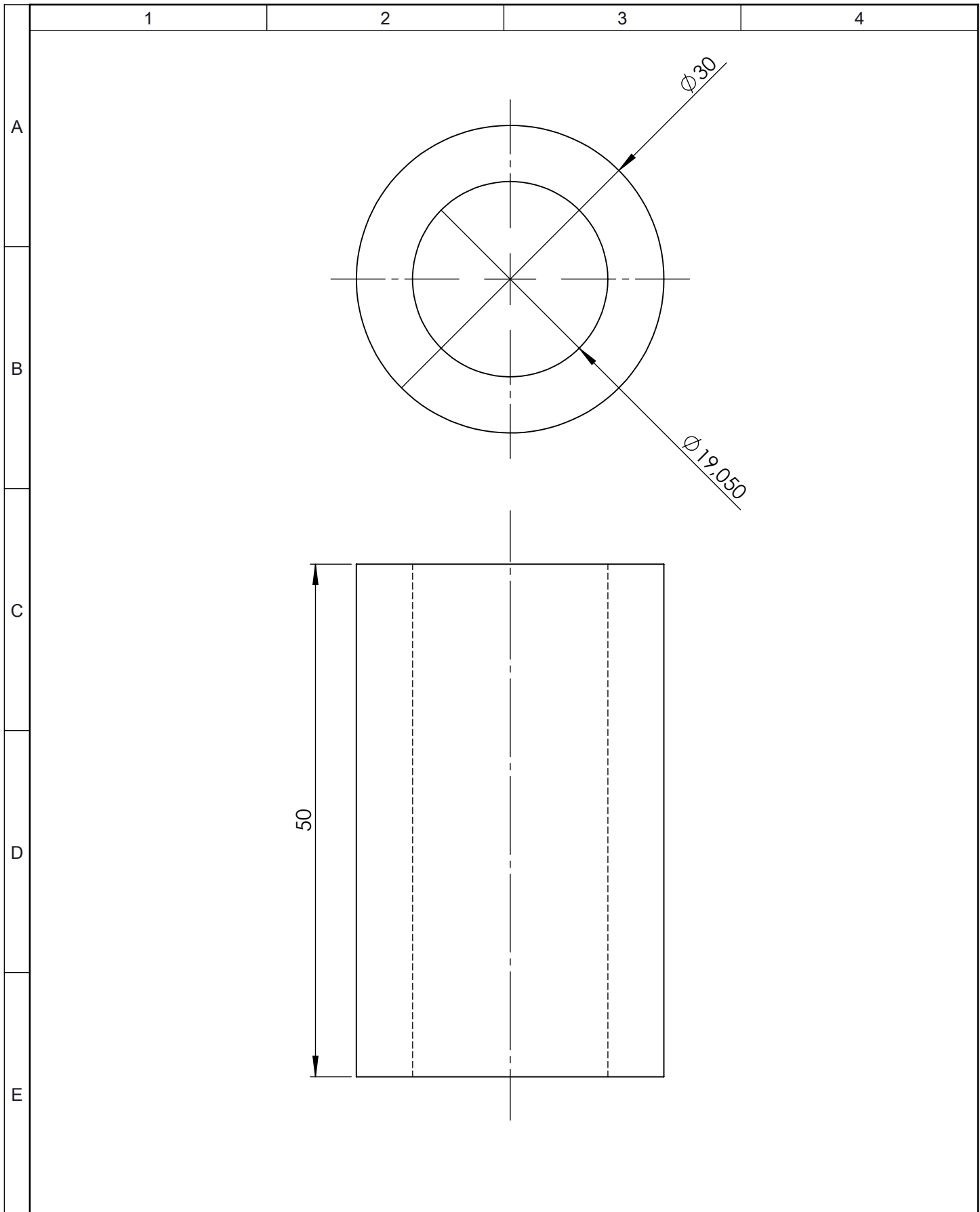




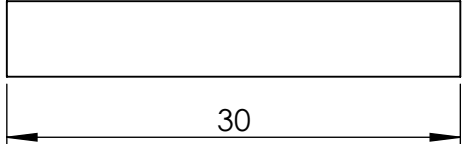
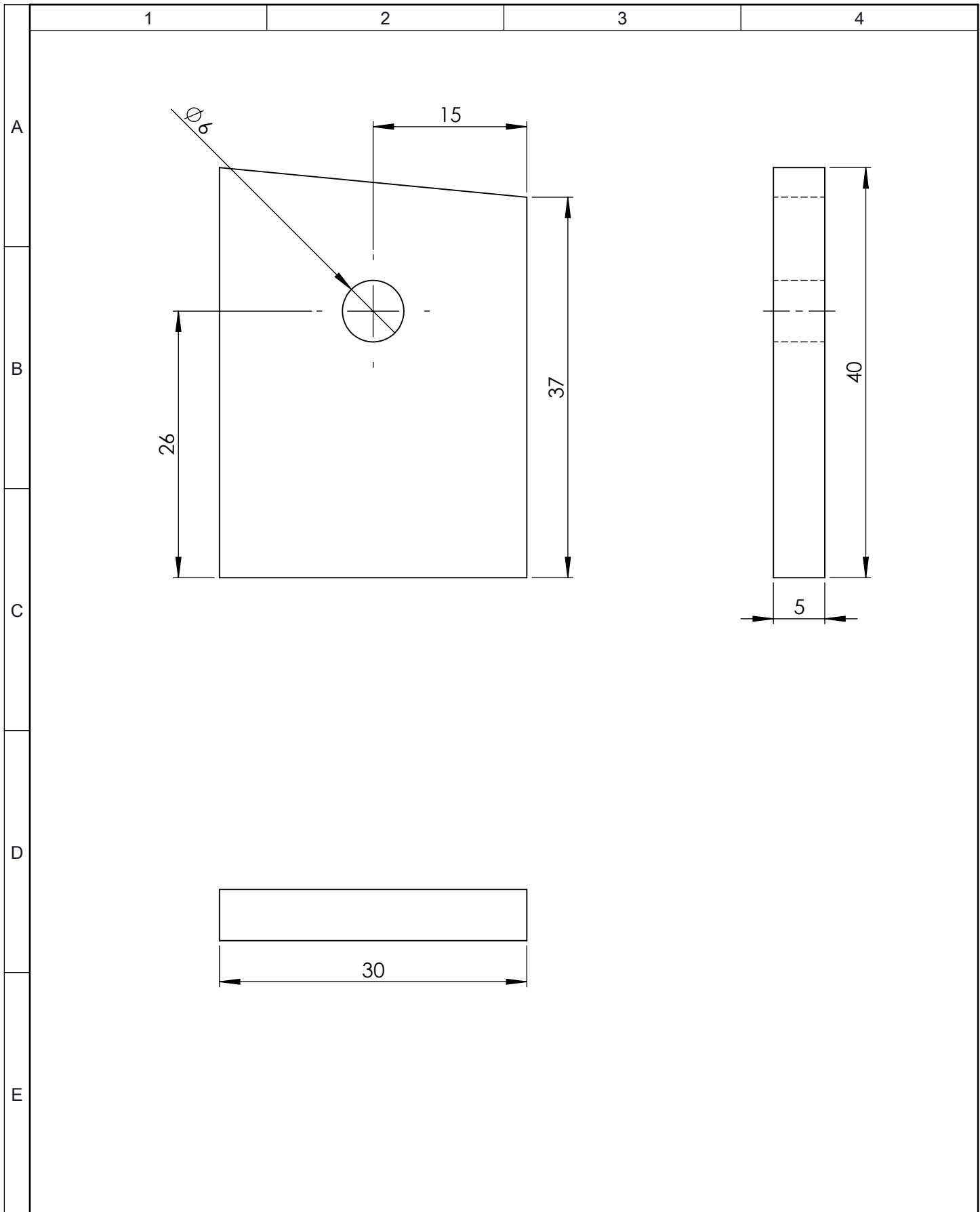
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO AISI 1018	
				±0,1	0,3 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: EJE	Escala: 1:1
				Dib. 17/04/13	Bombón Mario		
				Rev. 17/04/13	Ing. Vaca H.		
				Apro. 17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



