

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESOS DE CORTE POR PLASMA, OXICORTE Y ARC AIR APLICADOS A METALES

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

ARCOS VILLACÍS PABLO ANTONIO

pableins5@hotmail.com

FIALLOS ORTIZ JORGE DAVID

jdavidfiallos@gmail.com

DIRECTOR: Ing. HOMERO BARRAGÁN.

hbarragán@hotmail.es

Quito, Febrero 2010

DECLARACIÓN

Nosotros, Pablo Antonio Arcos Villacís y Jorge David Fiallos Ortiz, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Pablo Antonio Arcos Villacís

Jorge David Fiallos Ortiz

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Pablo Antonio Arcos Villacís y Jorge David Fiallos Ortiz, bajo mi supervisión.

Ing. Homero Barragán MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A la gloriosa facultad de ingeniería mecánica, la cual con el pasar de los años durante nuestra formación académica despertó en nosotros el interés para prepararnos de la mejor manera hasta llegar a ser buenos profesionales.

A nuestros maestros, por el conocimiento impartido durante las clases a lo largo de la carrera y a nuestros amigos, por los valores importantes que juntos aprendimos en estos años de estudio y que estoy seguro han hecho de nosotros, personas mejor preparadas para el futuro.

Queremos agradecer a nuestro director de tesis Ing. Homero Barragán MSc., por su apoyo constante durante la realización del presente proyecto, de igual manera a los laboratorios de soldadura, conformado mecánico y metalografía por la asesoría prestada para la culminación de nuestro proyecto.

DEDICATORIA

A Dios que está siempre presente y reflejado en la imagen de mis padres por todo el apoyo brindado durante mi vida y carrera estudiantil, gracias por su amor, paciencia y comprensión. A mis hermanas por ser un ejemplo de constante superación. Finalmente a mis amigos y demás seres queridos por estar conmigo cuando los he necesitado compartiendo tristezas y alegrías.

Mi reconocimiento y gratitud a mi director de tesis Ing. Homero Barragán MSc. por su acertada dirección y aporte en el desarrollo de este proyecto.

Jorge David

A las tres personas más importantes en mi vida, mi querida madre MARUJITA que con su amor y confianza brindados, ha sido el pilar fundamental a lo largo de mi vida para nunca rendirme y siempre luchar ante las adversidades que se me pudiesen presentar. A mis hermanitas NATHALY ALEXANDRA y MARÍA ALICIA, quienes siempre creyeron en mí y estuvieron apoyándome a lo largo de mi vida.

Quiero dedicar este logro en mi vida a la memoria de mi querido padre ANTONIO, quien en vida me enseñó los valores necesarios para hacer de mí una mejor persona.

A mi MADRE DOLOROSA DEL COLEGIO, por haberme guiado durante todo éste trayecto y en quien confío para que siempre esté conmigo a lo largo de mi vida.

A todos mis familiares y amigos por siempre estar allí apoyándome cuando más los necesitaba. En especial mi tía BEATRIZ, quien ha sido un apoyo constante en mi vida y a la cual agradezco toda la confianza depositada en mí para ser una mejor persona.

Pablo Antonio

CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ANEXOS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
PRESENTACIÓN.....	XVIII
CAPÍTULO 1.....	1
VISIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS DE CORTE.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 GENERALIDADES.....	2
1.3 PROCESOS DE CORTE TÉRMICO DE METALES.....	3
1.3.1 CORTE CON OXÍGENO (OC).....	3
1.3.1.1 Corte con fundente químico (FOC).....	3
1.3.1.2 Corte con polvo metálico (POC).....	4
1.3.1.3 Corte con gas oxicom bustible (OFC).....	4
1.3.1.4 Corte por arco con oxígeno (AOC).....	6
1.3.1.5 Corte con lanza de oxígeno (LOC).....	7
1.3.2 CORTE CON ARCO (AC).....	8
1.3.2.1 Corte con arco de carbón y aire (CAC-A).....	8
1.3.2.2 Corte con arco de carbón (CAC).....	9
1.3.2.3 Corte con arco de metal con gas (GMAC).....	9
1.3.2.4 Corte con arco de tungsteno con gas (GTAC).....	9
1.3.2.5 Corte con arco de metal recubierto (SMAC).....	10
1.3.2.6 Corte con arco de plasma (PAC).....	11
1.3.3 OTROS PROCESOS DE CORTE.....	12

1.3.3.1 Corte con haz de electrones (EBC)	12
1.3.3.2 Corte con rayo láser (LBC).....	13
1.3.3.3 Corte por chorro de agua (WJC).....	15
1.3.3.4 Corte con chorro de agua abrasiva.....	16
CAPÍTULO 2.....	18
TEORÍA DE LOS PROCESOS OXICORTE, CORTE POR PLASMA Y CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (ARCAIR).	18
2.1 INTRODUCCIÓN	18
2.2 PROCESO DE CORTE CON GAS OXICOMBUSTIBLE (OFC)	18
2.2.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO	18
2.2.1.1 Definición y Descripción General.....	18
2.2.1.2 Principios de Funcionamiento.....	19
2.2.1.3 Aspectos Químicos del Corte por Oxígeno	21
2.2.1.4 Oxígeno.....	22
2.2.1.5 Combustibles de Pre calentamiento	23
2.2.1.6 Selección de Combustibles	23
2.3.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	26
2.2.2.1 Ventajas	27
2.2.2.2 Desventajas.....	27
2.2.3 EQUIPO	27
2.2.3.1 Equipo Manual	28
2.2.3.2 Soplete	28
2.2.3.3 Puntas de corte manual.....	29
2.2.3.4 Reguladores de presión de Gas.	30
2.2.3.5 Equipo Mecanizado	30
2.2.3.6 Sopletes de máquina	30
2.2.3.7 Puntas de corte a máquina.....	30
2.2.3.8 Reguladores de presión	31

2.2.4 APLICACIONES EN PROCESOS GENERALES	31
2.2.5 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN PARA EL CORTE	31
2.2.5.1 Procedimientos de Operación	31
2.2.5.2 Procedimientos de corte	32
2.2.6 CALIDAD DE CORTE	32
2.2.7 MATERIALES CORTADOS	34
2.2.8 PRÁCTICAS SEGURAS	34
2.3 PROCESO DE CORTE POR PLASMA (PAC)	36
2.3.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO	36
2.3.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	38
2.3.2.1 Ventajas	38
2.3.2.2 Desventajas.....	38
2.3.3 EQUIPO	39
2.3.3.1 Sopletes	39
2.3.3.2 Fuentes de Potencia.....	39
2.3.4 CONTROLES DE CORTE.....	39
2.3.5 APLICACIONES EN PROCESOS GENERALES	40
2.3.6 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y CORTE	40
2.3.7 CALIDAD DE CORTE	40
2.3.8 EFECTOS METALÚRGICOS.....	41
2.3.9 MATERIALES CORTADOS	41
2.3.10 PRÁCTICAS SEGURAS	41
2.4 PROCESO DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (ARCAIR) (CAC- A).....	42
2.4.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO	42
2.4.1.1 Descripción	42
2.4.2 VENTAJAS YDESVENTAJAS.....	43
2.4.2.1 Ventajas	43
2.4.2.2 Desventajas.....	43
2.4.3 EQUIPO	44
2.4.3.1 Sopletes de Corte.....	44

2.4.3.2 Electroodos	45
2.4.4 APLICACIONES EN PROCESOS GENERALES.....	45
2.4.5 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y CORTE.....	45
2.4.6 CALIDAD DE CORTE	46
2.4.6.1 Efectos Metalúrgicos	46
2.4.7 MATERIALES CORTADOS	46
2.4.8 PRÁCTICAS SEGURAS	46
CAPÍTULO 3.....	48
DESARROLLO DE PRUEBAS CON LOS PROCESOS DE CORTE APLICADOS A LOS METALES.....	48
3.1 CORTE DE METALES USANDO EQUIPO DE CORTE TÉRMICO.....	48
3.2 ELEMENTOS Y CRITERIOS DE DESPEÑO DE PRUEBAS DE CORTE	48
3.2.1 PREPARACIÓN DEL EQUIPO PARA EL CORTE TÉRMICO DE METALES..	48
3.2.1.1 Criterio de Desempeño.....	48
3.2.2 MATERIALES USADOS EN LAS PRUEBAS	49
3.2.2.1 Criterio de Desempeño.....	49
3.2.3 CONTROL DE LA CALIDAD DE CORTE	49
3.2.3.1 Criterio de Desempeño.....	49
3.3 DESIGNACIÓN DE PROBETAS.....	50
3.4 ENSAYOS DE CORTE TÉRMICO	50
3.4.1 ENSAYO DE CORTE POR OXICORTE.....	50
3.4.2 ENSAYO DE CORTE POR PLASMA.....	51
3.4.3 ENSAYO DE CORTE POR ARCAIR.....	52
3.4 ENSAYO METALOGRÁFICO	52
3.4.1 INTRODUCCIÓN A LOS ENSAYOS METALOGRÁFICOS	52
3.4.2 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS METALOGRÁFICO.....	53
3.4.2.1 Extracción de la muestra.....	53
3.4.2.2 Desbaste grueso	53
3.4.2.3 Desbaste Fino	54
3.4.2.4 Pulido Grueso	54
3.4.2.5 Pulido Fino	54
3.4.2.6 Ataque Químico	54

3.5 INTERPRETACIÓN METALOGRAFICA	56
3.5.1 DIAGRAMA HIERRO-CARBONO	56
3.5.2 METALOGRAFÍA DE LAS FUNDICIONES	57
3.5.2.1 Fundición nodular	58
3.5.3 METALOGRAFÍA DE LOS ACEROS	60
3.5.3.1 Microconstituyentes de los Acerosno aleados	60
3.5.3.2 Microconstituyentes de Aceros no aleados templados	62
3.5.3.3 Otros Microconstituyentes	63
3.5 ENSAYOS DE DUREZA	64
3.5.1 ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL	64
3.5.1.1 Materiales y equipos utilizados	64
3.5.1.1.1 Durómetro de Rockwell	64
3.5.1.1.2 Penetradores	65
3.5.1.1.3 Procedimiento de ensayo de dureza.....	66
3.6 ANÁLISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO (AST)	66
3.6.1 PROCEDIMIENTO DEL AST	67
3.6.1.1. Seleccionar el trabajo para analizar	67
3.6.1.2. Dividir el trabajo en pasos básicos	68
3.6.1.3. Identificar los peligros dentro de cada paso.....	68
3.6.1.4. Control de peligro	69
3.6.5.5. Revisión del Análisis de Seguridad en el Trabajo	70
3.7 PARÁMETROS DE LOS COSTOS EN CORTE TÉRMICO DE METALES	72
CAPÍTULO 4.....	75
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	75
4.1 INTRODUCCIÓN	75
4.2 CALIDAD DE CORTE	75
4.2 VELOCIDAD DE CORTE	78
4.4 DUREZA SUPERFICIAL	83
4.5 ANÁLISIS DE LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR.....	85
4.5.1 TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS.....	85
4.5.2 MEDIDA DE LA ZONA AFECTADA TÉRMICAMENTE (Z.A.C.).....	87
4.5.3 ANÁLISIS METALOGRAFICO	91

4.5.3.1 Análisis Metalográfico en Aceros de Bajo Carbono	92
4.5.3.2 Análisis Metalográfico en Acero Inoxidable	94
4.5.3.3 Análisis Metalográfico en Hierro dúctil o nodular	95
4.5.3.4 Análisis Metalográfico en Acero de Medio Carbono.....	97
CAPÍTULO 5.....	99
ANÁLISIS DE COSTOS.....	99
5.1 INTRODUCCIÓN	99
5.2 CÁLCULO DE COSTOS EN EL CORTE TERMICO DE METALES	99
5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	105
5.3.1 COSTO POR METRO LINEAL VS. ESPESOR MATERIAL	105
5.3.1 COSTO CORTE VS. METROS CORTADOS	107
CAPÍTULO 6.....	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
6.1 CONCLUSIONES	113
6.2 RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Esquema del proceso de corte con gas oxicom bustible.	5
Figura 1.2 Esquema del corte por arco con oxígeno en operación.	7
Figura 1.3 Esquema del corte por arco con oxígeno en operación.	8
Figura 1.4 Proceso de corte con arco de plasma.	12
Figura 1.5 Proceso de corte con haz de electrones.	13
Figura 1.7 Proceso de corte con rayo láser.	13
Figura 1.6 Esquema del proceso de corte con rayo láser.	14
Figura 1.8 Proceso de corte por chorro de agua.	16
Figura 1.9 Proceso de corte con chorro de agua abrasiva.	17
Figura 2.1 Ancho de corte y arrastre en el corte con gas oxicom bustible	20
Figura 2.2 Flama Oxiacetilénica.	24
Figura 2.3 Tipo de Sopletes para OFC.	29
Figura 2.4 Soplete de corte para máquina para tres mangueras	30
Figura 2.5 Condiciones de borde representativas producidas por operaciones de corte con gas oxicom bustible.	33
Figura 2.6 Condiciones de borde representativas producidas por operaciones de corte con gas oxicom bustible.	34
Figura 2.7 Terminología de los sopletes de arco de plasma.	37
Figura 2.8 Circuitos básicos para corte con arco de plasma.	38
Figura 2.9 Procedimientos de operación típicos para el acanalado con arco de carbono y aire.	43
Figura 2.10 Equipo Típico para acanalado con arco de carbono y aire	44
Figura 2.11 Operación de acanalado con arco de carbono y aire en posición plana	45
Figura 3.1. Designación de probetas para pruebas de corte	50
Figura 3.2 Designación de probetas para pruebas de corte	57
Figura 3.3 Fundición nodular x 100	59
Figura 3.4 Fundición nodular normalizado a) x100 y b) x400	59
Figura 3.5 Ferrita a) Morfología equiaxial x100 y b) estructura de Widmanstätten x100.	60
Figura 3.6 Cementita secundaria x100.	62
Figura 3.7 Estructura Martensita x400	63
Figura 4.1 Gráfico comparativo Velocidad de corte vs. PAC vs. OFC vs. CAC para acero de bajo carbono.	79
Figura 4.2 Gráfico comparativo Velocidad de corte vs. PAC vs. CAC para acero inoxidable.	80

Figura 4.3 Gráfico comparativo Velocidad de corte vs. PAC vs. CAC para hierro fundido.....	81
Figura 4.4 Gráfico comparativo Velocidad de corte vs OFC vs. PAC vs. CAC , para acero inoxidable.....	82
Figura 4.6 Zona afectada por el calor en acero de bajo carbono AISI 1010	88
Figura 4.7 Zona afectada por el calor en acero inoxidable AISI 304.....	89
Figura 4.8 Zona afectada por el calor en fundición nodular	90
Figura 4.9 Zona afectada por el calor en Acero de Medio Carbono AISI 1045	91
Figura 4.10 Acero 1010. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Oxicorte. Magnificación en el microscopio: 400X	92
Figura 4.11 Acero 1010. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Plasma. Magnificación en el microscopio: 400X	92
Figura 4.12 Acero 1010. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Arcair. Magnificación en el microscopio: 400X	93
Figura 4.13 Acero AISI304. Atacado con Marble. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Plasma. Magnificación en el microscopio: 400X	94
Figura 4.14 Acero AISI304. Atacado con Marble. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Arcair. Magnificación en el microscopio: 400X	94
Figura 4.15 Fundición Nodular. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Plasma. Magnificación en el microscopio: 400X	95
Figura 4.16 Fundición Nodular. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Arcair. Magnificación en el microscopio: 400X	96
Figura 4.17 Acero 1045. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Oxicorte. Magnificación en el microscopio: 400X	97
Figura 4.18 Acero 1045. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Plasma. Magnificación en el microscopio: 400X	97
Figura 4.19 Acero 1045. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Arcair. Magnificación en el microscopio: 400X	98
Figura 5.1 Gráfico comparativo del Costo de corte por metro lineal, por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero de Bajo Carbono AISI 1010	105
Figura 5.2 Gráfico comparativo del Costo de corte por metro lineal, por medio de Plasma y Arcair, para Acero Inoxidable AISI 304.....	106
Figura 5.3 Gráfico comparativo del Costo de corte por metro lineal, por medio de Plasma y Arcair, para Fundición Nodular	106