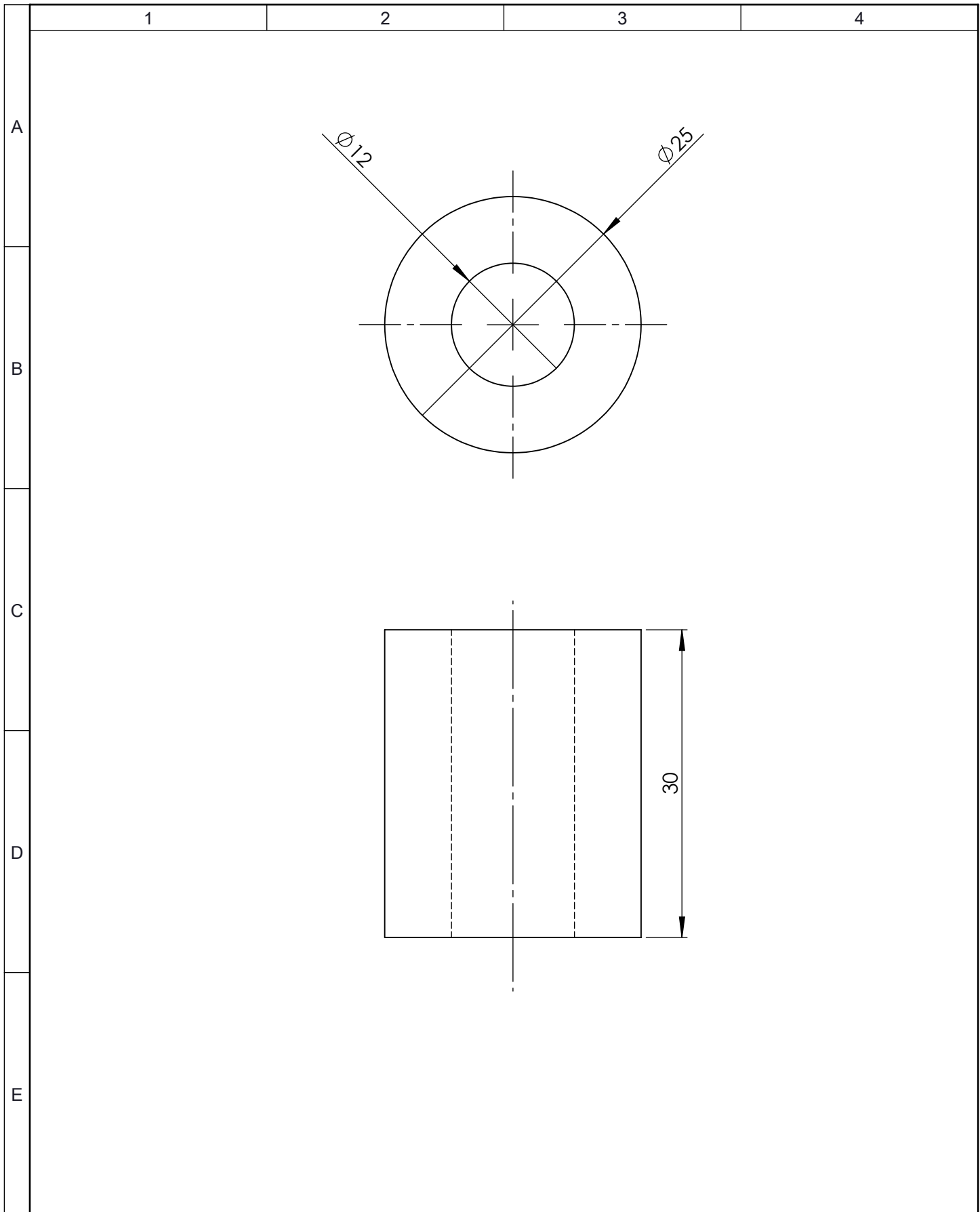
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	0,3 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA GUIA	Escala: 1:1
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 08	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



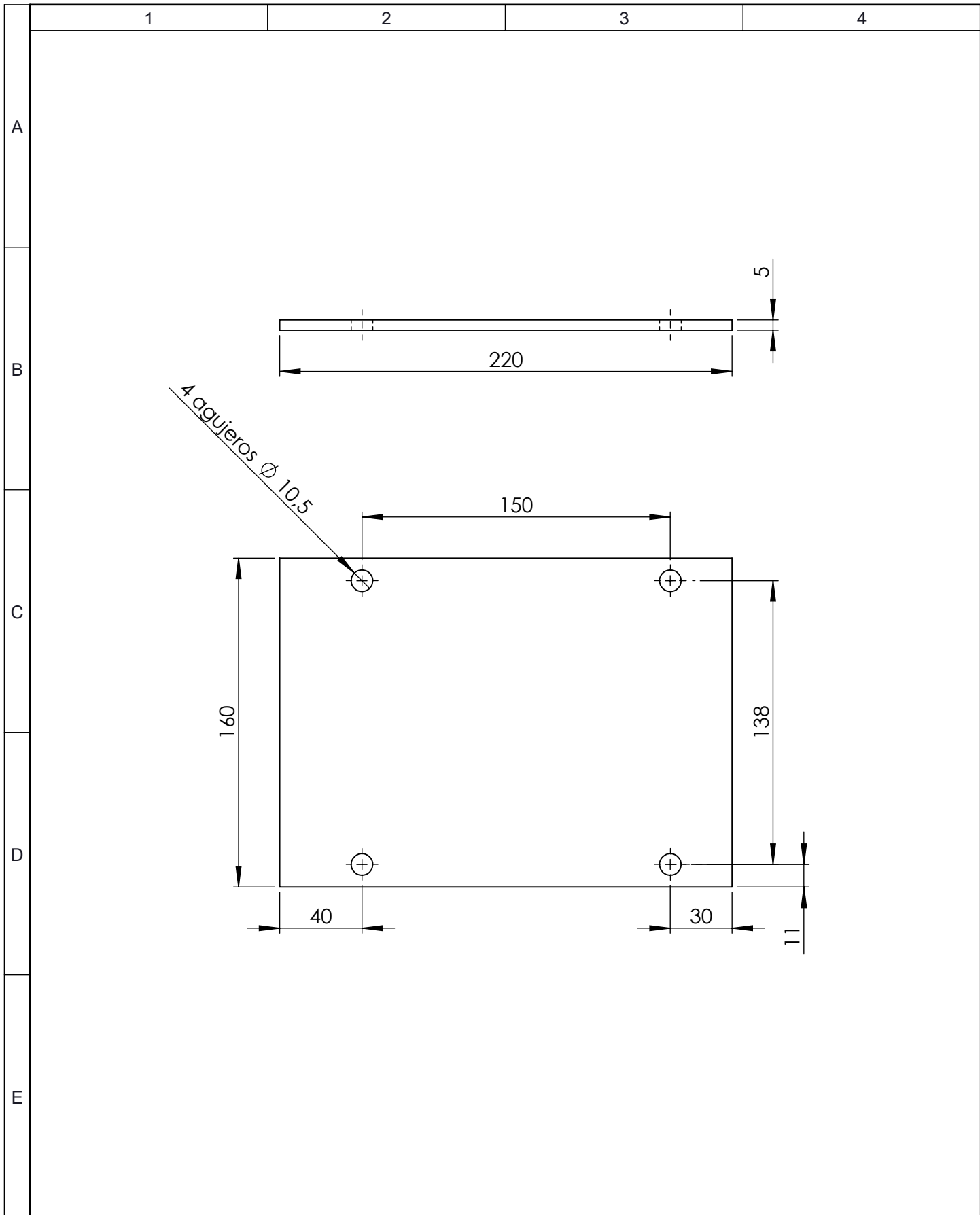
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO AISI 1018	
				±0,1	0,15 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: EJE HUECO	Escala: 2:1
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 09	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



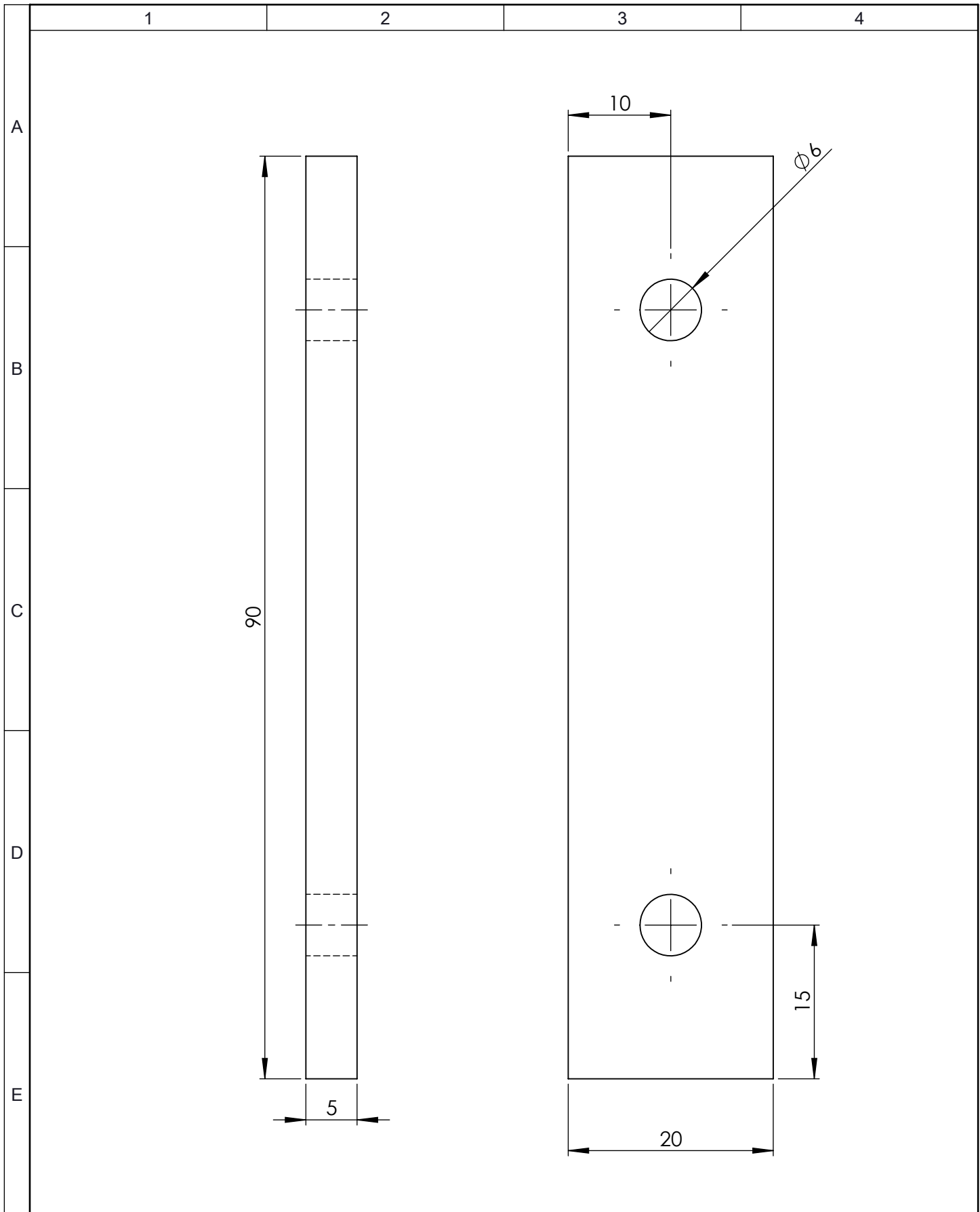
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	0,05 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: ACOPLE PLACA BASE	Escala: 2:1
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