Figura 5.4 Gráfico comparativo del Costo de corte por metro lineal, por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero de Medio Carbono AISI 1045.....	107
Figura 5.5 Gráficos comparativos del Costo de corte vs. metros cortados por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero de Bajo Carbono AISI 1010, para espesores de 4, 6 y 10 mm.....	108
Figura 5.6 Gráficos comparativos del Costo de corte vs. metros cortados por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero Inoxidable AISI 304, para espesores de 4, 6 y 10 mm.....	109
Figura 5.7 Gráficos comparativos del Costo de corte vs. metros cortados por medio de Plasma y Arcair, para Fundición Nodular, para espesores de 4, 6 y 10 mm.....	110
Figura 5.8 Gráfico comparativo del Costo de corte vs. metros cortados por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero de Medio Carbono AISI 1045, para espesores de 10 y 15 mm.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Gases empleados para el corte con rayo láser de diversos materiales.....	15
Tabla 3.1 Reactivos utilizados en ensayos metalográficos	55
Tabla 3.2 Tabla de Escalas Rockwell	65
Tabla 3.3 Tabla simplificada de los materiales más comunes que se miden con Rockwell	66
Tabla 3.4 Análisis seguro del trabajo para oxicorte	71
Tabla 3.5 Análisis seguro del trabajo para corte por plasma.....	72
Tabla 3.6 Análisis seguro del trabajo para corte por arcair	72
Tabla 4.1 Matriz de selección de cortes de calidad; Acero de Bajo Carbono	76
Tabla 4.2 Matriz de selección de cortes de calidad; Acero Inoxidable	77
Tabla 4.3 Matriz de selección de cortes de calidad; Hierro fundido	77
Tabla 4.4 Matriz de selección de cortes de calidad; Acero Medio Carbono	78
Tabla 4.5 Velocidad Corte OFC vs. PAC vs. CAC-A; Acero Bajo Carbono.....	79
Tabla 4.6 Velocidad Corte PAC vs. CAC-A; Acero Inoxidable	80
Tabla 4.7 Velocidad Corte PAC vs. CAC-A; Hierro fundido	81
Tabla 4.8 Velocidad Corte OFC vs. PAC vs. CAC-A; Acero Medio Carbono	82
Tabla 4.9 Dureza Rockwell B, para Acero de Bajo Carbono AISI 1010; Precarga = 10 Kg; Carga =100 Kg	83
Tabla 4.10 Dureza Rockwell B, para Acero Inoxidable Austenítico AISI 304; Precarga= 10 Kg; Carga=100 Kg	84
Tabla 4.11 Dureza Rockwell B, para Fundición Nodular; Precarga = 10 Kg; Carga =100 Kg	84
Tabla 4.12 Dureza Rockwell B, para Acero de Medio Carbono AISI 1045; Precarga = 10 Kg; Carga =100 Kg	84
Tabla 4.13 Temperaturas de Operación de los Procesos de Corte Térmico de Metales.....	86
Tabla 4.14 Composición de los metales seleccionados.....	87
Tabla 4.15 Zona afectada por el calor en acero de bajo carbono AISI 1010.....	88
Tabla 4.16 Zona afectada por el calor en acero inoxidable AISI 304	89
Tabla 4.17 Zona afectada por el calor en fundición nodular.....	89
Tabla 4.18 Zona afectada por el calor en acero de medio carbono AISI 1045.....	90
Tabla 4.19 Consumo aproximado de electros arcair según el espesor del metal, experimentado en las pruebas de corte	100
Tabla 5.1 Factor de Operación (FO%) medido en las pruebas de corte realizadas	101
Tabla 5.2 Velocidades de Corte en metros por hora según material y proceso de corte	102
Tabla 5.3 Costos de equipo oxicorte y cálculos de costos de operación (valores equipos ver Anexo D), acero bajo carbono e= 4 mm.	103

Tabla 5.4 Costos de equipo plasma y cálculos de costos de operación (valores equipos ver Anexo D), acero bajo carbono $e=4$ mm. 104

Tabla 5.5 Costos de equipo Arcair y cálculos de costos de operación valores equipos ver Anexo D), acero bajo carbono $e=4$ mm. 104

ANEXOS

ANEXO A: TABLAS

ANEXO B: HOJAS DE DATOS CORTE

ANEXO B.1: HOJAS DE DATOS CORTE OFC

ANEXO B.2: HOJAS DE DATOS CORTE PAC

ANEXO B.3: HOJAS DE DATOS CORTE CAC-A

ANEXO C: HOJAS DE DATOS MACROGRAFÍAS

ANEXO D: HOJAS DE DATOS METALOGRAFÍAS

ANEXO E: PROFORMAS

RESUMEN

En este proyecto se realiza un análisis comparativo de los procesos de corte más utilizados en la industria considerando productividad, aplicación y costos, bajo estándares de calidad y seguridad.

Primeramente se hace una breve revisión de todos los procesos de corte conocidos según la clasificación de la AWS y luego se profundiza en los procesos utilizados que son: corte con gas oxcombustible, corte por arco con plasma y corte con arco por aire y electrodo de carbono, sus fundamentos teóricos, aplicaciones, ventajas y desventajas, así como también sus procedimientos de operación y corte.

Tras conocer los procesos de corte térmico y diferenciarlos para aplicarlos de acuerdo al tipo y al espesor de metal que va a cortar, se ajustan los parámetros correspondientes, y se realizan las pruebas respectivas. Posteriormente se evalúa la calidad y velocidad de corte, se practican ensayos de dureza y metalográficos para determinar los efectos producidos en los metales.

Además se hace un análisis de costos involucrados con el fin de hallar el costo por metro cortado y así agilizar el proceso comparativo, en este punto es necesario conocer todos los parámetros necesarios e influyentes, conocer valores reales, factores operativos y de mano de obra.

Al final, mediante la comparación de resultados se establece que método es el más conveniente económicamente, productivo, versátil y eficiente, de acuerdo a los volúmenes de trabajo. Tomando en cuenta parámetros de calidad y seguridad.

PRESENTACIÓN

En la industria metalmeccánica nacional es común el uso de procesos de corte para la separación de metales, la adecuada selección de un método óptimo eficiente y económico permite la utilización de estos según las necesidades de cada empresa o cualquier trabajo, dependiendo del material utilizado.

El proyecto procura promover el implemento de métodos factibles para abaratar costos basados en pruebas realizadas con cada proceso de corte (Oxicorte, por Plasma, Arcair) aplicados a los metales.

Mediante la medición y análisis del estado de los materiales sometidos a dichos procesos se conocerá el comportamiento de los metales ante el aporte de calor y conocer que cambios se presentan para cada aleación.

También pretende estimar la capacidad y limitaciones de cada proceso de corte así como los metales que se pueden cortar, industrias en donde se los puede aplicar, productividad, versatilidad y lo concerniente a la seguridad.

CAPÍTULO 1

VISIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS DE CORTE

1.1 INTRODUCCIÓN

Un aspecto muy importante en la fabricación de estructuras metálicas es el corte o remoción del material. Estos procedimientos son usados generalmente antes de la unión por soldadura, para conseguir adecuadas formas de las partes o hacer adecuadas preparaciones de juntas. Durante o después de soldar todos estos métodos de corte pueden ser empleados para remover defectos, realizar reparaciones o dar la forma deseada a los elementos que se fabriquen.

Los procesos de corte térmico son aplicados en diferentes campos de la ingeniería Mecánica, en el área de la metalmecánica, industrias petroleras, construcciones civiles, en los procesos para la producción de componentes y para la preparación de juntas a soldarse.

El presente documento tiene por objeto comparar tres de los procesos de corte más utilizados en la soldadura como son el corte por plasma, oxicorte y el corte con arco de carbón y aire “arc-air” aplicados a metales con diferentes composiciones y espesores.

Conforme avance el presente estudio, se pretende suministrar una clara idea de las mejores condiciones de aplicación para cada proceso de corte por soldadura no sólo tomando en cuenta los aspectos generales de las normas sino que también mediante un análisis metalográfico se pueda llegar a determinar bajo qué condiciones cada proceso es mejor según aplicaciones específicas.

1.2 GENERALIDADES

La preparación de las juntas para las uniones soldadas es de vital importancia para garantizar la calidad de los depósitos de soldadura. Los soldadores tienen que conocer los procesos de corte térmico para preparar adecuadamente los materiales que ellos tienen que soldar. El corte térmico consiste en separar o eliminar el metal de la zona de corte mediante el uso del calor.

A continuación se muestra un resumen de los procesos de corte más usados en la industria metal mecánica según la clasificación de la ANSI/AWS.

Clasificación según ANSI / AWS

Corte con Oxígeno (OC)

Corte con fundente químico.....	FOC
Corte con polvo de metal.....	POC
Corte con gas Oxicombustible.....	OFC
- corte con oxiacetileno	
- corte con Metilacetileno-Propadieno-Estabilizado	
- corte con gas oxinatural	
- corte con oxihidrógeno	
- corte con oxipropano	
- corte con oxipropileno	
Corte con arco de oxígeno.....	AOC
Corte con lanza de oxígeno.....	LOC

Corte con Arco (AC)

Corte con arco de carbón aire.....	CAC-A
Corte con arco de carbón.....	CAC
Corte con arco de metal con gas.....	GMAC
Corte con arco de tungsteno con gas.....	GTAC
Corte con arco de metal recubierto.....	SMAC
Corte con arco de plasma.....	PAC

Otros Cortes

Corte con haz de electrones.....	EBC
----------------------------------	-----

Corte con rayo de láser.....LBC

- aire
- evaporación
- gas inerte
- oxígeno

Corte por chorro de agua

Corte con chorro de agua abrasiva

1.3 PROCESOS DE CORTE TÉRMICO DE METALES

1.3.1 CORTE CON OXÍGENO (OC)

El corte con oxígeno (OC) abarca un grupo de procesos de corte empleados para separar o eliminar metales mediante una reacción exotérmica del oxígeno con el metal base. En el caso de algunos metales resistentes a la oxidación, la reacción puede facilitarse con el uso de un fundente químico o un polvo metálico.

1.3.1.1 Corte con fundente químico (FOC)

Este proceso está pensado primordialmente para el corte de aceros inoxidable. El fundente está diseñado para reaccionar con los óxidos de los elementos de aleación, como el cromo y el níquel, produciendo compuestos con puntos de fusión cercanos a los de los óxidos de hierro. Se requiere un aparato especial para introducir el fundente en el área del corte. Con la adición de fundente los aceros inoxidable se pueden cortar a una velocidad lineal uniforme sin tener que oscilar el soplete, lográndose velocidades de corte cercanas a las alcanzables con espesores equivalentes de acero al carbono. Las puntas son de mayor tamaño y el flujo de oxígeno de cortar es un poco más alto que para los aceros al carbono. Para emplear el proceso de fundente se requiere una unidad de alimentación del fundente. El oxígeno de cortar pasa a través de la unidad de alimentación y transporta el fundente al soplete. El fundente está en un surtidor diseñado para operar a las presiones normales del oxígeno de corte, y de ahí es transportado a través de una manguera a un soplete de corte convencional de tres mangueras. Una mezcla de oxígeno y fundente sale por el orificio del oxígeno de cortar en la

punta del soplete. Se siguen procedimientos de operación especiales para evitar la acumulación de fundente en la manguera del oxígeno de cortar y en el soplete.

1.3.1.2 Corte con polvo metálico (POC)

El proceso de corte con polvo metálico (POC) es una técnica para suministrar a un soplete de OFC un flujo de material pulverizado rico en hierro. El material en polvo acelera y propaga la reacción de oxidación y también la acción de fusión y astillado de los materiales difíciles de cortar. El polvo se dirige hacia el interior del corte ya sea a través de la punta de corte o por una o más espreas externas a la punta. Cuando se usa el primer método, el polvo transportado por gas se introduce en el corte a través de orificios especiales de la punta de corte. Cuando el polvo se introduce externamente, el gas que lo transporta imparte a las partículas velocidad suficiente para que atraviesen la envoltura de precalentamiento y lleguen al chorro de oxígeno de cortar. El corto tiempo que pasan en la envoltura de precalentamiento basta para producir la reacción deseada en la zona de corte.

Las escorias fundidas que resultan son expulsadas de la zona de reacción por el chorro de oxígeno, de modo que continuamente se exponen superficies metálicas nuevas al chorro de oxígeno y al polvo. Se emplea hierro en polvo y mezclas de polvos metálicos, como hierro y aluminio.

Los aceros resistentes a la oxidación se pueden cortar con el método del polvo aproximadamente a las mismas velocidades que aceros al carbono de espesor equivalente con puro oxígeno. El flujo de oxígeno de cortar debe ser un poco más alto en el proceso de polvo.

Los surtidores de polvo para el proceso de OC-P son de dos tipos generales. Uno de ellos es un dispositivo neumático mientras que el otro utiliza un dispositivo vibratorio en el que la cantidad de polvo surtida desde la tolva está controlada por un vibrador usado cuando se requiere un flujo uniforme y exacto de polvo.

1.3.1.3 Corte con gas oxicombustible (OFC)

Conocida popularmente como el “corte con flama”, usa el calor de combustión de ciertos gases combinando con la reacción exotérmica de metal con el oxígeno. El soplete de corte que se usa en estos procesos está diseñado para proporcionar una mezcla de gas combustible y oxígeno a la región de corte.

El mecanismo principal de la remoción de material en el corte con oxígeno y gas combustible (OFC) es la reacción química del oxígeno con el metal base.

El propósito de la combustión del oxígeno y el gas es elevar la temperatura en la región de corte para soportar la reacción. Por lo general, estos procesos se usan para cortar placas metálicas ferrosas, en las cuales ocurre una rápida oxidación del hierro.

El mecanismo de corte para metales no ferrosos es distinto. Estos metales se caracterizan por temperaturas de fusión más bajas que los metales ferrosos y hay más resistencia a la oxidación. En estos casos, el calor de la combustión de la mezcla de oxígeno y gas combustible, tiene una función más importante en la creación de la ranura.

Los combustibles utilizados incluyen el Acetileno, el MAPP (metilacetileno-propadieno), gas natural, hidrógeno, el propileno y el propano.

Los procesos de OFC se realizan en forma manual o con máquina. Los sopletes operados en forma manual se usan para trabajo de reparación, corte de metal desechado, desbastado de protuberancias de fundición en arena, y en operaciones similares que generalmente requieren una mínima precisión. Para trabajo de producción, el corte con flama de máquina permite velocidades mayores y una mejor precisión. Con frecuencia, este equipo se controla en forma numérica para permitir que se corten formas perfiladas.

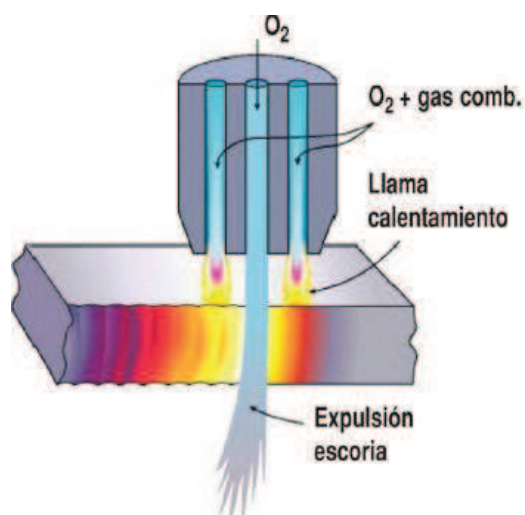


Figura 1.1 Esquema del proceso de corte con gas oxicomcombustible.

FUENTE: https://www.u-cursos.cl/fau/2008/0/DIT-204/1/material_alumnos/objeto/4033

1.3.1.4 Corte por arco con oxígeno (AOC)

El corte con arco de oxígeno (arc-oxygen cutting, AOC) es un proceso de corte con oxígeno que emplea un arco entre la pieza de trabajo y un electrodo tubular consumible a través del cual se dirige un chorro de oxígeno hacia la pieza de trabajo. El acero de media aleación se corta empleando el arco para elevar la temperatura del material hasta su punto de ignición en la presencia de oxígeno. La reacción de combustión que tiene lugar se sostiene así misma, ya que libera suficiente calor para mantener la temperatura de ignición en todos los lados del corte. El arco eléctrico proporciona el precalentamiento necesario para iniciar el corte.

En el caso de metales resistentes a la oxidación, el mecanismo de corte es más bien una acción de fusión. Aquí, la cubierta del electrodo suministra un fundente que ayuda al metal derretido a salir del área de corte.

Los cortes por arco con oxígeno en hierro colado y aceros de carbono medio y baja aleación son propensos a la aparición de grietas en la cara del corte. El grado y la frecuencia del agrietamiento dependen de la composición y de la templabilidad del acero.

El AOC puede realizarse empleando fuentes de potencia de ca o cc de intensidad de corriente constante con la suficiente capacidad. Es preferible la polaridad directa o corriente continua de electrodo negativo (ccen) para cortes rápidos.

Para cortar en aire, se recomienda un porta electrodos totalmente aislado. En el corte subacuático es indispensable un porta electrodos totalmente aislado equipado con un inhibidor de retro destello adecuado.

Los electrodos para corte por arco con oxígeno se desarrollaron primordialmente para el corte subacuático y posteriormente se aplicaron al corte en aire. En ambas aplicaciones, los electrodos de oxígeno pueden cortar metales ferrosos y no ferrosos en cualquier posición.

El AOC ha sido utilizado con éxito en fundiciones y depósitos de chatarra para cortar aceros de baja y media aleación, acero inoxidable, hierro colado y metales no ferrosos en cualquier posición. La utilidad del proceso varía con el espesor y la composición del material utilizado.