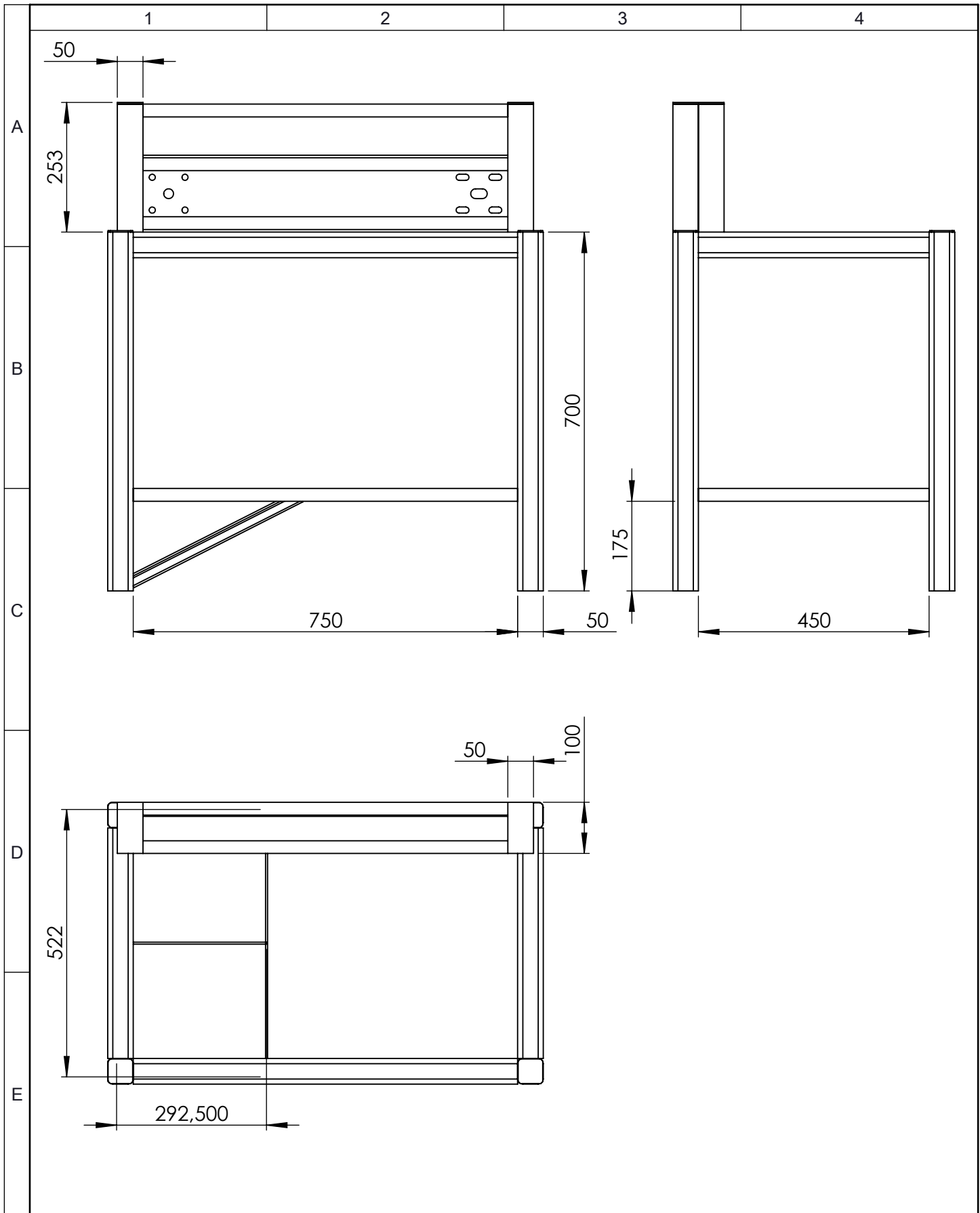
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO AISI 1018	
				±0,1	0,1Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: EJE HUECO	Escala: 2:1
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 11	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



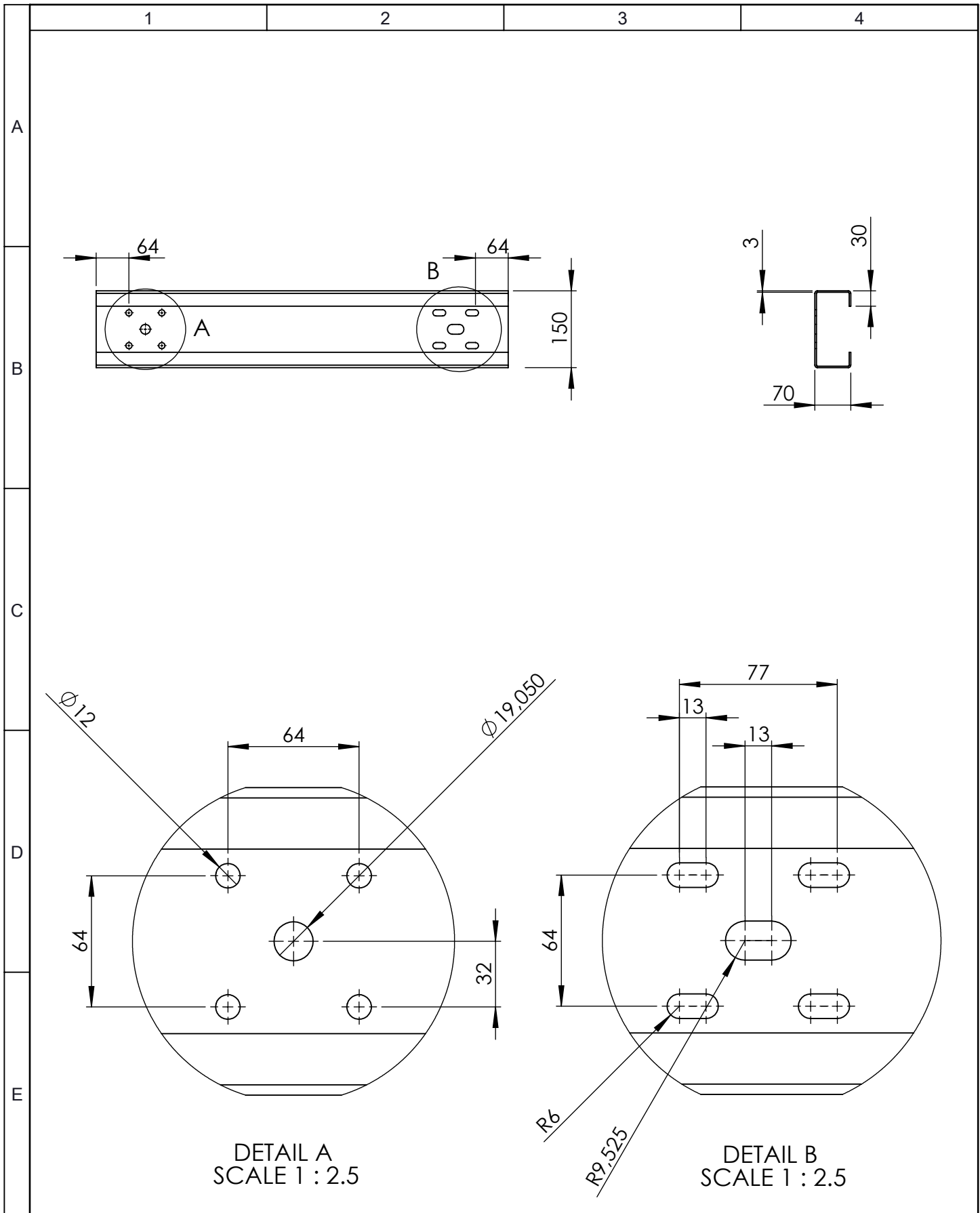
				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	1,4 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA BASE MOTOR	Escala: 1:2.5
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 12	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	0,07 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA SUJECIÓN	Escala: 2:1
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 13	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,1	34,5 Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: CONJUNTO	Escala: 1:10
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 14	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



DETAIL A
SCALE 1 : 2.5

DETAIL B
SCALE 1 : 2.5

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: ACERO ASTM A36	
				±0,5	4,5Kg		
				Fecha	Nombre	Denominación: PLACA DOBLADA	Escala: 1:10
			Dib.	17/04/13	Bombón Mario		
			Rev.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
			Apro.	17/04/13	Ing. Vaca H.		
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

ANEXO E

PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304



AISI 304

Acero Inoxidable - Tolerancia h9-h10

GENERALIDADES: Acero inoxidable austenítico al cromo-níquel de mediana resistencia. No magnéticos y no endurecen por tratamiento térmico. Al aplicarse trabajo en frío pueden lograr un ligero magnetismo y endurecimiento. Calidad especial para soldar, excelentes características de formado debido a su alta ductilidad y resistencia a impacto.