Los bordes del metal cortado con soplete de arco de oxígeno son un tanto irregulares y por lo regular requieren cierta preparación superficial para poder soldarlos.

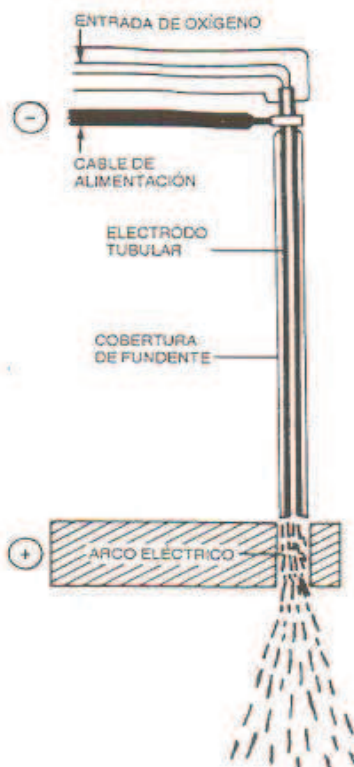


Figura 1.2 Esquema del corte por arco con oxígeno en operación.

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY; Manual de Soldadura Tomo II; 8ava edición;
PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA S.A.; MÉXICO; 1996

1.3.1.5 Corte con lanza de oxígeno (LOC)

El corte con lanza de oxígeno (LOC) es un proceso de corte con oxígeno que utiliza oxígeno suministrado a través de un tubo o lanza consumible de acero. El precalentamiento necesario para iniciar el corte se logra de manera distinta.

La primera versión de LOC empleaba un tubo simple de hierro negro como lanza, a través de la cual fluía oxígeno. Se usaba un soplete de gas oxicomcombustible de corte o de soldadura para calentar el extremo de corte de la lanza hasta un color rojo cereza, momento en el cual se iniciaba el flujo de oxígeno. El tubo de hierro arde con una reacción exotérmica auto sostenida, y el soplete de calentamiento se retira. Cuando el extremo ardiente de la lanza se acerca a la pieza de trabajo, ésta se funde por el calor de la flama.

Una versión mejorada de la lanza lleva una serie de alambres de acero de bajo carbono empacada en el tubo de acero. Esto aumenta la vida de corte y la capacidad de la lanza.

El LOC puede servir para horadar casi cualquier material: Se le ha utilizado con éxito en aluminio, hierro colado, acero y concreto reforzado.

El proceso se ha utilizado para abrir agujeros de espita en hornos y para eliminar material solidificado de recipientes, cucharones y moldes. Puede servir para cortar tabiques refractarios, mortero y escoria.

El proceso de LOC se puede usar bajo el agua. Es preciso encender la lanza antes de meterla al agua, pero de ahí en adelante el proceso se realiza prácticamente igual que en el aire. El violento burbujeo que se produce restringe la visibilidad.

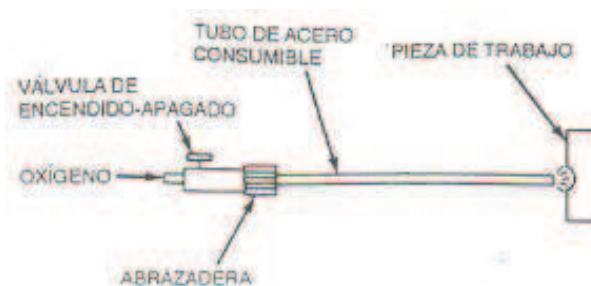


Figura 1.3 Esquema del corte por arco con oxígeno en operación

Fuente: AMERICAN WELDING SOCIETY; Manual de Soldadura Tomo II; 8ava edición; PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA S.A.; MÉXICO; 1996

1.3.2 CORTE CON ARCO (AC)

1.3.2.1 Corte con arco de carbón y aire (CAC-A)

En el corte con arco de carbón y aire (CAC-A), el arco se genera entre un electrodo de carbono y metal, y se usa un chorro de aire a alta velocidad para alejar la parte fundida del metal. Éste procedimiento se usa con el propósito de formar una ranura para separar la pieza o para formar una cavidad en ella. La cavidad prepara los bordes de las placas para las soldaduras por fusión.

El corte con arco de carbono y aire se usa en una variedad de metales incluidos el hierro colado, el acero al carbono, los aceros de baja aleación y el acero inoxidable, así como diversas aleaciones no ferrosas. La salpicadura del metal fundido es un riesgo y una desventaja del proceso.

1.3.2.2 Corte con arco de carbón (CAC)

El corte por arco con electrodo de carbón es el proceso de corte más antiguo y hoy en día ya casi no se usa. El proceso empleaba un arco entre un electrodo de carbono (grafito) y el metal base para fundir la superficie de la pieza de trabajo. Como el proceso depende de la gravedad para la eliminación del metal derretido, sólo puede usarse en posición vertical o sobre cabeza.

Una variación aprovechaba la fuerza del arco a amperajes mayores para ayudar a expulsar el metal del área de corte. Los cortes producidos requerían mucha limpieza para quitar la escoria. Antes de soldarse, los bordes cortados requerían abrasión para eliminar el área fundida remanente en el metal, pues absorbía una gran cantidad de carbono del electrodo.

1.3.2.3 Corte con arco de metal con gas (GMAC)

El corte con arco de metal y gas (gas metal arc cutting, GMAC) es un proceso de corte con arco que emplea un electrodo consumible continuo y un gas protector. El GMAC se desarrolló poco después de la introducción del proceso de soldadura por arco de metal y gas, y ocurrió por primera vez accidentalmente durante una operación de soldadura, cuando se observó que si se utilizaba una velocidad de alimentación del electrodo excesiva, se podía penetrar la placa. Cuando se desplazó el soplete se realizó el corte.

Las principales desventajas del GMAC son el elevado consumo de electrodos de soldadura y las altas corrientes de corte (hasta 2000 amperios) requeridas.

El GMAC se ha utilizado para cortar figuras en acero inoxidable y aluminio. Si se emplea equipo de soldadura normal y un electrodo de acero al carbono de 2.4mm (3/32pulg) es posible cortar un acero inoxidable de hasta 238mm de espesor y aluminio hasta 76mm de espesor.

1.3.2.4 Corte con arco de tungsteno con gas (GTAC)

El corte con arco de tungsteno y gas puede servir para separar metales no ferrosos y acero inoxidable con espesores de hasta 13mm (1/2pulg) empleando equipo estándar de soldadura por arco de tungsteno y gas.

Entre los metales cortados están el aluminio, magnesio, cobre, bronce de silicio, níquel, cuproníquel y diversos tipos de aceros inoxidables. Este proceso de corte puede emplearse a mano o mecanizarse. Se usa el mismo circuito para cortar y

para soldar, pero se requiere una mayor corriente para cortar una placa de un espesor dado que para soldarla.

El arco puede encenderse ya sea con una chispa de alta frecuencia o frotando el electrodo contra la pieza de trabajo. Conforme el soplete se desplaza sobre la placa, una pequeña porción de ésta se funde por el calor del arco, y el chorro de gas expulsa el metal derretido para producir el corte. Al término del corte, el soplete se levanta de la pieza de trabajo para interrumpir el arco.

La calidad del corte en el lado libre suele ser aceptable, pero al otro lado requiere una limpieza considerable.

Se pueden usar sopletes estándar para soldadura por arco de gas de tungsteno. Para cortar se recomienda una fuente de potencia de cc de corriente constante, ya sea de rectificador o motogenerador, con un voltaje de circuito abierto mínimo de 70 V.

1.3.2.5 Corte con arco de metal recubierto (SMAC)

El Corte con arco de metal revestido (shielded metal arc cutting, SMAC) es un proceso de corte en arco que utiliza un electrodo revestido. De preferencia debe usarse una fuente de potencia de corriente constante que opere con corriente continua de polaridad directa (ccen). La función principal de la cubierta del electrodo durante el corte es como aislante eléctrico para que el electrodo pueda insertarse en el hueco del corte sin hacer cortocircuito con los lados, y también funge como estabilizador del arco, concentrando e intensificando su acción. La eficacia de este procedimiento en el corte de grandes espesores es una función de la manipulación del electrodo. Por lo regular se usan electrodos tipo E6010, E6012 y E6020, pero pueden lograrse cortes con prácticamente cualquier electrodo de soldadura con arco de metal protegido (SMAW). También hay en el mercado electrodos con cubiertas hechas especialmente para corte.

Es preferible una máquina de corriente continua para el SMAC pero también puede usarse una fuente de corriente alterna.

El SMAC se ha usado para recortar rebabas en fundiciones no ferrosas y para chatarra no ferrosa para reciclaje. La pieza de trabajo debe colocarse de modo que la gravedad ayude a eliminar el metal derretido. En general, el proceso no

sirve para preparar de manera satisfactoria bordes para soldadura sin un acabado considerable por abrasión o esmerilado.

1.3.2.6 Corte con arco de plasma (PAC)

Un plasma se define como un gas súper calentado e ionizado eléctricamente. El corte con arco de plasma (plasma arc cutting, PAC) usa una corriente de plasma que opera a altas temperaturas en el rango de 10.000 a 14.000 °C (18.000 a 25.000 °F) para cortar metal por fusión.

En la acción de corte, se dirige la corriente del plasma a alta velocidad hacia la pieza de trabajo; esta misma acción funde e impulsa el metal fundido por la ranura. El arco de plasma se genera entre un electrodo dentro del soplete y la pieza de trabajo (ánodo). El plasma fluye a través de una boquilla enfriada con agua, que controla y dirige la corriente a la posición deseada. El chorro de plasma resultante es una corriente de alta velocidad bien alineada con temperaturas extremadamente altas en su centro, y con el calor suficiente para cortar a través de un metal, que en algunos casos tiene un espesor de 150 mm.

Los gases usados para crear el plasma incluyen el nitrógeno, el argón, el hidrógeno o una mezcla de éstos. Tales fluidos se denominan los gases primarios en el proceso. Con frecuencia se dirigen gases secundarios o agua para rodear el chorro de plasma, a fin de ayudar a confinar el arco y limpiar la ranura de metal que se forma.

La mayoría de las aplicaciones del PAC implican el corte de láminas de metal y placas planas. Las operaciones incluyen el barrenado y el corte a lo largo de una trayectoria definida.

El corte con arco de plasma puede utilizarse para cortar casi cualquier metal eléctricamente conductor. Con frecuencia los metales cortados en el PAC incluyen aceros al carbono simple, el acero inoxidable y el aluminio.

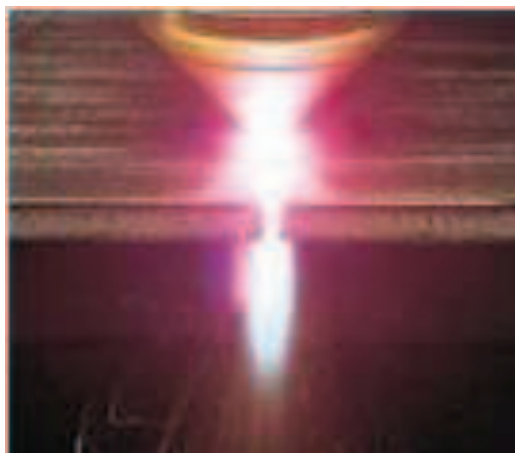


Figura 1.4 Proceso de corte con arco de plasma.

FUENTE: https://www.u-cursos.cl/fau/2008/0/DIT-204/1/material_alumnos/objeto/4033

1.3.3 OTROS PROCESOS DE CORTE

1.3.3.1 Corte con haz de electrones (EBC)

El corte con haz de electrones (EBC) es uno de los varios procesos industriales que usan haces de electrones. Además del corte, otras aplicaciones de ésta tecnología incluyen el tratamiento térmico y la micro soldadura.

El corte con haz de electrones utiliza una corriente de electrones a alta velocidad enfocada hacia la superficie de la pieza de trabajo para remover material mediante fusión y vaporización.

Un cañón de haz de electrones genera una corriente continua de electrones que se aceleran aproximadamente a 75% de la velocidad de la luz y se enfocan a través de un lente magnético sobre la superficie de trabajo. El lente es capaz de reducir el área del haz a un diámetro tan pequeño como 0.025 mm. Al chocar contra la superficie, la energía cinética de los electrones se convierte en energía térmica de una densidad muy alta, la cual funde o vaporiza el material en un área localizada.

El corte con haz de electrones se usa para diversas aplicaciones de corte de alta precisión sobre cualquier material conocido, las cuales incluyen el taladrado y el corte de ranuras.



Figura 1.5 Proceso de corte con haz de electrones.

FUENTE: https://www.u-cursos.cl/fau/2008/0/DIT-204/1/material_alumnos/objeto/4033

1.3.3.2 Corte con rayo láser (LBC)

El corte con rayo láser (LBC) usa la energía luminosa para remover un material mediante vaporización y desgaste. Los tipos de láser utilizados para éste proceso son de gas de dióxido de Carbono y de estado sólido.



Figura 1.7 Proceso de corte con rayo láser.

FUENTE: https://www.u-cursos.cl/fau/2008/0/DIT-204/1/material_alumnos/objeto/4033

En el corte con rayo láser, la energía del haz de luz coherente se concentra no sólo en forma óptica, sino también en términos de tiempo. El haz de luz se dirige para que la energía liberada produzca un impulso contra la superficie de trabajo,

lo que a su vez produce una combinación de evaporación y fusión, con la salida de material fundido desde la superficie de trabajo a alta velocidad.

El LBC se usa para ejecutar diferentes tipos de operaciones de taladrado, corte en tiras, ranurado, grabado y marcado. El rango de materiales de trabajo que se pueden cortar mediante éste proceso es virtualmente ilimitado. Las propiedades ideales, incluyen una alta absorción de energía luminosa, baja reflectividad, buena conductividad térmica, bajo calor específico, bajo calor de fusión y bajo calor de evaporación.

Los resultados con láser son altamente reproducibles, y los sistemas de láser han alcanzado tiempos de operación eficaz del 95%. La alta precisión y los bordes de buena calidad son muy comunes incluso en el corte tridimensional con láser. Los rayos láser también tienen flexibilidad para compartir la potencia y el tiempo, lo que permite maximizar la efectividad de costos de la operación del rayo de tiempo completo.

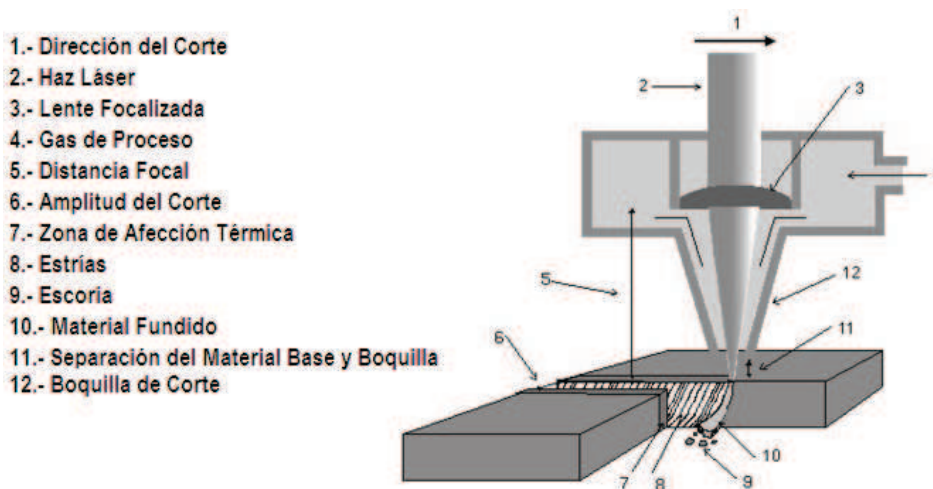


Figura 1.6 Esquema del proceso de corte con rayo láser.

FUENTE: https://www.u-cursos.cl/fau/2008/0/DIT-204/1/material_alumnos/objeto/4033

Es necesario mencionar que en el LBC se requiere la acción simultánea de un rayo láser enfocado con una densidad de potencia mayor que 10^4 W/mm^2 y un chorro de gas auxiliar que juntos producen un área de material eliminado en la pieza de trabajo. El gas auxiliar expulsa el material fundido del agujero por la raíz del corte. En ciertos casos puede utilizarse un gas activo para mejorar la

eficiencia de corte mediante una reacción exotérmica. En la tabla 1.1 se listan los gases auxiliares utilizados más comúnmente.

Tabla 1.1 Gases empleados para el corte con rayo láser de diversos materiales

Gas Auxiliar	Material	Comentarios
Aire	Aluminio Plástico Madera Compuestos Alúmina Vidrio Cuarzo	Buen resultado hasta 1,5 mm(0,60 pulg) Todos los gases reaccionan de manera similar; el aire es el menos costoso
Oxígeno	Acero al carbono Acero inoxidable Cobre	Buen acabado, alta velocidad; capa de óxido en la superficie Capa gruesa de óxido en la superficie Buena Superficie hasta 3 mm (1/8 pulg)
Nitrógeno	Acero inoxidable Aluminio Aleaciones de níquel	Bordes limpios; libres de óxido hasta 3 mm (1/8 pulg)
Argón	Titanio	Se requiere gas auxiliar para producir cortes satisfactorios en diversos materiales

1.3.3.3 Corte por chorro de agua (WJC)

El corte por chorro de agua (waterjet cutting) conocido también como maquinado hidrodinámico, corta una amplia variedad de materiales, tanto metales como no metales. Éste proceso usa una corriente fina de agua a alta presión y velocidad dirigida hacia la superficie de trabajo para producir un corte.

Para obtener un chorro fino de agua se utiliza una pequeña abertura de boquilla con diámetro de 0.1 a 0.4 mm. Para proporcionar al chorro una energía suficiente para poder cortar, se usan presiones hasta de 400 MPa y el chorro alcanza velocidades hasta de 900 m/s. Una bomba hidráulica presuriza el fluido al nivel deseado. La unidad de boquilla consiste en un soporte hecho de acero inoxidable y una boquilla de zafiro, rubí o diamante. El diamante dura más, pero es el más costoso.

La distancia de separación es la distancia entre la boquilla y la superficie de trabajo. En general, se prefiere que esta distancia sea mínima para reducir la

dispersión de la corriente del fluido antes de que golpee la superficie. Una distancia de separación normal es de 1/8 de pulgada. (3.2 mm). El tamaño del orificio de la boquilla afecta la precisión del corte; las aberturas más pequeñas se usan para cortes más finos sobre materiales más delgados. Para cortar materia prima más gruesa se requieren corrientes de chorro más densas y mayores presiones.

La velocidad de avance del corte se refiere a la velocidad a la que se mueve la boquilla a lo largo de la trayectoria de corte. La velocidad de avance típica varía desde 12 in/min (5mm/seg) hasta 1200 in/min (500mm/seg), dependiendo del material de trabajo y su grosor. Por lo general, el WJC se hace en forma automática usando un control numérico computarizado o robots industriales para manipulación de la unidad de boquilla a lo largo de la trayectoria deseada.

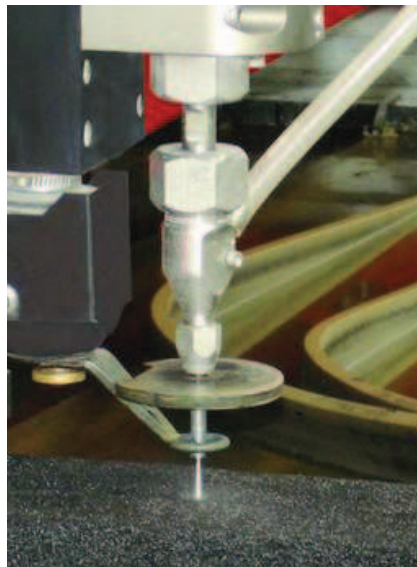


Figura 1.8 Proceso de corte por chorro de agua.

FUENTE: https://www.u-cursos.cl/fau/2008/0/DIT-204/1/material_alumnos/objeto/4033

1.3.3.4 Corte con chorro de agua abrasiva

Cuando se usa un WJC sobre partes metálicas, por lo general deben agregarse partículas abrasivas a la corriente a chorro para facilitar el corte. Por tanto este proceso se denomina corte con chorro de agua abrasiva. Entre los materiales abrasivos comunes están el óxido de aluminio, el dióxido de silicio y el granate (un mineral de silicato). Las partículas abrasivas se agregan a la corriente de agua a aproximadamente 0.5 lb/min (0.23 Kg/min) después de que salen de la boquilla para el WJC.

Los parámetros de proceso restantes incluyen algunos que son comunes para el WJC; el diámetro de abertura de la boquilla, la presión del agua y la distancia de separación. Los diámetros del orificio de la boquilla varían de 0.010 a 0.0250 pulgadas (0.25 a 0.63 mm), este rango es más grande que en el WJC y permite que la corriente contenga velocidades de flujo más altas y mayor energía antes de la eyección de los abrasivos. Las presiones del agua son similares a las del WJC. Las distancias de separación son menores para reducir el efecto de la dispersión del fluido de corte, el cuál contiene partículas abrasivas en esta etapa.

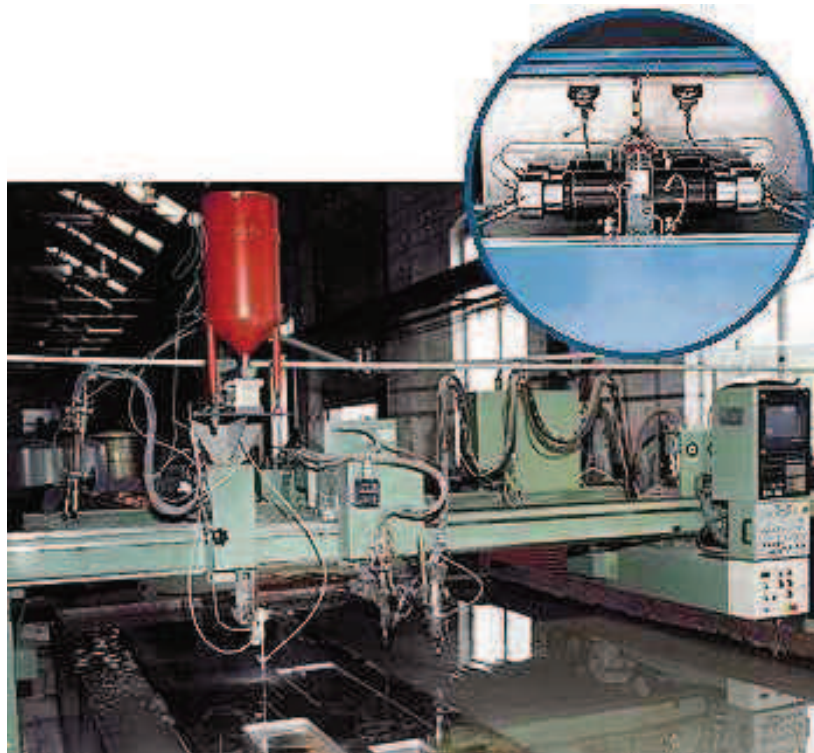


Figura 1.9 Proceso de corte con chorro de agua abrasiva.

FUENTE: https://www.u-cursos.cl/fau/2008/0/DIT-204/1/material_alumnos/objeto/4033

CAPÍTULO 2

TEORÍA DE LOS PROCESOS OXICORTE, CORTE POR PLASMA Y CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (ARCAIR).

2.1 INTRODUCCIÓN

El siguiente análisis se basa en los procesos de corte térmico más comunes en la industria metalmeccánica nacional como son el oxicorte, corte por plasma y por arco de carbono y aire (arcair). Cada proceso tiene sus ventajas y desventajas, por lo que para seleccionar un proceso hay que tener en cuenta los costos relacionados con el volumen de corte, el equipo requerido y las capacidades que debe tener el operador.

Los métodos de corte por plasma, oxicorte y por arcair, serán tratados por separado en virtud a su diverso campo de aplicación, se investigarán los fundamentos y principios de funcionamiento, el equipo involucrado, también sus aplicaciones en procesos generales, procedimientos de operación y corte, la calidad de corte y materiales que pueden ser procesados.

2.2 PROCESO DE CORTE CON GAS OXICOMBUSTIBLE (OFC)¹

2.2.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO

2.2.1.1 Definición y Descripción General

Los procesos de corte por gas oxicombustible separan o eliminan metal mediante la reacción química del oxígeno con el metal a temperaturas elevadas, la temperatura se mantiene con una flama de gas que arde en oxígeno. En el caso de metales resistentes a la oxidación, la reacción se acelera mediante la

¹ AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 450-480

utilización de fundentes o polvos metálicos introducidos al chorro de oxígeno de corte.

La operación de corte propiamente dicha la realiza el chorro de oxígeno, la llama de oxígeno-gas es utilizada para el precalentamiento del metal a una temperatura aceptable para realizar y mantener el corte.

El soplete es una herramienta muy versátil y manejable con la cual se pueden realizar tanto cortes rectos como curvos, el equipo es de fácil manipulación, transporte y económico.

2.2.1.2 Principios de Funcionamiento

El proceso utiliza un soplete provisto de una punta (Boquilla). Las funciones del soplete son las de proveer una llama de precalentamiento mediante la mezcla del gas y el oxígeno en proporciones correctas, y de suministrar un chorro concentrado de oxígeno de alta pureza a la zona de reacción. El oxígeno oxida el metal caliente y remueve dichos productos de la reacción fundidos del área de corte.

Cuando el soplete se desplaza sobre la pieza de trabajo a una velocidad adecuada se obtiene una acción de corte continua, puede ejecutarse a mano o con un carro mecanizado.

La precisión del corte manual depende del operador, mientras que con un sistema mecanizado mejora la rapidez, precisión y acabado.

El ancho de corte (figura 2.1) es una franja angosta que es eliminada durante el corte por OFC y es importante en las operaciones en las que la precisión dimensional y la ortogonalidad de los bordes cortados son factores significativos en el control de calidad.

Al aumentar el espesor del material es necesario aumentar el flujo del oxígeno de corte y de los gases de precalentamiento. Se necesitan boquillas de corte más grandes para aumentar el flujo de gases, en consecuencia el ancho del corte incrementa al aumentar el espesor del material cortado.

Cuando se ajusta la velocidad del soplete de corte de modo que el chorro de oxígeno que entra por la parte superior y sale por la parte inferior no se aparte del

eje de la punta del soplete, el arrastre será cero. Si se aumenta la velocidad de corte, o se reduce el flujo de oxígeno, habrá menos oxígeno disponible en las regiones inferiores del corte, el resultado es que la parte más distante del chorro de corte se atrasa respecto de la parte más cercana al soplete. La longitud de este retraso medida a lo largo de la línea de corte, se denomina arrastre. (Ver figura 2.1)

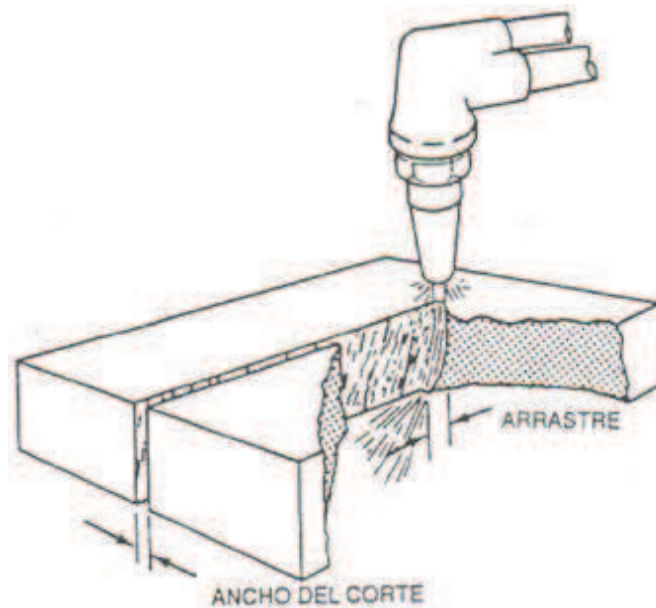


Figura 2.1 Ancho de corte y arrastre en el corte con gas oxicombustible

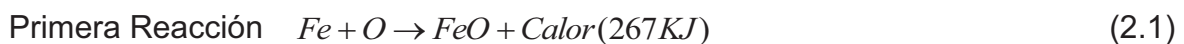
FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 452

Un aumento en la velocidad de corte sin aumentar el flujo de oxígeno por lo regular produce un arrastre mayor, lo cual puede perjudicar la calidad de corte. También es muy probable que el exceso de velocidad produzca una pérdida de corte. Puede haber arrastre inverso si el flujo de oxígeno es elevado o si la velocidad de recorrido es excesivamente lenta, obteniendo cortes de calidad deficiente.

Las velocidades de corte por debajo de las recomendadas producen irregularidades en el ancho del corte, el chorro de oxígeno oxida y expulsa material a ambos lados de manera inconsistente. Una flama de precalentamiento excesiva puede producir fusiones indeseables y ensanchamiento en el corte en la parte superior.

2.2.1.3 Aspectos Químicos del Corte por Oxígeno

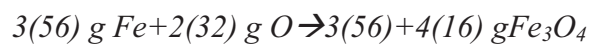
El corte por oxígeno se basa en la capacidad del oxígeno para combinarse con el hierro cuando éste se calienta hasta su temperatura de ignición por encima de los 870°C (1600°F), liberándose calor por varias reacciones. Las ecuaciones químicas para estas reacciones son las siguientes:



Relación en gramos: $56g Fe / 16g O = 0.285$

285 g O por cada Kg Fe

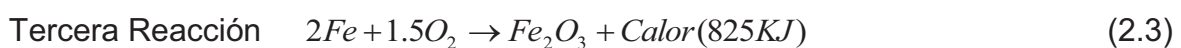
$$285gO * \frac{1molO_2}{32gO} * \frac{22.4l}{1molO_2} = 199.5 \text{ litros } O_2$$



Relación en gramos: $164g Fe / 64g O = 0.39$

390 g O por cada Kg Fe

$$390gO * \frac{1molO_2}{32gO} * \frac{22.4l}{1molO_2} = 273 \text{ litros } O_2$$



Relación en gramos: $112g Fe / 48g O = 0.43$

430g O por cada Kg Fe

$$430gO * \frac{1molO_2}{32gO} * \frac{22.4l}{1molO_2} = 301 \text{ litros } O_2$$

La gran liberación de calor de la segunda reacción predomina sobre la primera, que resulta ser complementaria en la mayoría de las reacciones, la tercera reacción ocurre en cierta medida en aplicaciones de corte más pesadas.

El consumo de oxígeno de corte varía dependiendo del espesor del material. La cantidad de O₂ necesaria para quemar 1 kg de Fe siguiendo cada una de las

reacciones es respectivamente: 200, 273 y 300 litros. Por tanto, la práctica nos muestra que mientras la tercera reacción solamente se da en el oxicorte de grandes secciones (donde se aplica un abundante chorro de O_2 de corte), la primera y la segunda son mucho más comunes.

Las flamas de precalentamiento ayudan a sostener la reacción de corte al suministrar calor a la superficie; además, protegen al chorro de oxígeno de una interacción turbulenta con el aire. A medida que el Fe va siendo oxidado y se forman sus óxidos correspondientes, éstos, y parte del Fe de la pieza, se van fundiendo por la acción térmica en juego y van siendo expulsados por la acción física del chorro de O_2 . La propiedad de los óxidos de Fe de fundir a temperaturas semejantes al Fe atómico hace posible el fenómeno del oxicorte. Esta propiedad es excepcional, puesto que la mayoría de los metales funden a temperaturas menores que sus óxidos. Precisamente por éste motivo metales como el Al, Mg o Cr no pueden ser cortados por este proceso dado que sus óxidos funden a una temperatura mucho mayor que su fase atómica.

Es por ello que la aplicación fundamental de oxicorte, y para la cual está diseñado, es el corte de aceros de bajo contenido en Carbono (normalmente entre 0,1% y 0,3%) y bajo contenido en aleantes. La presencia en altas concentraciones de los aleantes normalmente presentes en el acero afecta a la capacidad del proceso de cortar el metal. Elementos como el Mn, Si, P y S, afectan poco a esta capacidad cuando están presentes en concentraciones normales. Por otra parte, los aceros que contienen aleaciones pequeñas de elementos resistentes a la oxidación, como níquel o cromo, si pueden cortarse con oxígeno; sin embargo, cuando dichos elementos están presentes en grandes cantidades, se hace necesario modificar la técnica para sostener la acción de corte. Esto se aplica a aceros inoxidable.

2.2.1.4 Oxígeno

El oxígeno empleado para las operaciones de corte debe tener 99,5% de pureza mínimo. Una disminución de 1% de pureza resultará en una disminución del 15% en la velocidad de corte y un aumento de 25% de consumo de oxígeno de corte.

La calidad de corte sufrirá menoscabo y aumentará la cantidad y tenacidad de la escoria adherida. Si la pureza del oxígeno se reduce al 95% o menos, la acción de corte conocida desaparece, resultando en una acción de fusión y lavado que casi siempre resulta inaceptable.

2.3.1.5 Combustibles de Pre calentamiento

Las funciones de las flamas de pre calentamiento son las siguientes:

- Elevar la temperatura del acero hasta el punto de ignición
- Agregar la energía calorífica suficiente para mantener la acción de corte.