Se puede disponer del material 304-L, indicando la L, menor contenido de carbono ($\leq 0.030\%$), lo que mejora las características de soldabilidad y resistencia a la corrosión principalmente

ANALISIS TIPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
AISI 304	≤ 0.08	≤ 1.00	≤ 2.00	≤ 0.045	≤ 0.03	8.00-10.50	18.00-20.00

EQUIVALENCIAS

AISI	304
SAE	30304
DIN	X5CrNi18 10
W.-Nr.	1.4301
ASTM	A240
BS	304 S 15

PROPIEDADES MECANICAS

Propiedades	
Esfuerzo de cedencia, N/mm ²	276
Resistencia a la Tensión, N/mm ²	586
Elongación, A5	60%
Reducción de área, Z	65-70%
Dureza	150 HB

APLICACIONES

Se utiliza principalmente para el procesamiento de alimentos y químicos. Entre las sustancias a las cuales resiste tenemos:

QUIMICOS	ALIMENTOS
Acido Oleico	Jugos de Fruta
Carbonato de Sodio	Leche
Alcohol Etilico y Metilico	Cerveza
Cloroformo	Miel
Agua marina	Mayonesa
Gasolina	Café
Acetona	Vinagre
Glicerina	Salsa de Tomate
Fuel-oil	Azúcar
DDT	Gelatina
Agua Potable	Cola

Nota: Con respecto a los ácidos, se deben tomar en cuenta las concentraciones de los mismos y sus temperaturas de acuerdo a las curvas de corrosión

Entre los usos que se pueden dar al acero inoxidable 304 tenemos: enfriadores, tanques de almacenamiento, recipientes para químicos, intercambiadores de calor, implementos para el manejo de alimentos, tintas, ejes para bombas, etc.

TRATAMIENTO TERMICO

Recocido: Deben ser recocidos a aproximadamente 1050-1070 °C, sosteniéndolos a esta temperatura durante un periodo corto, aproximadamente 1/2 hora y después enfriándolos rápidamente, de preferencia en agua. El enfriamiento en aire debe hacerse solamente en casos que se trate de un material muy delgado y no es para barras.

Temple: Los aceros inoxidables austeníticos no tienen la característica de templarse
Forja: 1200 °C

ANEXO F

Tabla 1: Factores de servicio para transmisiones por cadenas.

Tipo de carga	Tipo de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna con transmisión mecánica
Uniforme (agitadores, ventiladores, transportadores con carga ligera y uniforme)	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (máquinas herramienta, grúas, transportadores pesados, mezcladoras de alimento y molinos)	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de troquelado, molinos de martillos, transportadores alternos, accionamientos de molino de rodillos)	1.4	1.5	1.7

Figura 1: Calculo de K_1

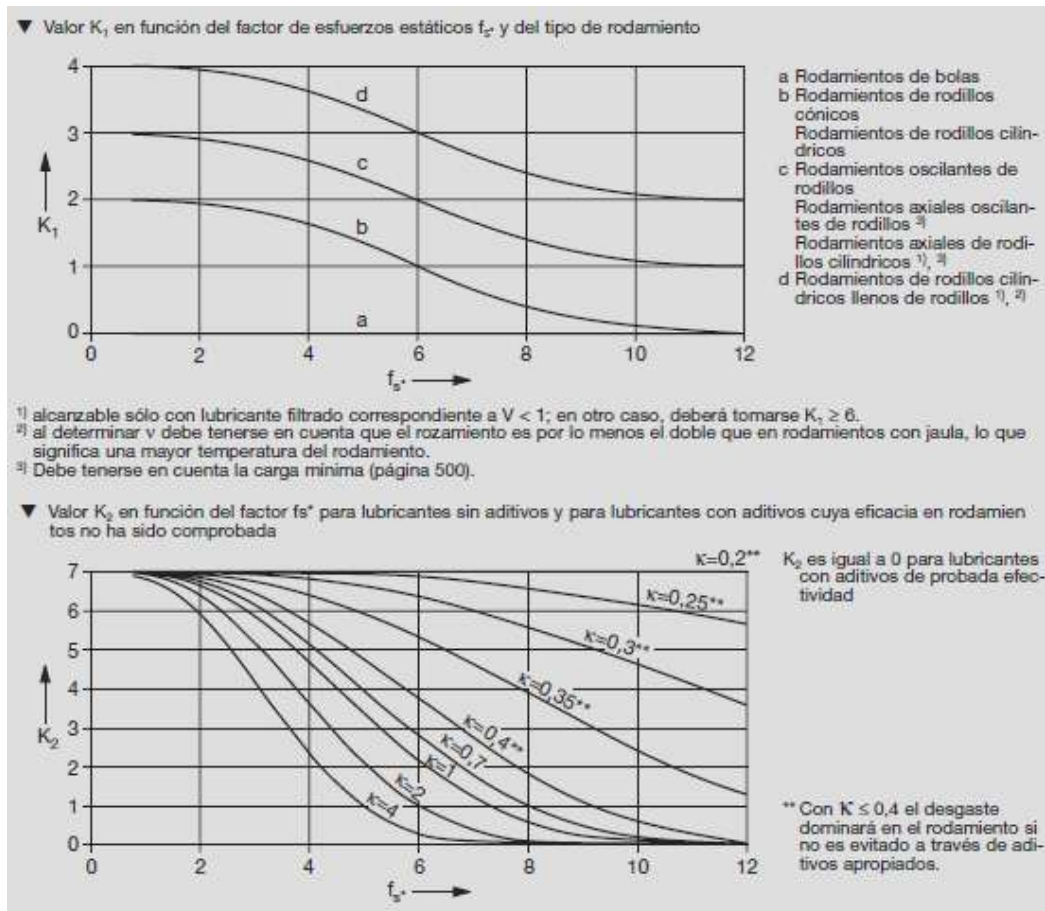


Tabla 2: Factores de servicio para transmisiones por cadenas.

TABLA 7-5 Capacidades en caballos de fuerza - Cadena simple de rodillos número 40