En la ecuación 2.4 se indica el cálculo del potencial calórico de los combustibles:

$$q = \frac{C_c * V}{3600} [Cal / s] \quad (2.4)$$

Donde:

C_c = Calor de combustión del gas combustible [Cal / l]

V =Caudal o gasto de combustible [l / h]

Para Acetileno = 12600 [Cal / l]

$$q = 3.5V_{acetileno} [Cal / s]$$

- Crear un escudo protector entre el chorro de oxígeno y la atmósfera.
- Eliminar impurezas de la superficie del metal, incrustaciones, pintura, que retardarían o impedirían la acción de corte.
- Favorecer la reacción de oxidación necesaria para el corte.

2.2.1.6 Selección de Combustibles

Al elegir un combustible de pre calentamiento es preciso considerar los siguientes factores:

- Tiempo requerido de pre calentamiento
- Efecto sobre las velocidades de corte
- Efecto de las anteriores sobre la cantidad de trabajo realizado.
- Costo del Oxígeno de pre calentamiento para quemar el combustible de manera eficiente.
- Capacidad de utilizar el combustible en otras operaciones, soldadura, calentamiento, etc.
- Seguridad para transportar y manipular los recipientes de combustible.

Para un mejor rendimiento con un mínimo riesgo, los sopletes y puntas deben ser los adecuados de acuerdo al tipo de combustible.

2.2.1.6.1 Acetileno (C_2H_2)

El Acetileno es ampliamente usado en operaciones de corte y soldadura. Sus ventajas principales son su disponibilidad y alta temperatura de flama.

La combustión del acetileno en oxígeno produce una flama corta y caliente con un cono interior brillante a la salida de precalentamiento. El punto más caliente se encuentra en el extremo de este cono interior. La combustión se completa en la flama exterior larga.

La clara distinción entre las zonas de la flama ayuda a ajustar la proporción oxígeno/acetileno, la flama puede ajustarse de modo que sea reductora (carburizante), neutral u oxidante como se muestra en la figura 2.2.

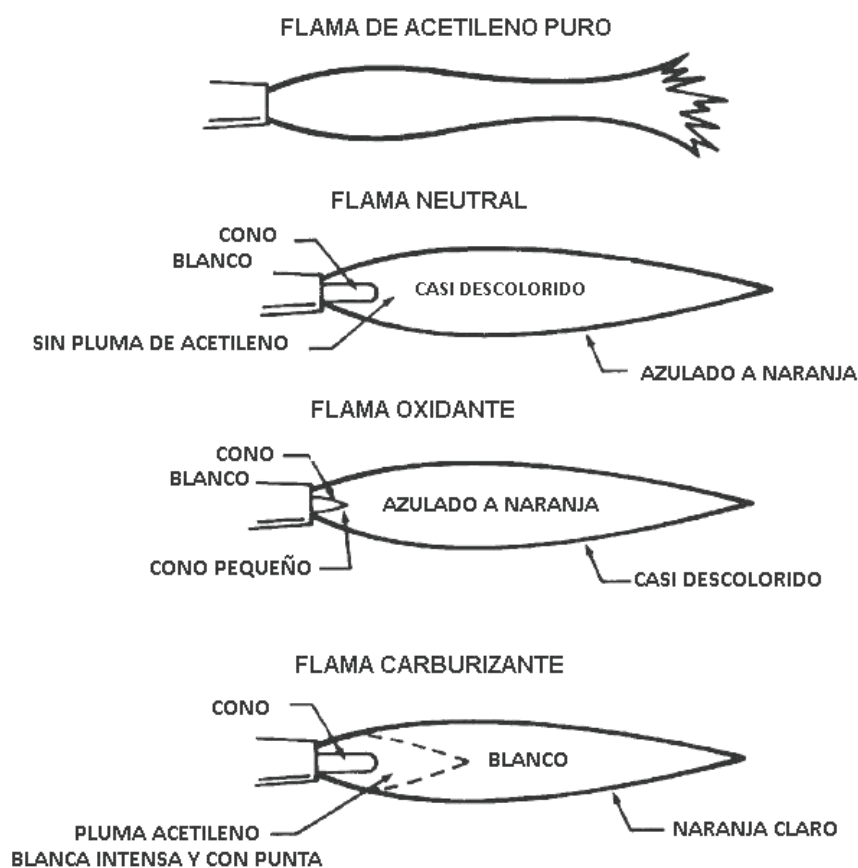


Figura 2.2 Flama Oxiacetilénica.

La flama neutral que se obtiene con una proporción aproximadamente una parte de oxígeno a una parte de acetileno, sirve para el corte manual. Al reducirse el flujo de oxígeno comienza a aparecer un flámula brillante, esto indica una flama reductora que en ocasiones se utiliza para corte de hierro colado.

Cuando se suministra oxígeno en exceso, el cono de la flama interna se acorta y se vuelve más intenso. La temperatura de la flama aumenta a un máximo cuando la razón oxígeno/acetileno es de aproximadamente 1.5 a 1. Se utiliza flama oxidante para obtener tiempos de precalentamiento cortos y para cortar secciones muy gruesas.

El acetileno en su estado libre no debe usarse a presiones manométricas por encima de 15psi (103 kPa), o presiones absolutas de 30 psi (207 kPa). A presiones mayores, puede descomponerse con fuerza explosiva si se le expone a calor o a golpes.

2.2.1.6.2 Metilacetileno-Propadieno-Estabilizado (MPS) (C₃H₄)

El MPS es un combustible licuado y estabilizado, similar al acetileno, que puede manejarse o almacenarse igual que el propano líquido. Se trata de una mezcla de varios hidrocarburos. El metilacetileno igual que el acetileno es inestable y de alta energía, los demás ingredientes lo diluyen lo suficiente para que el manejo de la mezcla sea seguro. La mezcla arde produciendo más calor que el propano o el gas natural; además, ofrece una elevada liberación de energía en el cono de flama primaria como el acetileno y una liberación relativamente alta en la flama exterior como el propano y el propileno. La distribución global de calor en la flama es la más uniforme de todos los gases.

Se obtiene una flama neutral con una proporción de 2.5 partes de oxígeno suministrado por el soplete a una parte de MPS. La temperatura máxima de la flama se alcanza con una proporción de 3.5 partes de oxígeno a una de MPS. Estas proporciones se utilizan para las mismas aplicaciones con acetileno.

Aunque el MPS tiene muchas características similares al acetileno requiere el doble de volumen de oxígeno por volumen de combustible para una flama de precalentamiento neutral. La ventaja del MPS sobre el acetileno es que puede utilizarse para precalentamiento de corte subacuático a grandes profundidades, lo mismo que el hidrógeno.

2.2.1.6.3 Gas Natural (CH₄)

Su componente principal es el metano (CH₄). La proporción de oxígeno suministrado por el soplete al gas natural es de 1.5 a 1 para una flama neutral. La temperatura de la flama con gas natural es menor que con acetileno, más difusa y menos intensa. Las características de las flamas no son tan nítidas como el acetileno.

Los diseños del soplete y punta para el gas natural son diferentes que para el acetileno. La presión de suministro de gas natural generalmente es baja y las razones de combustión son distintas.

2.2.1.6.4 Propano (C₃H₈)

Se utiliza rutinariamente en el corte en planta debido a su disponibilidad y su valor calórico total mucho más alto que el gas natural. Para que haya una combustión correcta durante el corte, el propano requiere 4 a 4½ veces su volumen de oxígeno para el precalentamiento. Se almacena en forma líquida y resulta fácil de transportar al lugar de trabajo.

2.2.1.6.5 Propileno (C₃H₆)

El propileno se utiliza como gas combustible para corte con oxígeno. Un volumen de propileno requiere 2.6 volúmenes de oxígeno suministrado por el soplete para dar una flama neutral y 3.6 volúmenes para alcanzar la temperatura de flama máxima. Las puntas de corte son similares a las que se usan con MPS.

2.3.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El corte con oxígeno presenta varias ventajas y desventajas si se le compara con otros procesos para cortar metales, por máquinas-herramientas, por arco, etc.

2.2.2.1 Ventajas

Entre las ventajas se pueden mencionar las siguientes:

- Pueden cortarse el acero con mayor rapidez con OFC que por procesos de eliminación mecánica de fragmentos.
- Las secciones con formas y espesores que resultan difíciles de producir por medios mecánicos, pueden separarse económicamente por OFC.
- Los costos del equipo manual OFC son relativamente bajos.
- El equipo manual OFC es portátil y puede utilizarse en el campo.
- Es posible cortar placas grandes en el lugar donde están moviendo el soplete OFC en vez de la placa.
- El OFC es un método económico de preparación de placas para uniones de bisel y surco en soldadura.
- El corte con oxígeno puede alcanzar espesores de corte que ningún otro proceso puede lograr.

2.2.2.2 Desventajas

El corte con oxicombustible tiene varias desventajas entre las más importantes están:

- Las tolerancias dimensionales son bastante deficientes que las que se alcanzan con máquinas-herramientas.
- El proceso está limitado comercialmente al corte de hierro colado y aceros, aunque pueden cortarse otros metales de fácil oxidación como el titanio.
- La quema de combustible y la oxidación de metal requieren un control de emisiones apropiado y una ventilación adecuada.
- Los aceros endurecibles pueden requerir precalentamiento, postcalentamiento, o ambas cosas, para controlar sus estructuras metalúrgicas y propiedades mecánicas en la vecindad de bordes cortados.
- Se requieren modificaciones especiales en el proceso OFC para el corte de hierros colados y aceros de alta aleación.

2.2.3 EQUIPO

Existen dos clases de equipo: manual y de máquina. El equipo manual se utiliza para mantenimiento, corte de chatarra, quitar rebabas de piezas coladas, y en

general para trabajos que no requieren de precisión o muy buena calidad. El corte a máquina se utiliza en trabajos de alta calidad y gran volumen.

2.2.3.1 Equipo Manual

Para corte OFC manual se requiere:

- Soplete(s) adecuados para el gas combustible de precalentamiento y el intervalo de espesores del material por cortar.
- Puntas de soplete o boquillas de corte requeridas para el intervalo de espesores de material.
- Mangueras para el oxígeno y gas combustible.
- Reguladores de presión para el oxígeno y el gas combustible.
- Fuentes de oxígeno y gas combustible.
- Encendedores de flama de tipo fricción.
- Equipos de protección personal (gafas, guantes vestimenta resistente al calor y flamas)
- Instrucciones de operación del equipo provistas por el fabricante.

2.2.3.2 Soplete

Las funciones del soplete de OFC son las siguientes:

1. Controlar el flujo y mezclado de gas combustible y del oxígeno de precalentamiento.
2. Controlar el flujo de oxígeno de corte.
3. Descargar los gases a través de la punta de corte a velocidades y tasas apropiadas para el precalentamiento y corte.

Son dos tipos básicos de sopletes para OFC: (1) el tipo de mezclado en la punta, en el que el combustible y el oxígeno para las flamas de precalentamiento se mezclan en la punta, y (2) el tipo de premezclado, en el que el mezclado se efectúa dentro del soplete (Ver figura 2.3).

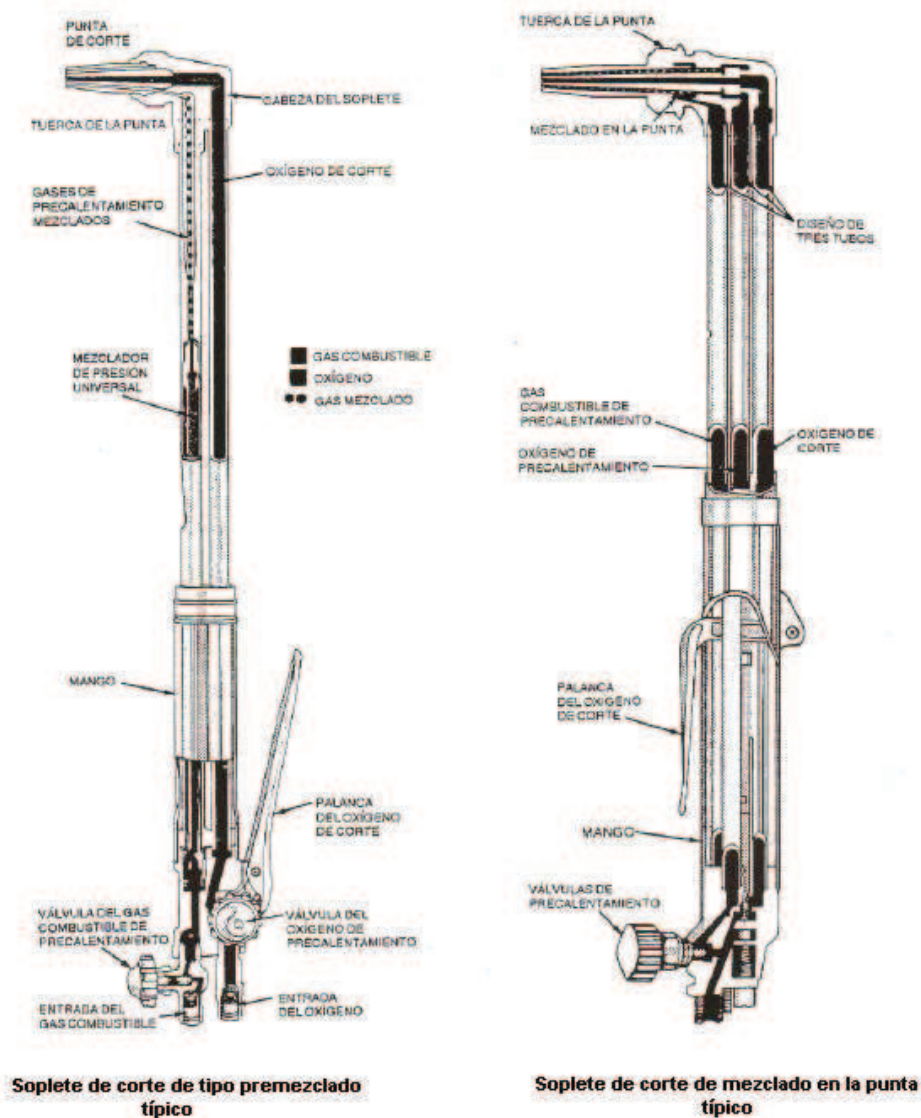


Figura 2.3 Tipo de Sopletes para OFC

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 451

2.2.3.3 Puntas de corte manual. Las puntas de corte son piezas de aleación de cobre maquinadas con precisión, de diversos diseños y tamaños. Se sujetan al soplete mediante una tuerca. Todas las puntas de corte con oxígeno tienen salidas para las flamas de precalentamiento, casi siempre dispuestas en círculo alrededor de un círculo central para el oxígeno de corte. Las salidas de las flamas de precalentamiento y el orificio de corte tienen tamaños específicos para los intervalos de espesor de material para cuyo corte están diseñadas.

2.2.3.4 Reguladores de presión de Gas. Los reguladores son dispositivos de control que sirven para reducir las presiones elevadas a presiones de trabajo requeridas mediante válvulas de ajuste manual.

2.2.3.5 Equipo Mecanizado

Las máquinas de corte pueden ser portátiles y estacionarias.

El equipo OFC mecanizado requiere recursos adicionales que dependen de la aplicación:

1. Máquina para mover uno o más sopletes en el patrón de corte requerido.
2. Monturas de soplete y medios de ajuste en la máquina.
3. Una mesa de corte para sostener el trabajo.
4. Medios para cargar y descargar la mesa de corte.
5. Dispositivos de encendido del precalentamiento automáticos, en el caso de máquinas de múltiples sopletes.

El equipo mecanizado difiere con el manual en que está diseñado para manejar presiones de combustible más altas y velocidades de corte más rápidas.

2.2.3.6 Sopletes de máquina. Un soplete de corte para máquina consiste en un cañón, similar al soplete manual, pero de construcción más pesada y una punta de corte como se aprecia en la figura 2.4. Estos sopletes permiten regular por separado el oxígeno de precalentamiento y el de corte, son recomendables cuando se desea una operación a control remoto.

2.2.3.7 Puntas de corte a máquina. Las puntas de corte están diseñadas para trabajar a presiones de combustible y oxígeno más altas que las utilizadas manualmente. Se utilizan para casi todas las aplicaciones de corte en materiales hasta de 150 mm de espesor.

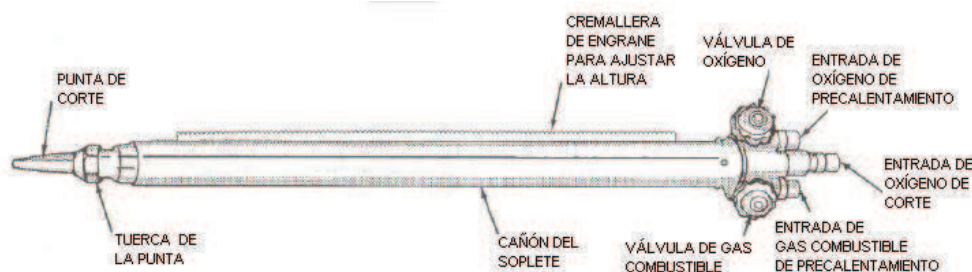


Figura 2.4 Soplete de corte para máquina para tres mangueras

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 459

2.2.3.8 Reguladores de presión. Se pueden utilizar sistemas reguladores de alta y baja presión que pueden regular manual o automáticamente.

2.2.4 APLICACIONES EN PROCESOS GENERALES

El OFC manual tiene amplio uso en la separación de piezas de acero y algunas otras aleaciones de hierro. Su portabilidad permite llevar el equipo al lugar de trabajo, puede cortar la longitud deseada de piezas estructurales, tuberías, barras y materiales similares para fines de construcción y mantenimiento o cortar trozos de chatarra o materiales para reciclaje.

El OFC a máquina se usa en muchas industrias y almacenes de acero para cortar placas de acero al tamaño requerido preparar bordes de placas para soldarlos, además, se pueden utilizar para cortar componentes de máquinas.

El corte con gas oxicomcombustible se utiliza para cortar espesores dentro de un intervalo muy amplio, desde aproximadamente 3 hasta 2100 mm (1/8 a 84 pulg.) En general no se cortan espesores mayores de unos 500 mm (20 pulg.), excepto en operaciones de fábricas de acero, donde las piezas se cortan estando todavía a temperaturas elevadas.

2.2.5 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN PARA EL CORTE

2.2.5.1 Procedimientos de Operación

Al operar un equipo de corte se deben seguir las recomendaciones del fabricante del equipo para su ensamblado y uso. Esto evitará el daño del equipo y su manejo correcto y seguro.

2.2.5.1.1 Operación del soplete

La forma de encender el soplete consiste en abrir un poco la válvula de gas combustible y encenderlo con un encendedor de chispa. Hay que ajustar el gas hasta obtener una flama estable en el extremo de la punta y se abre la válvula de oxígeno hasta obtener la flama deseada.

2.2.5.1.2 Ajuste de la flama

La cantidad de calor producido por la flama depende de la presión y flujo de los gases y el tipo de flama empleada. Mediante el ajuste apropiado de válvulas se obtienen tres tipos de flamas como en la figura 2.2

2.2.5.2 Procedimientos de corte

2.2.5.2.1 Corte Manual

El método más común consiste en colocar las flamas de precalentamiento a medio camino sobre el borde, manteniendo los extremos de los conos de la flama de 1.5 a 3 mm (1/16 a 1/8 pulg.) por encima de la superficie del material por cortar. El eje de la punta deberá estar alineado con el borde de la placa. Cuando la esquina superior adquiera un color amarillo rojizo, se abrirá la válvula del oxígeno de cortar y se iniciará el proceso de corte. El movimiento del soplete se iniciará después que la acción de corte alcance el extremo lejano del borde.

2.2.5.2.2 Corte a máquina

Los procedimientos de arranque y apagado son los mismos que el corte manual. Sin embargo el ajuste correcto de las condiciones de operación es importante si se desea corte de alta calidad y velocidad. Las designaciones de tamaño de punta, diseño de punta y datos operativos pueden solicitarse al fabricante del soplete.

2.2.6 CALIDAD DE CORTE

La calidad del corte abarca varios aspectos como:

1. Angulo apropiado entre superficies cortadas y superficies adyacentes.
2. Lo plano de la superficie.
3. Lo recto del borde de precalentamiento del corte.
4. Tolerancias dimensionales de la figura cortada.
5. Adherencia de escorias tenaces.
6. Defectos de la superficie cortada con grietas y bolsas.

En general estos aspectos se controlan con precisión en el OFC a máquina. Para un corte de alta calidad se requiere de un buen control de posición del soplete, de la iniciación del corte, de la velocidad del recorrido y de la estabilidad de la plantilla. Además hay que mantener y limpiar el equipo con regularidad. Las

figuras 2.5 y 2.6 muestran condiciones de borde representativas producidas por variaciones en el procedimiento de corte para material de tipo y espesor uniformes.

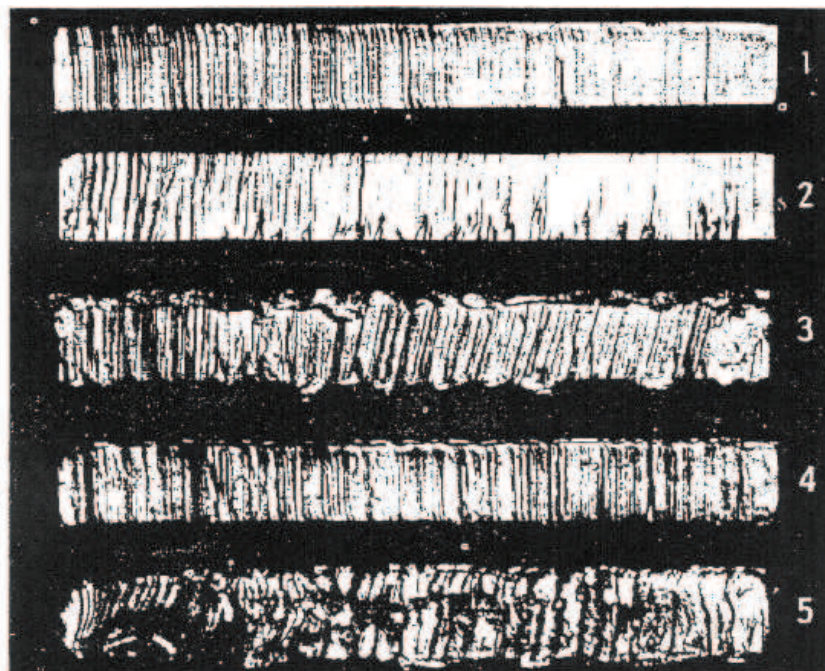


Figura 2.5 Condiciones de borde representativas producidas por operaciones de corte con gas oxicom bustible.

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 473

En la figura 2.5 se observa: (1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas; (2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior; (3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derretió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida; (4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derretió debido a la baja velocidad de corte; (5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.

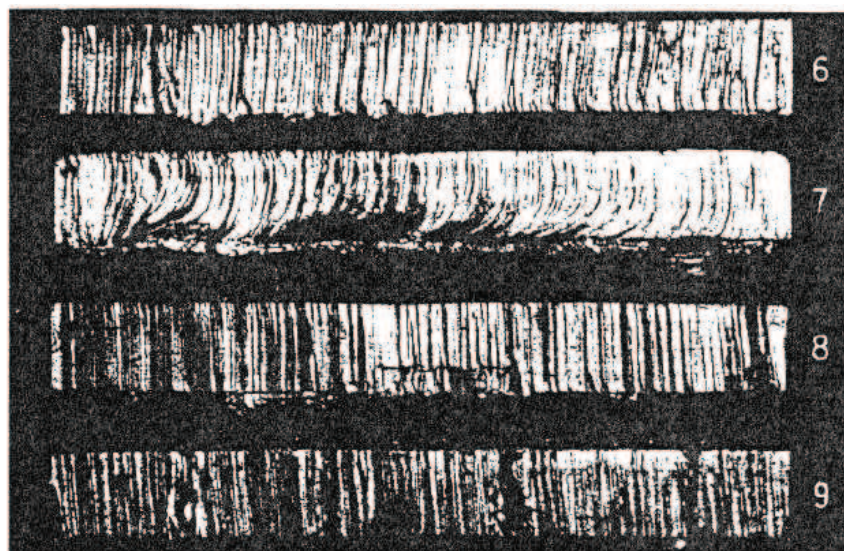


Figura 2.6 Condiciones de borde representativas producidas por operaciones de corte con gas oxiacetilénico

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 474

En la figura 2.6 se observa : (6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas; (7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular; (8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular; (9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio

2.2.7 MATERIALES CORTADOS

El equipo de corte con oxígeno resulta satisfactorio para casi todas las operaciones de corte con acero. Cuando se cortan aceros de alta aleación y acero inoxidable puede ser necesario usar un proceso de OFC especial, como el corte por inyección de fundente o polvo, o alguno de los procesos de corte con arco.

2.2.8 PRÁCTICAS SEGURAS

Las prácticas seguras son la instalación y operación de sistemas de gas oxiacetilénico para soldar y cortar como se dan en la Norma Nacional Americana

ANSI Z49.1 en su edición más reciente. La persona que opere el equipo deberá seguir siempre estas prácticas y las recomendaciones del fabricante del equipo.

Los vapores y los humos son un posible peligro para la salud. Cuando se utiliza el proceso en un área cerrada o semicerrada, es preciso proveer ventilación para los emisores, y el operador deberá usar un respirador. En algunas circunstancias el ruido de la operación puede exceder los niveles seguros. Si es preciso el operador deberá contar con protección para los oídos. El fuego es un posible peligro y los materiales combustibles deberán retirarse del área de corte a una distancia de por lo menos 11 m.

La vestimenta y el equipo de protección apropiados para cualquier operación de corte varían con la naturaleza y la ubicación del trabajo a realizar. Es posible que se requieran una o más de las siguientes precauciones:

1. Protectores faciales con lentes de filtro; los lentes de filtro recomendados para las diversas operaciones de corte son:
 - a) Corte ligero, hasta 25 mm (1 pulg) - sombreado de 3 o 4.
 - b) Corte mediano, 25 a 150 mm (1 a 6 pulg) – sombreado de 4 a 5.
 - c) Corte pesado, más de 150 mm (6 pulg) – sombreado de 5 a 6.
2. Guantes resistentes al fuego.
3. Anteojos de seguridad
4. Chaquetas, botas, capuchones, delantales, etc, resistentes al fuego:
 - a) De preferencia ropa de lana, no de algodón, ni materiales sintéticos.
 - b) Mangas, cuellos y bolsillos siempre abotonados.
 - c) Eliminar los puños y bastas.
5. Cascos protectores.
6. Polainas.
7. Zapatos de seguridad.
8. Equipo protector para extinguir las flamas.
9. Equipo de respiración complementario.
10. Otro equipo de seguridad.

2.3 PROCESO DE CORTE POR PLASMA (PAC)²

2.3.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO

El proceso de corte con arco de plasma (Plasma Arc Cutting, PAC) separa el metal empleando un arco constreñido para fundir un área localizada de la pieza de trabajo, que al mismo tiempo elimine el material derretido con un chorro de alta velocidad de gas ionizado que sale por el orificio de constricción. El gas ionizado es el plasma, de ahí el nombre del proceso. Los arcos por plasma operan a temperaturas 10 000 a 14 000 °C (18 000 a 25 000 °F)

Un plasma de arco es un gas que ha sido calentado por un arco hasta alcanzar un estado de por lo menos ionización parcial, lo que le permite conducir una corriente eléctrica. En cualquier arco eléctrico existe un plasma, pero el término arco de plasma se aplica a sopletes que utilizan un arco constreñido. La principal característica que distingue a los sopletes de arco de plasma de otros sopletes de arco es que, para una corriente y tasa de flujo de gas dados, el voltaje del arco es más alto en el soplete de arco constreñido.

El arco se constriñe haciéndolo pasar por un orificio situado en la boquilla. La terminología básica y la disposición de los componentes de un soplete de corte con plasma se muestran en la figura 2.7.

Cuando el gas de plasma atraviesa el arco, se calienta rápidamente hasta una temperatura elevada, se expande y se acelera al pasar por el orificio de constricción hacia la pieza de trabajo. La intensidad y la velocidad del plasma dependen de cierto número de variables, entre las que están el tipo de gas, su presión, el patrón de flujo, la corriente eléctrica, el tamaño y la forma del orificio y la distancia respecto a la pieza de trabajo.

² AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 482-488

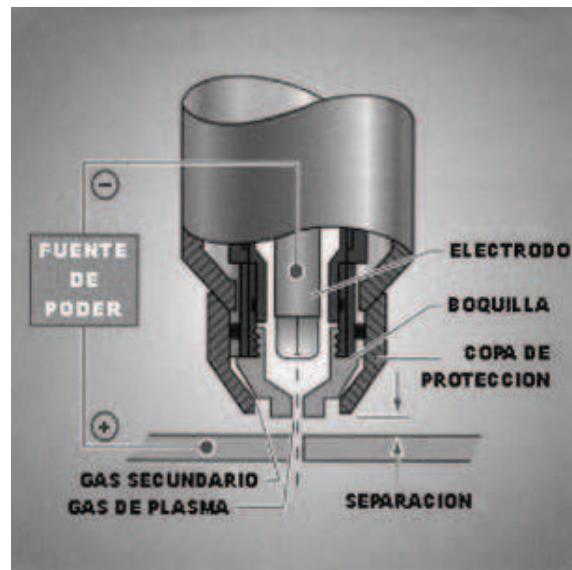


Figura 2.7 Terminología de los sopletes de arco de plasma

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 483

En la figura 2.8 se muestra un circuito de PAC. El proceso trabaja con corriente continua, de polaridad directa. El orificio dirige el chorro de plasma sobrecalentado desde el electrodo hasta la pieza de trabajo. Cuando el arco funde la pieza de trabajo, el chorro de alta velocidad expulsa el metal derretido para formar el corte. El arco de corte se conecta o "transfiere" a la pieza de trabajo, por lo que se conoce como arco transferido.

Entre los gases que se usan para el corte con arco de plasma están el nitrógeno, argón, aire, oxígeno y mezclas de nitrógeno / hidrógeno y argón / hidrógeno.

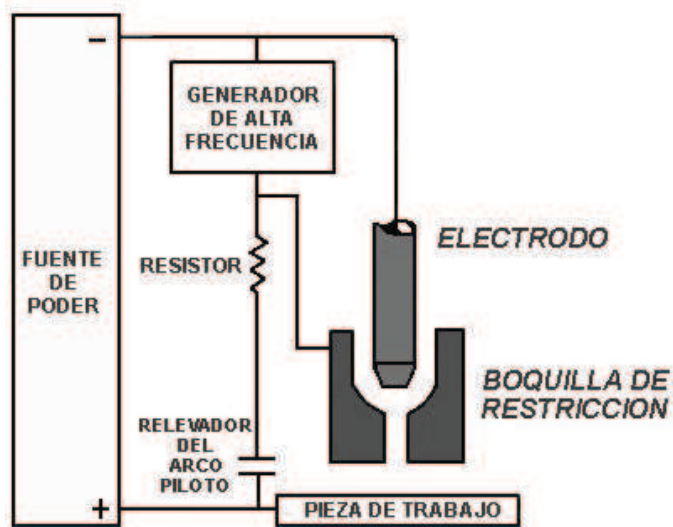


Figura 2.8 Circuitos básicos para corte con arco de plasma

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 483

2.3.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

2.3.2.1 Ventajas

En comparación con los procesos de corte mecánicos, la fuerza requerida para sostener la pieza en su lugar de trabajo y la necesaria para desplazar el soplete (o viceversa) es muy inferior en el caso del proceso de corte con arco de plasma, que no hace contacto. En comparación con el OFC, el proceso de corte con plasma opera en un nivel energético muy superior, lo que permite mayores velocidades de corte. Además de su velocidad, el PAC tiene la ventaja de iniciarse inmediatamente, sin necesidad de precalentamiento. El inicio instantáneo resulta especialmente ventajoso en aplicaciones que implican interrupción del corte, como en el corte de mallas.

2.3.2.2 Desventajas

El PAC adolece de notables limitaciones. En comparación con la mayor parte de los métodos de corte mecánicos, presenta peligros como son incendio, choque eléctrico, luz intensa, humo y gases, y niveles de ruido que probablemente no estén presentes en los procesos mecánicos. Además, es difícil controlar el PAC con tanta precisión como algunos procesos mecánicos, para trabajos con

tolerancias estrechas. En comparación con el OFC, el equipo de PAC tiende a ser más costoso, requiere energía eléctrica y presenta peligros de choque eléctrico.

2.3.3 EQUIPO

2.3.3.1 Sopletes

El proceso de corte por plasma emplea un soplete de mano o montado mecánicamente. Los tipos y tamaños dependen del espesor del material. Algunos sopletes pueden arrastrarse en contacto directo con la pieza de trabajo, mientras que otros requieren que se mantenga una separación entre la punta del soplete y la pieza de trabajo.

Los sopletes PAC trabajan a altas temperaturas extremadamente altas y sus componentes tales como la punta y electrodo, son vulnerables al desgaste durante el corte. El reemplazo oportuno de los componentes consumibles es indispensable para obtener cortes de calidad.

2.3.3.2 Fuentes de Potencia

El proceso PAC requiere fuente de potencia de corriente continua, de relativamente alto voltaje, con una característica voltios-amperios de corriente constante o de caída. Para que el arco inicie de manera satisfactoria, el voltaje de circuito abierto de la fuente de potencia, generalmente, es casi el doble del voltaje de operación del soplete. Los voltajes de operación van desde 50 a 60 voltios hasta más de 200 voltios, por lo que las fuentes de potencia para PAC tendrán voltajes de circuito abierto entre 150 y más de 400 voltios.

2.3.4 CONTROLES DE CORTE

Los controles de PAC son relativamente simples. La mayor parte de los sopletes manuales se controla mediante un interruptor de gatillo, el cual se oprime para iniciar el corte y se suelta para suspenderlo.