Núm. de dientes	0.500 pulgadas de paso				Velocidad mínima de giro de la catarina, rev/mín																				
	10	25	50	100	180	200	300	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000	9000
11	0.06	0.14	0.27	0.52	0.91	1.00	1.48	2.42	3.34	4.25	4.70	5.60	6.49	5.57	4.66	3.70	2.85	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50	0.00
12	0.06	0.15	0.29	0.56	0.99	1.09	1.61	2.64	3.64	4.64	5.13	6.11	7.09	6.34	5.31	4.22	3.25	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57	0.00
13	0.07	0.16	0.31	0.61	1.07	1.19	1.75	2.86	3.95	5.02	5.56	6.62	7.68	7.15	5.99	4.76	3.66	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.00	
14	0.07	0.17	0.34	0.66	1.15	1.28	1.88	3.08	4.25	5.41	5.98	7.13	8.27	7.99	6.70	5.31	4.09	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.00	
15	0.08	0.19	0.36	0.70	1.24	1.37	2.02	3.30	4.55	5.80	6.41	7.64	8.86	8.86	7.43	5.89	4.54	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.00	
16	0.08	0.20	0.39	0.75	1.32	1.46	2.15	3.52	4.86	6.18	6.84	8.15	9.45	9.76	8.18	6.49	5.00	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	0.00		
17	0.09	0.21	0.41	0.80	1.40	1.55	2.29	3.74	5.16	6.57	7.27	8.66	10.04	10.69	8.96	7.11	5.48	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	0.00		
18	0.09	0.22	0.43	0.84	1.48	1.64	2.42	3.96	5.46	6.95	7.69	9.17	10.63	11.65	9.76	7.75	5.97	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	0.00		
19	0.10	0.24	0.46	0.89	1.57	1.73	2.56	4.18	5.77	7.34	8.12	9.66	11.22	12.64	10.59	8.40	6.47	4.92	3.91	3.20	2.29	0.09	0.00		
20	0.10	0.25	0.48	0.94	1.65	1.82	2.69	4.39	6.07	7.73	8.55	10.18	11.81	13.42	11.44	9.07	6.99	5.31	4.22	3.45	2.47	0.00			
21	0.11	0.26	0.51	0.98	1.73	1.91	2.83	4.61	6.37	8.11	8.98	10.69	12.40	14.10	12.30	9.76	7.52	5.72	4.54	3.71	2.65	0.00			
22	0.11	0.27	0.53	1.03	1.81	2.01	2.96	4.83	6.68	8.50	9.40	11.20	12.99	14.77	13.19	10.47	8.06	6.13	4.87	3.98	2.85	0.00			
23	0.12	0.28	0.56	1.08	1.90	2.10	3.10	5.05	6.98	8.89	9.83	11.71	13.58	15.44	14.10	11.19	8.62	6.55	5.20	4.26	3.05	0.00			
24	0.12	0.30	0.58	1.12	1.98	2.19	3.23	5.27	7.28	9.27	10.26	12.22	14.17	16.11	15.03	11.93	9.18	6.99	5.54	4.54	0.87	0.00			
25	0.13	0.31	0.60	1.17	2.06	2.28	3.36	5.49	7.59	9.66	10.69	12.73	14.76	16.78	15.98	12.68	9.76	7.43	5.89	4.82	0.00				
26	0.13	0.32	0.63	1.22	2.14	2.37	3.50	5.71	7.89	10.04	11.11	13.24	15.35	17.45	16.95	13.45	10.36	7.88	6.25	5.12	0.00				
28	0.14	0.35	0.67	1.31	2.31	2.55	3.77	6.15	8.50	10.82	11.97	14.26	16.53	18.79	18.94	15.03	11.57	8.80	6.99	5.72	0.00				
30	0.15	0.37	0.72	1.41	2.47	2.74	4.04	6.59	9.11	11.59	12.82	15.28	17.71	20.14	21.01	16.67	12.84	9.76	7.75	6.34	0.00				
32	0.16	0.40	0.77	1.50	2.64	2.92	4.31	7.03	9.71	12.38	13.68	16.30	18.89	21.48	23.14	18.37	14.14	10.76	8.54	1.41					
35	0.18	0.43	0.84	1.64	2.88	3.19	4.71	7.69	10.62	13.52	14.96	17.82	20.67	23.49	26.30	21.01	16.17	12.30	9.76	0.00					
40	0.21	0.50	0.96	1.87	3.30	3.65	5.38	8.79	12.14	15.45	17.10	20.37	23.62	26.85	30.06	25.67	19.76	15.03	0.00						
45	0.23	0.56	1.08	2.11	3.71	4.10	6.08	9.89	13.66	17.39	19.24	22.92	26.57	30.20	33.82	30.63	23.58	5.53	0.00						

Tipo A: Lubricación manual o por goteo
 Tipo B: Lubricación en baño o con disco
 Tipo C: Lubricación con chorro de aceite

Fuente: American Chain Association, Naples, FL

Figura 2: Determinación de la vida ampliada.

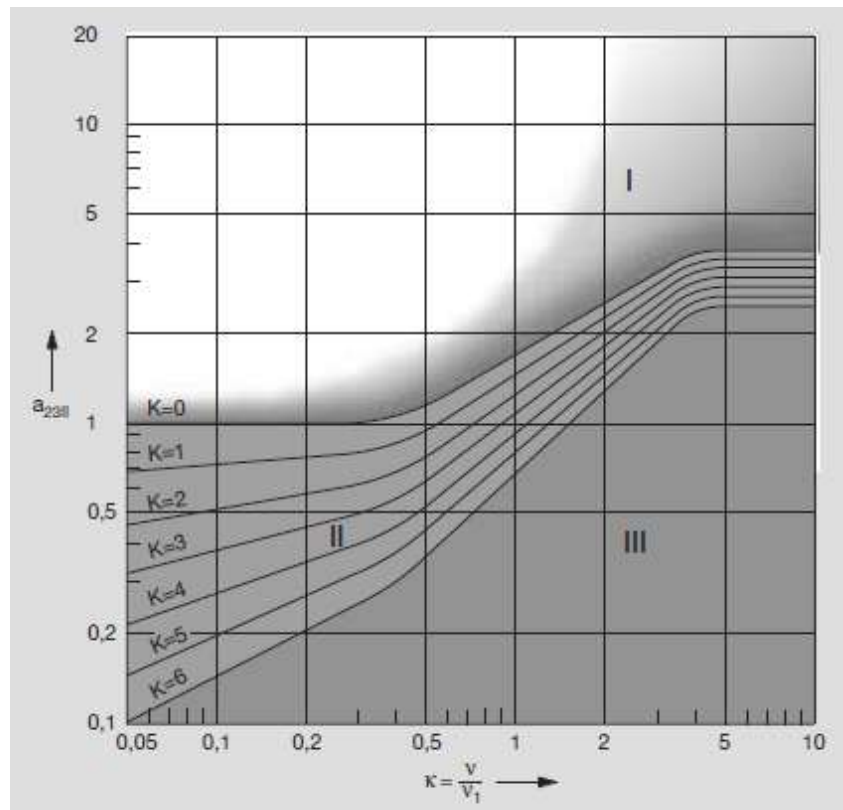


Tabla 3. Factor f_0 para rodamientos rígidos de bolas

▼ Factor f_0 para rodamientos rígidos de bolas

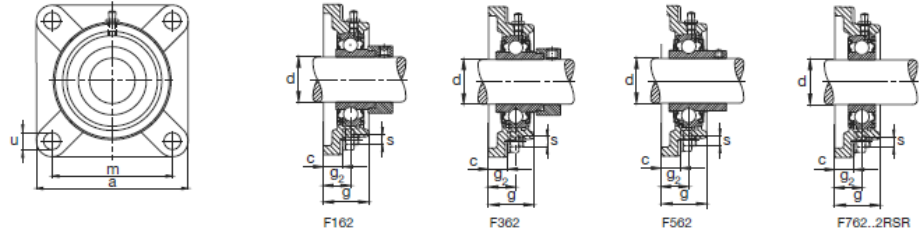
Número característico del agujero	Factor f_0								
	Serie de rodamientos 618	160	161	60	62	622	63	623	64
3					12,9				
4					12,2				
5					13,2		13,2		
6					13		13		
7				13	12,4				
8				12,4	13				
9				13	12,4				
00			12,4	12,4	12,1	12,1	11,3		
01			13	13	12,3	12,2	11,1		
02		13,9		13,9	13,1	13,1	12,1	12,1	
03		14,3		14,3	13,1	13,1	12,3	12,2	12,4
04		14,9		13,9	13,1	13,1	12,4	12,1	11
05		15,4		14,5	13,8	13,8	12,4	12,4	12,1
06		15,2		14,8	13,8	13,8	13	13	12,2
07		15,6		14,8	13,8	13,8	13,1	13,1	12,1
08		16		15,3	14	14	13	13	12,2
09		15,9		15,4	14,3	14,1	13	13	12,1
10		16,1		15,6	14,3	14,3	13	13	13,1
11		16,1		15,4	14,3		12,9		13,2
12		16,3		15,5	14,3		13,1		13,2