En el caso de corte mecanizado, el encendido y apagado del arco pueden efectuarse con un botón o pulsador o automáticamente mediante los controles de movimiento del sistema. Los controles de corte también pueden hacer que la operación completa siga una secuencia que incluya variaciones de flujo de gas y en el nivel de potencia si es necesario.

2.3.5 APLICACIONES EN PROCESOS GENERALES

El proceso se utiliza en diversas aplicaciones en aluminio. En el Anexo A muestra las condiciones típicas para corte mecanizado de placas de aluminio.

El corte manual de arco con plasma se utiliza ampliamente en la reparación de carrocerías de automóvil para cortar acero de baja aleación y de alta resistencia (HSLA). El arranque instantáneo y las altas velocidades de recorrido reducen la transferencia de calor al acero HSLA y ayudan a mantener su resistencia.

La aplicación principal del corte mecanizado con arco de plasma de acero al carbono es con espesores de hasta 13 mm (1/2 pulg.). Lo alto de costo del equipo plasma se puede justificar de alguna manera por la rapidez del corte

2.3.6 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y CORTE

Para iniciar el arco de corte se emplea el método de arranque con arco piloto que es un arco entre el electrodo y la punta del soplete. Este arco en ocasiones recibe el nombre de arco no transferido porque no se transfiere o conecta a la pieza de trabajo, como lo hace el arco transferido. El arco piloto provee una vía conductora de la electricidad entre el electrodo del soplete y la pieza de trabajo para que pueda iniciarse el arco de corte principal.

La técnica de inicio con arco piloto más común consiste en hacer saltar una chispa de alta frecuencia entre el electrodo y la punta del soplete; el arco piloto se establece en el trayecto ionizado resultante. Cuando el soplete se acerca lo suficiente a la pieza de trabajo como para que la pluma o llama del arco piloto la toque, se establece un trayecto conductor de la electricidad entre el electrodo y la pieza de trabajo. El arco de corte seguirá este camino hasta la pieza de trabajo.

2.3.7 CALIDAD DE CORTE

Los factores que debemos considerar al evaluar la calidad de corte incluyen la tersura de la superficie, ancho del corte, ángulo del corte, la adherencia de la escoria y lo recto del borde superior. Estos factores son afectados por el tipo de material que se corta, el equipo que se emplea y las condiciones de corte.

2.3.8 EFECTOS METALÚRGICOS

Durante el corte con plasma, el material en la superficie del corte se calienta hasta su temperatura de fusión y sale despedido por la fuerza del chorro del plasma. Esto produce una zona térmicamente afectada a lo largo de la superficie cortada. El calor no sólo altera la estructura del metal en ésta zona, sino que también introduce esfuerzos de tensión internos, a causa de la rápida, expansión, alteración y contracción del metal en la zona cortada.

2.3.9 MATERIALES CORTADOS

La capacidad del proceso de cortar cualquier material conductor de la electricidad lo hizo especialmente atractivo para el corte de metales no ferrosos que no podían cortarse usando el proceso de corte con gas oxcombustible (OFC). En un principio se le utilizó para cortar acero inoxidable y aluminio, pero al irse desarrollando el proceso se vio que presentaba ventajas respecto a otros procesos de corte para cortar acero al carbono además de metales no ferrosos.

2.3.10 PRÁCTICAS SEGURAS

Los peligros potenciales del corte y acanalado con arco de plasma son similares a la mayor parte de los procesos de soldadura y corte.

El equipo no deberá operarse sin haber leído y entendido las instrucciones del fabricante. Además, hay que tener en cuenta otros peligros físicos potenciales como los que tienen su origen en los sistemas de gas y agua de alta presión.

Algunas mezclas de gas de corte contienen hidrógeno. La liberación inadvertida de tales gases puede causar explosiones o incendios. No debe operarse si se sospecha que hay fugas de gases. Se recomienda ponerse en contacto con el fabricante si se tienen dudas acerca de la operación del equipo con ciertos gases.

Los voltajes empleados en el equipo de corte con plasma van desde 150 a 400 V de corriente continua. Los choques eléctricos pueden ser fatales. El equipo debe estar debidamente aterrizado y conectarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

El proceso produce humos y gases que pueden dañar la salud. Es preciso sacar tales humos del área de trabajo o eliminarlos en su origen mediante un sistema de

escape, es posible que los reglamentos exijan un filtrado antes de liberarse en la atmósfera.

La cantidad de ruido generada por un soplete de corte por plasma puede dañar el oído humano, por lo que debe usarse protección para los oídos cuando el nivel de ruido exceda los límites especificados.

El arco de plasma emite radiaciones intensas en los espectros visibles e invisibles (ultravioleta e infrarrojo). Además del peligro potencial para los ojos y la piel, esta radiación puede producir ozono, óxidos de nitrógeno u otros vapores tóxicos en la atmósfera circundante. Es necesario usar protección para los ojos y la piel cuando es inevitable la exposición a la radiación.

2.4 PROCESO DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (ARCAIR) (CAC- A)³

2.4.1 FUNDAMENTOS DEL PROCESO

2.4.1.1 Descripción

En el corte con arco de carbono y aire (carbon arc cutting with air, CAC-A), el calor intenso entre un electrodo de carbón-grafito y la pieza de trabajo derrite una porción de esta última. Al mismo tiempo se hace pasar por el arco un chorro de aire con velocidad y volumen suficientes para que el material fundido salga despedido. Luego el metal sólido expuesto se funde por el calor del arco, y la secuencia continúa. El proceso resulta útil para separar y acanalar.

El corte con arco de carbono y aire no depende de la oxidación para mantener el corte, por lo que puede cortar metales que no se cortan por OFC. Se ha usado el proceso con éxito en acero al carbono, acero inoxidable, muchas aleaciones de cobre y hierros colados. La velocidad de la fusión es función de la corriente; la tasa de eliminación del metal depende de la velocidad de fusión y de la eficiencia del chorro de aire para remover el metal derretido. El aire debe ser capaz de expulsar el metal fundido antes de que pueda solidificarse de nuevo. El proceso se muestra de manera esquemática en la figura 2.9

³ AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 489-495

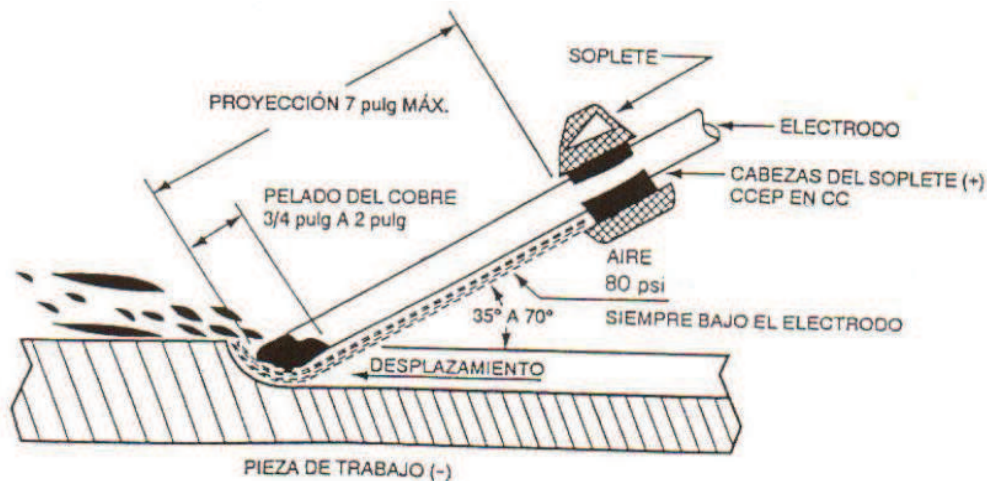


Figura 2.9 Procedimientos de operación típicos para el acanalado con arco de carbono y aire

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 489

2.4.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

2.4.2.1 Ventajas

Una de las ventajas básicas de CAC-A es que es un método relativamente eficiente para remover metal. También tiene la habilidad de cortar cualquier metal. Además puede utilizar las mismas fuentes de potencia que las usadas en soldadura, los costos en equipos es mínimo, lo único necesario es comprar la antorcha para el electrodo de carbono la cual va conectada a la fuente de potencia y a una fuente de aire comprimido.

En comparación con el corte de gas oxicomcombustible, el CAC-A es un proceso con más baja entrada de calor. Por esta razón una pieza cortada o acanalada por CAC-A presenta menos distorsiones que OFC.

2.4.2.2 Desventajas

La principal desventaja del proceso está relacionada con la seguridad. Es un proceso muy ruidoso y poco limpio. El operador debería usar protectores auditivos y además filtros de aire para evitar inhalar partículas de metal. El riesgo de incendio también está presente. Otra limitación es que el acabado del corte puede requerir limpieza antes de ser soldada, en el corte se puede presentar carburización del metal.

2.4.3 EQUIPO

Así como la soldadura por arco, CAC-A usa un arco intenso para crear un charco fundido sobre la pieza de trabajo. El aire comprimido desprende este metal fundido.

El proceso requiere de un porta electrodos, electrodos de corte, una fuente de potencia y suministro de aire. (Figura 2.10)

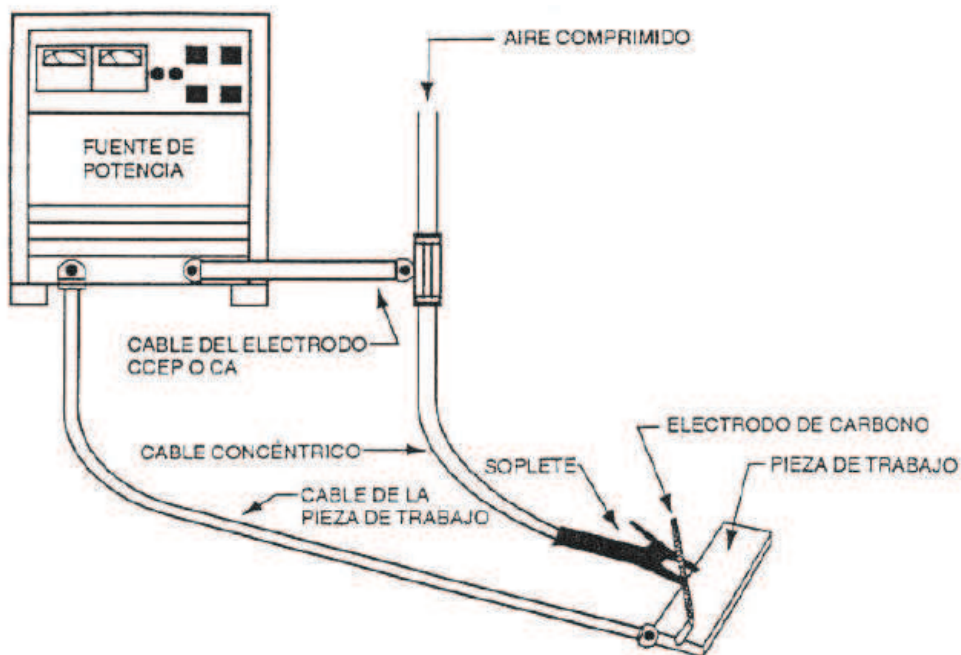


Figura 2.10 Equipo Típico para acanalado con arco de carbono y aire

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 490

2.4.3.1 Sopletes de Corte

Los porta electrodos manuales para CAC-A son similares a los porta electrodos convencionales de trabajo de soldadura con arco de metal protegido. El electrodo está sujeto en una cabeza girable que contiene uno o más orificios para el aire, de modo que, sea cual sea el ángulo que el electrodo adopte respecto al soplete de corte, el chorro de aire permanecerá alineado con el electrodo. Se dispone de una válvula para abrir y cerrar el aire.

2.4.3.2 Electrodo

Son tres tipos de electrodos empleados en CAC-A; recubiertos de cobre para cc, simples para cc y recubiertos de cobre para ca. Su forma normalmente es redonda, aunque existen electrodos planos y semiredondos para producir surcos rectangulares.

2.4.4 APLICACIONES EN PROCESO GENERALES

El proceso de corte con arco de carbono y aire puede usarse para separar y acanalar aceros al carbono, de baja aleación e inoxidables; hierro colado; y aleaciones de aluminio, magnesio, cobre y níquel. El acanalado puede servir para preparar los bordes de placas y tubos para soldarlos. Se pueden colocar dos bordes en contacto frontal y acanalar un surco en U a lo largo de la unión como se muestra en la figura 2.11. También puede acanalarse la raíz de una soldadura hasta llegar a metal bueno antes de completar la soldadura por el segundo lado. De manera similar, puede quitarse mediante el acanalado el metal de una soldadura defectuosa para repararla. Otra aplicación es la eliminación de material de recubrimiento viejo antes de volver a recubrir la pieza.

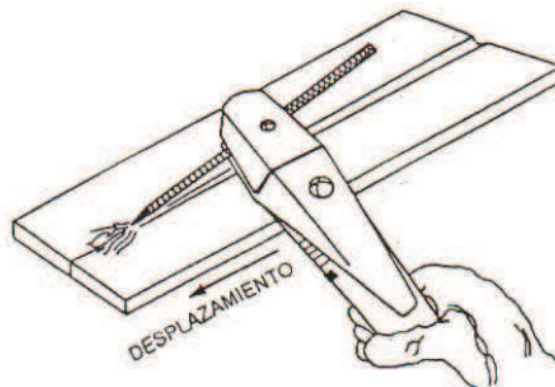


Figura 2.11 Operación de acanalado con arco de carbono y aire en posición plana

FUENTE: AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 493

2.4.5 PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y CORTE

Los electrodos para corte con arco y carbono están diseñados para operar con corriente alterna o continua, o ambas, dependiendo del material cortado. En el Anexo A indica los electrodos y tipos de corriente recomendados para cortar

varias aleaciones comunes y además los intervalos de corriente para los electrodos CAC-A de uso común. La corriente real empleada para un electrodo de un tamaño dado dependerá de las condiciones de operación, como son el material cortado, el tipo de corte, la velocidad de corte, la posición de corte y la calidad requerida.

2.4.6 CALIDAD DE CORTE

2.4.6.1 Efectos Metalúrgicos

Cuando el electrodo de carbono es positivo (polaridad inversa), la corriente lleva átomos de carbono ionizados del electrodo al metal base. Las partículas de carbono libres se absorben rápidamente en el metal base fundido. Dado que esta absorción es inevitable, es importante que todo el metal derretido carburizado, sea retirado del área de corte, de preferencia por la acción del chorro de aire.

Cuando se realiza el proceso de corte con arco de carbono y aire en condiciones inapropiadas, el metal fundido carburizado que permanece en la superficie casi siempre puede reconocerse por su color gris-negro mate. Esto contrasta con el color azul brillante de un surco bien hecho. Un flujo de aire inadecuado puede dejar pequeños charcos de metal carburizado en el fondo del surco. Un desplazamiento irregular del electrodo, sobre todo, en su operación manual, producirá ondulaciones en la pared del surco que tienden a atrapar el metal carburizado. Por último, un ángulo de electrodo inadecuado puede hacer que pequeñas gotas de metal carburizado permanezcan a lo largo del borde del surco.

2.4.7 MATERIALES CORTADOS

El corte con arco de carbono y aire es un proceso flexible y eficiente, efectivo en prácticamente cualquier metal: aceros al carbono, aceros inoxidables y otras aleaciones ferrosas; hierros grises, maleables y dúctiles; aluminio; níquel; aleaciones de cobre; y otros metales no ferrosos.

2.4.8 PRÁCTICAS SEGURAS

Los temas generales de seguridad y prácticas seguras en los procesos de soldadura y corte térmico, como el de arco de carbono y aire, se tratan en ANSI Z49.1 Seguridad al soldar y cortar, NFPA 51B, prevención de incendios al usar proceso de soldadura y corte. Los cortadores con arco de carbono y aire y sus

supervisores deben estar familiarizados con las prácticas descritas en estos documentos.

Adicionalmente, existen otras posibles áreas de peligro en el corte y acanalado con arco. Los humos y gases, el ruido y la energía radiante merecen consideración adicional.

El CAC-C requiere precauciones especiales de prevención de incendios debido al proceso de remoción de metal. Todas las sustancias inflamables situadas a menos de 11 m deberán retirarse. Se deberán colocar protecciones, como mamparas metálicas, en la dirección en que sale despedido el metal caliente expulsado por el chorro de aire comprimido, si es que no hay espacio suficiente para su disipación.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DE PRUEBAS CON LOS PROCESOS DE CORTE APLICADOS A LOS METALES

3.1 CORTE DE METALES USANDO EQUIPO DE CORTE TÉRMICO

Para el desarrollo adecuado de las pruebas de corte térmico y su evaluación, es necesario seguir los siguientes pasos:

- Criterios de desempeño de pruebas
- Procedimientos para realizar los ensayos de corte
- Procedimientos para realizar ensayos metalográficos
- Realización de ensayos de dureza en materiales
- Elaboración de un análisis seguro en el trabajo para los procesos de corte.
- Parámetros de costos involucrados en el corte térmico de metales.