Tabla 4: Selección de chumacera

Unidades FAG de rodamientos S

Series F162, F362, F562, F762...2RSR

Soporte brida de fundición gris



Eje	Dimensiones								Tornillos de fijación		Denominación abreviada			Peso [kg] Unidad de rodamiento S	
	d mm	a mm	c	g	g ₂	m	u min	max	s mm	in	Unidad de soporte FAG	Rodamiento con dispositivo de seguridad FAG	Soporte FAG		
12	12	76	12	27	17	54	11	12,5	M10	3/8	F16203/12	16203/12	F203	0,73	
	1/2	12,7	76	12	27	17	54	11	12,5	M10	3/8	F16203.008	16203.008	F203	0,728
	9/16	14,288	76	12	27	17	54	11	12,5	M10	3/8	F16203.009	16203.009	F203	0,723
15	15	76	12	27	17	54	11	12,5	M10	3/8	F16203/15	16203/15	F203	0,72	
	5/8	15,875	76	12	27	17	54	11	12,5	M10	3/8	F16203.010	16203.010	F203	0,717
17	17	76	12	27	17	54	11	12,5	M10	3/8	F16203	16203	F203	0,7	
	17	76	12	27	17	54	11	12,5	M10	3/8	F76203.2RSR	76203.2RSR	F203	0,664	
	11/16	17,463	76	12	27	17	54	11	12,5	M10	3/8	F16203.011	16203.011	F203	0,691
3/4	19,05	86	13	29,5	19	63,5	11	12,5	M10	3/8	F16204.012	16204.012	F204	0,754	
	19,05	86	13	29,5	19	63,5	11	12,5	M10	3/8	F36204.012	36204.012	F204	0,688	
	19,05	86	13	29,5	19	63,5	11	12,5	M10	3/8	F56204.012	56204.012	F204	0,762	
20	20	86	13	29,5	19	63,5	11	12,5	M10	3/8	F16204	16204	F204	0,75	
	20	86	13	29,5	19	63,5	11	12,5	M10	3/8	F36204	36204	F204	0,8	
	20	86	13	29,5	19	63,5	11	12,5	M10	3/8	F56204	56204	F204	0,74	
	20	86	13	29,5	19	63,5	11	12,5	M10	3/8	F76204.2RSR	76204.2RSR	F204	0,706	
15/16	20,638	93	13	30	19	70	11,5	12,5	M10	7/16	F16205.013	16205.013	F205	1,05	
	20,638	93	13	30	19	70	11,5	12,5	M10	7/16	F36205.013	36205.013	F205	1,11	

Tabla 5. Valores de orientación para f_L

Valores de orientación para f_L y valores usuales de cálculo

Lugar de aplicación	Valor f_L que debe alcanzarse	Valores usuales de cálculo
Construcciones navales		
Rodamientos de empuje para barcos	3 ... 4	Empuje máximo de la hélice; velocidad nominal
Rodamientos del eje principal	4 ... 6	Peso proporcional del eje; velocidad nominal $f_z = 2$
Transmisiones grandes	2,5 ... 3,7	Potencia nominal; velocidad nominal
Transmisiones pequeñas	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Accionamientos de botes	1,5 ... 2,5	Potencia nominal; velocidad nominal
Rodamientos del timón		
cargados estáticamente por la presión del timón, el peso y el accionamiento		
Maquinaria agrícola		
Tractores agrícolas	1,5 ... 2	igual que vehículos
Maquinaria autopropulsada	1,5 ... 2	igual que vehículos
Maquinaria de temporada	1 ... 1,5	Potencia máxima; velocidad nominal
Maquinaria de construcción		
Niveladoras, cargadoras	2 ... 2,5	igual que vehículos
Excavadoras / equipo tractor	1 ... 1,5	par medio del motor hidrostático;
Excavadoras / equipo giratorio	1,5 ... 2	velocidad media
Apisonadoras vibratorias, excitadoras	1,5 ... 2,5	Fuerza centrífuga · f_z (Factor $f_z = 1,1$ a $1,3$)
Compactadoras	1 ... 1,5	
Motores eléctricos		
Motores eléctricos para aparatos electrodomésticos	1,5 ... 2	peso del rotor · f_z ; velocidad nominal
Motores estándar	3,5 ... 4,5	factor $f_z = 1,5$ a 2 para máquinas estacionarias
Motores grandes	4 ... 5	$f_z = 1,5$ a $2,5$ para motores de tracción
Motores de tracción	3 ... 3,5	para accionamientos por piñón; grupos de cargas con velocidades correspondientes
Instalaciones siderúrgicas y de laminación		
Laminadores	1 ... 3	carga media de laminado; velocidad de laminación valor f_L según tipo de laminador y programa de laminado
Accionamiento de laminadores	3 ... 4	Par nominal o máximo; velocidad nominal
Tren de rodillos	2,5 ... 3,5	Peso del material, golpes; velocidad de laminación
Máquinas de fundición por centrifugación	3,5 ... 4,5	Peso, masa excéntrica; número de revoluciones nominal
Convertidores		
solicitados estáticamente por el peso máximo		
Máquina-herramienta		
Husillos de tornos y fresadoras	3 ... 4,5	Fuerza de corte, par motor, precarga peso de la pieza a mecanizar; velocidad de servicio
Husillos de taladradoras	3 ... 4	
Husillos de rectificadoras	2,5 ... 3,5	
Husillos porta-piezas en rectificadora	3,5 ... 5	
Transmisiones de máquina-herramienta	3 ... 4	Potencia nominal; velocidad nominal
...

ANEXO G

Tabla 1: Alambre de acero inoxidable para proceso MIG (Catálogo AGA)

ALAMBRE DE ACERO INOXIDABLE PARA PROCESO MIG												
ER 308 L	Norma:	AWS	ER 308 L									
Análisis del Metal Depositado %:	C	0.025% máx.	Cr	20.50	Ni	9.50	Mn	1.0	Si	0.40		
Descripción:	Alambre continuo que deposita un acero inoxidable austenítico. Posee gran resistencia a la corrosión y gracias a su extra-bajo contenido de carbono es mínima la formación de carburo de cromo en el metal soldado. Posee buena resistencia a los agentes oxidantes, ductibilidad y alta resistencia al impacto, incluso a temperaturas muy bajas.											
Proceso:	MIG (G.M.A.W.)		GAS DE PROTECCIÓN									
			ARGÓN				AGA MIX 12					
Propiedades Mecánicas:	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			ELONGACIÓN			LÍMITE DE FLUENCIA					
	80.000 Lbs./Pulg. ²			39%			46.000 Lbs./Pulg. ²					
Aplicaciones:	<p>Recomendado para inoxidables tipo 18 Cr/8Ni: para la unión de los aceros inoxidables 201, 202, 301, 302, 302B, 303, 303Se, 304, 304L, 305, 308, 321, 347, 348, 405, 410, 420.</p> <p>Sus aplicaciones están principalmente en: - Equipos para procesar y almacenar alimentos y químicos. • Pasteurizadoras • embotelladoras • tanques • ductos • mallas de acero inoxidable • evaporadoras • torres para fraccionamiento • bombas • intercambiadores de calor • aviones • carros de ferrocarril • vehículos tanques para químicos • fabricación de muebles • equipos para restaurantes, etc.,</p>											
DATOS PARA SOLDAR:	PROCESO MIG (GMAW)		Ø ALAMBRE		VELOCIDAD ALIMENTAC		AMP.		VOLT.		FLUJO DE GAS	
			mm. Pulg.		cmt/min.						lt/min	
	CORTO		0.8 0.030		380-1090		90-120		17-22		12	
	CIRCUITO		0.9 0.035		300-1000		90 -135		17-22			
	12											
	SPRAY		0.8 0.030		1120-1650		150-170		26		16	
			0.9 0.035		1090-1270		150-190		26		16	
	<p>Estos datos son para equipos convencionales. Para otro tipo de equipos, consultar a escuelas de soldadura AGA. - Corto circuito se utiliza normalmente para materiales de espesor menor a 3 mm. y para soldaduras de raíz y en posiciones difíciles.</p> <p>NOTA: Las mejores condiciones para cada aplicación deben determinarse mediante pruebas al momento de soldar.</p>											
IMPORTANTE:	Protéjase de la humedad.						PESO POR ROLLO: 11 kg./25 lbs.					

ANEXO H

NORMA ASTM E-165



2.4 APHA Standard:
429 Method for the Examination of Water and Wastewater⁸

3. Terminology

3.1 The definitions relating to liquid penetrant examination, which appear in Terminology E 1316, shall apply to the terms used in this standard.

4. Summary of Test Method

4.1 A liquid penetrant which may be a visible or a fluorescent material is applied evenly over the surface being examined and allowed to enter open discontinuities. After a suitable dwell time, the excess surface penetrant is removed. A developer is applied to draw the entrapped penetrant out of the discontinuity and stain the developer. The test surface is then examined to determine the presence or absence of indications.

NOTE 1—The developer may be omitted by agreement between purchaser and supplier.

NOTE 2—Caution: Fluorescent penetrant examination shall not follow a visible penetrant examination unless the procedure has been qualified in accordance with 10.2, because visible dyes may cause deterioration or quenching of fluorescent dyes.

4.2 Processing parameters, such as surface precleaning, penetration time and excess penetrant removal methods, are determined by the specific materials used, the nature of the part under examination, (that is, size, shape, surface condition, alloy) and type of discontinuities expected.

5. Significance and Use

5.1 Liquid penetrant examination methods indicate the presence, location and, to a limited extent, the nature and magnitude of the detected discontinuities. Each of the various methods has been designed for specific uses such as critical service items, volume of parts, portability or localized areas of examination. The method selected will depend accordingly on the service requirements.

6. Classification of Penetrations and Methods

6.1 Liquid penetrant examination methods and types are classified as shown in Table 1.

6.2 *Fluorescent penetrant examination* utilizes penetrants that fluoresce brilliantly when excited by black light (see 8.9.1.2). The sensitivity of fluorescent penetrants depends on their ability to be retained in the various size discontinuities during processing, then to bleed out into the developer coating and produce indications that will fluoresce. Fluorescent indications are many times brighter than their surroundings when viewed under black light illumination.

6.3 *Visible penetrant examination* uses a penetrant that can be seen in visible light. The penetrant is usually red, so that the indications produce a definite contrast with the white background of the developer. The visible penetrant process does not require the use of black light. However, visible penetrant indications must be viewed under adequate white light (see 8.9.2.1).

TABLE 1 Classification of Penetrant Examination Types and Methods

Type I—Fluorescent Penetrant Examination
Method A—Water-washable (see Test Method E 1209)
Method B—Post-emulsifiable, lipophilic (see Test Method E 1208)
Method C—Solvent removable (see Test Method E 1219)
Method D—Post-emulsifiable, hydrophilic (see Test Method E 1210)
Type II—Visible Penetrant Examination
Method A—Water-washable (see Test Method E 1418)
Method C—Solvent removable (see Test Method E 1220)

7. Types of Materials

7.1 *Liquid penetrant examination materials* (see Notes 3-5) consist of fluorescent and visible penetrants, emulsifiers (oil-base and water-base; fast and slow acting), solvent removers and developers. A family of liquid penetrant examination materials consists of the applicable penetrant and emulsifier or remover, as recommended by the manufacturer. Intermixing of materials from various manufacturers is not recommended.

NOTE 3—Refer to 9.1 for special requirements for sulfur, halogen and alkali metal content.

NOTE 4—Caution: While approved penetrant materials will not adversely affect common metallic materials, some plastics or rubbers may be swollen or stained by certain penetrants.

NOTE 5—Warning: These materials may be flammable or emit hazardous and toxic vapors. Observe all manufacturer's instructions and precautionary statements.

7.2 Penetrants:

7.2.1 *Post-Emulsifiable Penetrants* are designed to be insoluble in water and cannot be removed with water rinsing alone. They are designed to be selectively removed from the surface using a separate emulsifier. The emulsifier, properly applied and given a proper emulsification time, combines with the excess surface penetrant to form a water-washable mixture, which can be rinsed from the surface, leaving the surface free of fluorescent background. Proper emulsification time must be experimentally established and maintained to ensure that over-emulsification does not occur, resulting in loss of indications.

7.2.2 *Water-Washable Penetrants* are designed to be directly water-washable from the surface of the test part, after a suitable penetrant dwell time. Because the emulsifier is "built-in" to the water-washable penetrant, it is extremely important to exercise proper process control in removal of excess surface penetrant to ensure against overwashing. Water-washable penetrants can be washed out of discontinuities if the rinsing step is too long or too vigorous. Some penetrants are less resistant to overwashing than others.

7.2.3 *Solvent-Removable Penetrants* are designed so that excess surface penetrant can be removed by wiping until most of the penetrant has been removed. The remaining traces should be removed with the solvent remover (see 8.6.4.1). To minimize removal of penetrant from discontinuities, care should be taken to avoid the use of excess solvent. Flushing the surface with solvent to remove the excess penetrant is prohibited.

7.3 Emulsifiers:

7.3.1 *Lipophilic Emulsifiers* are oil-miscible liquids used to emulsify the excess oily penetrant on the surface of the part,

⁸ Available from American Public Health Association, Publication Office, 1015 Fifteenth Street, NW, Washington, DC 20005.

ANEXO I

Norma ASTM E-1220

TABLE 1 Recommended Minimum Dwell Times

Material	Form	Type of Discontinuity	Dwell Times, (minutes) ^A	
			Penetrant ^B	Developer ^C
Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys	castings and welds	cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms)	5	10
	wrought materials—extrusions, forgings, plate	laps, cracks (all forms)	10	10
Carbide-tipped tools		lack of fusion, porosity, cracks	5	10
Plastic	all forms	cracks	5	10
Glass	all forms	cracks	5	10
Ceramic	all forms	cracks, porosity	5	10

^A For temperature range from 60° to 125°F (16° to 52°C).

^B Maximum penetrant dwell time 60 min in accordance with 7.1.4.2.

^C Development time begins as soon as wet developer coating has dried on surface of parts (recommended minimum). Maximum development time in accordance with 7.1.7.2.