Luego de efectuados los puntos anteriores se tendrán las herramientas necesarias para en lo posterior realizar un análisis de sus resultados.

3.2 ELEMENTOS Y CRITERIOS DE DESPEÑO DE PRUEBAS DE CORTE

3.2.1 PREPARACIÓN DEL EQUIPO PARA EL CORTE TÉRMICO DE METALES

Previo a la realización de ensayos se deben tener lista el área de trabajo, para la ejecución de los cortes en condiciones seguras. Los equipos a utilizarse deben estar en condiciones óptimas de uso y con los parámetros regulados adecuadamente.

3.2.1.1 Criterio de Desempeño

1.1 El área de trabajo debe ser evaluada sobre peligros asociados con el corte térmico y todas las precauciones necesarias de acuerdo con las prácticas seguras en el trabajo. Los riesgos asociados pueden ser: shock eléctrico,

radiación de arco, fuego, explosión, humos y gases, calor, espacios confinados, metales calientes.

- 1.2 El equipo regulado y mantenido de acuerdo con las instrucciones del fabricante y procedimientos en el área de trabajo.
- 1.3 Los gases son identificados por la composición o especificación adecuadas para el corte.
- 1.4 El metal se posicionado y sujetado para el corte de acuerdo con prácticas industriales.
- 1.5 Los parámetros de corte son establecidos por los estándares de la industria o por las instrucciones de los fabricantes. Las variables asociadas serán: tamaño de boquillas, presión de gases, tipo de flama, velocidad de avance, tipo de corriente, electrodo
- 1.6 Implementar procedimientos de control de distorsión de acuerdo con prácticas industriales e instrucciones de trabajo como por ejemplo: secuencia de corte, sujeción de pieza de trabajo, etc.

3.2.2 MATERIALES USADOS EN LAS PRUEBAS

Se deben usar materiales de acuerdo al alcance de cada proceso de corte considerando tipo, aleación y su rango de espesores de metal.

3.2.2.1 Criterio de Desempeño

- 2.1 Seguimiento de procedimientos seguros y equipos de protección personal usados de acuerdo con prácticas seguras de trabajo.
- 2.2 Perfiles de corte para estándares industriales y en concordancia a la práctica industrial.
- 2.3 Disminuir desperdicios de material

3.2.3 CONTROL DE LA CALIDAD DE CORTE

3.2.3.1 Criterio de Desempeño

- 3.1 Los cortes deben ser comparados a los requerimientos de calidad de la industria por medio de inspección visual.
La imperfecciones típicas pueden ser rugosidad superficial, condiciones de los bordes, escorias adheridas, perfil de los bordes.

3.2 Las causas de los defectos de corte térmico son identificados y los parámetros de corte son ajustados para la corrección de defectos.

Las causas típicas pueden abarcar condición superficial, defectos material base, estabilidad del equipo, exactitud en el sistema de guías, parámetros de corte, etc.

3.3 DESIGNACIÓN DE PROBETAS

Para la realización de las pruebas de corte las probetas tendrán la siguiente designación de acuerdo al proceso de corte, material a ser cortado, la calidad, que depende de la velocidad manual de corte y del espesor de cada placa.

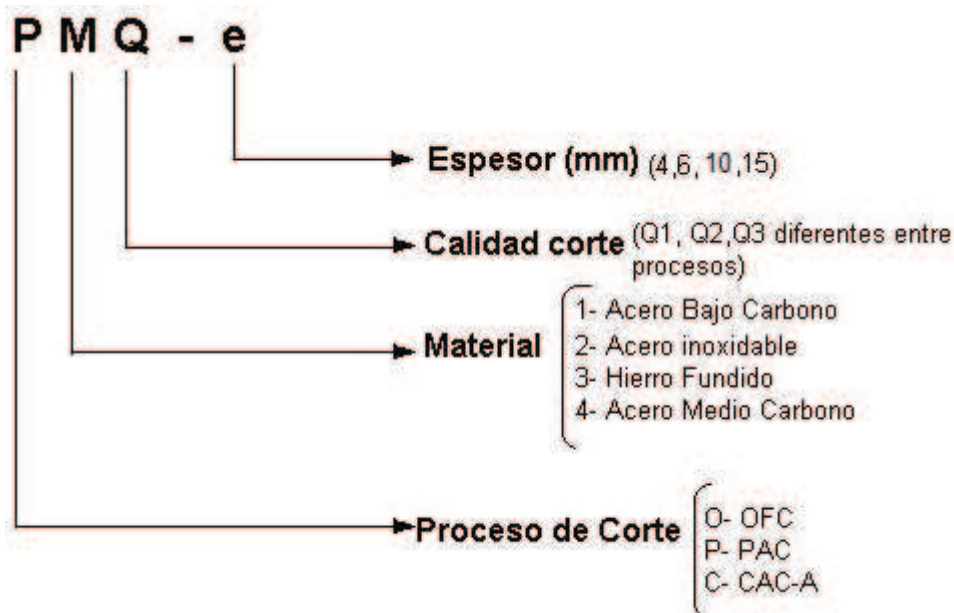


Figura 3.1. Designación de probetas para pruebas de corte

FUENTE: Elaboración Propia

3.4 ENSAYOS DE CORTE TÉRMICO

Se deberá seguir un procedimiento adecuado para las diferentes operaciones de corte.

3.4.1 ENSAYO DE CORTE POR OXICORTE

- Revisar instrucciones del fabricante
- Verificar estado del equipo (mangueras de oxígeno y combustible, tanques de oxígeno y combustible, manómetros, soplete de corte)
- Revisar puntas de corte adecuadas para el espesor de material a cortarse

- Usar equipo de protección adecuada para los ojos, guantes y vestimenta resistente al calor, y encendedor de flama.
- Posicionar adecuadamente el material a ser cortado.
- Abrir la válvula del tanque de combustible.
- Abrir la válvula de combustible en el soplete de vuelta y ajustar la válvula de presión del combustible a la presión de trabajo.
- Cerrar la válvula de combustible en el soplete.
- Abrir suavemente la válvula del cilindro de oxígeno, totalmente.
- Abrir la válvula de oxígeno en el soplete de vuelta y ajustar la válvula de presión de oxígeno a la presión de trabajo.
- Cerrar la válvula de oxígeno en el soplete.
- Abrir la válvula de combustible en el soplete y encender con el chispero.
- Abrir la válvula de oxígeno y regular la llama deseada.
- Precalentar el metal a ser cortado.
- Accionar el chorro de oxígeno de corte.
- Realizar la operación de corte.
- Cerrar la válvula de combustible y luego la del oxígeno en el soplete.
- Cerrar las válvulas, primero del tanque de combustible y luego el cilindro de oxígeno.
- Abrir las válvulas de combustible y oxígeno en el soplete (aliviar las mangueras).

3.4.2 ENSAYO DE CORTE POR PLASMA

- Revisar y entender las instrucciones del fabricante.
- Revisar si existen fugas de gas.
- Revisar los circuitos eléctricos (sin humedad).
- Cerrar las puertas de acceso a los circuitos del equipo.
- Verificar que exista una ventilación adecuada en el área de trabajo.
- Utilizar protección auditiva.
- Utilizar protección para los ojos y la piel.
- Posicionar adecuadamente el material a ser cortado.
- Oprimir el interruptor de encendido.

- Realizar la operación de corte.
- Oprimir el interruptor para suspender el corte.

3.4.3 ENSAYO DE CORTE POR ARCAIR

- Revisar y entender las instrucciones de fabricante del equipo.
- Revisar el equipo (cables del electrodo y pieza de trabajo, soplete, mangueras de aire comprimido)
- Revisar estado de los electrodos y su disponibilidad.
- Asegurar la pieza de trabajo.
- Chequear la presión y flujo del suministro de aire.
- Dependiendo del tipo de material a cortarse regular el tipo de corriente (DC⁻, DC⁺, AC)
- Adoptar una posición adecuada para el corte.
- Abrir el chorro de aire.
- Encender el arco y sostener el soplete adecuadamente.
- Realizar la operación de corte, manteniendo un arco corto.
- Al terminar el corte se aleja el electrodo de la pieza de trabajo.

3.4 ENSAYO METALOGRÁFICO⁴

La metalografía estudia, mediante el microscopio, las características de la estructura de metal o aleación. El microscopio es, sin ningún género de dudas, el instrumento más valioso de que dispone el metalurgista, no solo desde el punto de vista científico de investigación en el laboratorio, sino también en la práctica industrial, donde puede prestar relevantes servicios.

3.4.1 INTRODUCCIÓN A LOS ENSAYOS METALOGRÁFICOS

Las técnicas metalográficas se han desarrollado precisamente para identificar las fases presentes en los metales y en sus aleaciones, y para explicar el mecanismo de su formación. Estas fases que constituyen el agregado metálico son, generalmente, de tamaño microscópico y, para su observación y estudio, es preciso preparar debidamente la probeta. Una superficie metálica en la que se

• ⁴ GUÍA DE PRACTICAS/ LABORATORIO DE METALOGRAFÍA, Escuela Politécnica Nacional, Octubre 2003

van a observar unas fases microscópicas ha de ser plana y estar pulida. Plana, porque la pequeña profundidad de foco de los sistemas ópticos de observación a grandes aumentos no permitiría enfocar la imagen simultáneamente en planos situados a distintos niveles; estar debidamente pulida para que sólo pueda aparecer en ella detalles propios de su estructura, y no circunstancias ajenas a ella que puedan enmascararla.

Los exámenes metalográficos en las placas cortadas son efectuados para conocer visualmente la profundidad de las zonas afectadas por el calor, que se producen debido a las altas temperaturas utilizadas, su microestructura y propiedades.

3.4.2 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS METALGRÁFICO

Para preparar y evaluar las probetas metalográficas se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Extraer una muestra del material mediante corte.
2. Realizar el desbaste asentando la muestra uniformemente hasta conseguir un solo plano en la probeta.
3. Deslizar la muestra sobre las lijas de 240-320-400 y 600 granos por pulgada en un solo sentido para formar rayas en una sola dirección. Al pasar a la siguiente lija girar 90° la probeta para eliminar las rayaduras anteriores.
4. Verter el abrasivo (alúmina) sobre el paño del plato giratorio (Pulido Grueso).
5. Atacar químicamente.
6. Observar en el microscopio metalográfico.

3.4.2.1 Extracción de la muestra

La probeta debe tener un tamaño conveniente Las probetas de manejo más cómodo son aquellas cuya altura mínima es de 12 mm y su dimensión en una de las direcciones de la superficie a pulir de 20 a 25 mm y debe mantenerse fría durante su corte, para evitar transformaciones.

3.4.2.2 Desbaste grueso

Es una operación establecida para remover las rebabas y todas las rayaduras debidas al corte. Esto puede lograrse presionando uniformemente la probeta sobre una desbastadora de disco provista de una lija número. 60, 80, 100 y 120

(granos por pulgada lineal) dependiendo de la necesidad. Durante esta operación debe mantenerse la probeta fría mediante el flujo de agua.

3.4.2.3 Desbaste Fino

El propósito de esta etapa es remover la zona deformada causada por los dos procesos anteriores.

Esto se logra bajo una selección adecuada y secuencial de abrasivos (lijas números: 240-320-400-600 granos/pulg). Sin embargo, cuando una zona de deformación está siendo removida, se formará una nueva zona de menor deformación, no tan severa ni profunda como la inicial, ocasionada por la acción de los granos abrasivos utilizados en esta etapa. La muestra se desliza sobre las lijas en dirección opuesta al operador de manera que se formen rayas en una sola dirección, para eliminar éstas girar la probeta 90° y realizar la misma operación.

3.4.2.4 Pulido Grueso

Es una operación de desbaste leve, además es la etapa más importante y crítica de toda la operación de pulido. Se emplea la pulidora de paño utilizando como abrasivo alúmina de 1 micrón en suspensión en agua.

3.4.2.5 Pulido Fino

Luego de concluido el pulido grueso, la superficie de la muestra se encuentra en condiciones semejantes a las que se indica en la figura 3.1, con la diferencia de que las deformaciones son mucho más pequeñas, las mismas que serán eliminadas luego de este proceso para posteriormente revelar la microestructura real que tiene la probeta, esta operación se ejecuta utilizando un abrasivo (alúmina de 0.3 micrón de tamaño promedio en suspensión en agua).

3.4.2.6 Ataque Químico

El propósito del ataque químico es hacer visible al microscopio metalográfico las características estructurales del metal o aleación, mediante la aplicación de un reactivo apropiado sobre la superficie de la probeta, que somete a ésta a una acción química selectiva reaccionando exclusivamente con uno de los elementos químicos presentes en el material.

La selección del reactivo de ataque se la realiza en base al tipo o clase de metal y por la estructura específica que se desea observar (Tabla 3.1).

Las operaciones de ataque más comunes son:

- Por inmersión de la probeta en el reactivo.
- Mediante algodón empapado con reactivo, el cual se frota sobre la superficie pulida con la ayuda de una pinza.

El ataque químico, revela las fronteras de grano que aparecen como valles, en la superficie pulida.

Tabla 3.1 Reactivos utilizados en ensayos metalográficos

Reactivo	Ingredientes	Aplicaciones
2% nital	2ml Acido Nítrico (concentrado) 98 ml Alcohol etílico	Reactivo más común para hierro, fundición , aceros al carbono y de baja aleación Revela fronteras de grano de ferrita y constituyentes
Marble	20 ml HCl 4g CuSO4 (sulfato de cobre) 20 mL H2O (destilada)	Reactivo de Marble. Usado primariamente para acero inoxidable con grados austeníticos Use a temperatura ambiente por 10s.

Se debe evitar el sobre ataque, dado que la superficie se puede manchar y tapar la estructura o producirse manchas de corrosión.

En los materiales metálicos analizados se pueden encontrar estructuras de una o más fases, en los cuales es posible la obtención de contrastes o más específicamente, la visión de fronteras de granos, producto de las diferencias en la rapidez a que los diversos granos son atacados por el reactivo. Esta diferencia en la rapidez de ataque guarda relación con el ángulo que se forma entre las diferentes secciones de grano con el plano de la superficie pulida (valles). La luz del microscopio se reflejara fuera del microscopio al chocar con la orilla de estos valles, haciendo que las fronteras de grano aparezcan como líneas oscuras.

El límite de grano comúnmente es preferible ser observados a 100 aumentos, ya que se entrega una importante información del material respecto a sus posibles propiedades mecánicas, tratamientos térmicos, etc.

3.5 INTERPRETACIÓN METALOGRÁFICA⁵

Para poder realizar un análisis adecuado es necesario conocer el tipo y forma de las fases presentes en la microestructura de los metales utilizados: aceros y fundición nodular. Se revisa a continuación el diagrama Fe-C y micro constituyentes característicos de estos materiales.

3.5.1 DIAGRAMA HIERRO-CARBONO

En función del contenido de carbono suele dividirse el diagrama de hierro-carbono en dos partes: una que comprende las aleaciones con menos del 2 % de carbono y que se llaman aceros, y otra integrada por las aleaciones con más de un 2 % de carbono, las cuales se llaman fundiciones. A su vez, la región de los aceros se subdivide en otras dos: una formada por los aceros cuyo contenido en carbono es inferior al correspondiente a la composición eutécticoide (0,77 %C) los cuales se llaman aceros hipoeutéctoides, y la otra compuesta por los aceros cuyo contenido se encuentra entre 0,77 y 2 %, y que se conocen por aceros hipereutéctoides.

En el sistema hierro - carbono existen 2 tipos principales de redes cristalinas dependiendo de la temperatura a la que se encuentra la aleación: ferrita α y austenita γ . La red de cristales de ferrita α es cúbica centrada BCC, con un átomo en el centro del cubo y la de austenita γ es cúbica centrada en las caras FCC, es decir, que tiene un átomo en el centro de cada cara del cubo.

Según el diagrama (Figura 3.2):

- **Ferrita** \rightarrow 100% Fe $\alpha \rightarrow$ 0% C aprox. (0.008% C)
- **Grafito** \rightarrow 100% C \rightarrow 0% Fe
- **Cementita**: Compuesto químico de Fe α y C (Fe₃C) que contiene 6.67 % de carbono. Tiene una extremada dureza y plasticidad muy baja.
- **Perlita**: Es una mezcla de ferrita y cementita que contiene 0.83% de carbono.
- **Austenita** γ : Es una solución de carbono en hierro. Puede contener hasta 2.14% de carbono.
- **Martensita**: Se forma a partir de la austenita cuando se produce un enfriamiento lo suficientemente rápido llamado temple. Este enfriamiento rápido no permite la formación de perlita. Su estructura cristalina es hierro

⁵ <http://www.esi2.us.es/IMM2>

con la inclusión de un átomo de carbono en una o en dos de las aristas. Además sus cristales tienen forma de agujas, elevando la dureza y fragilidad del acero.

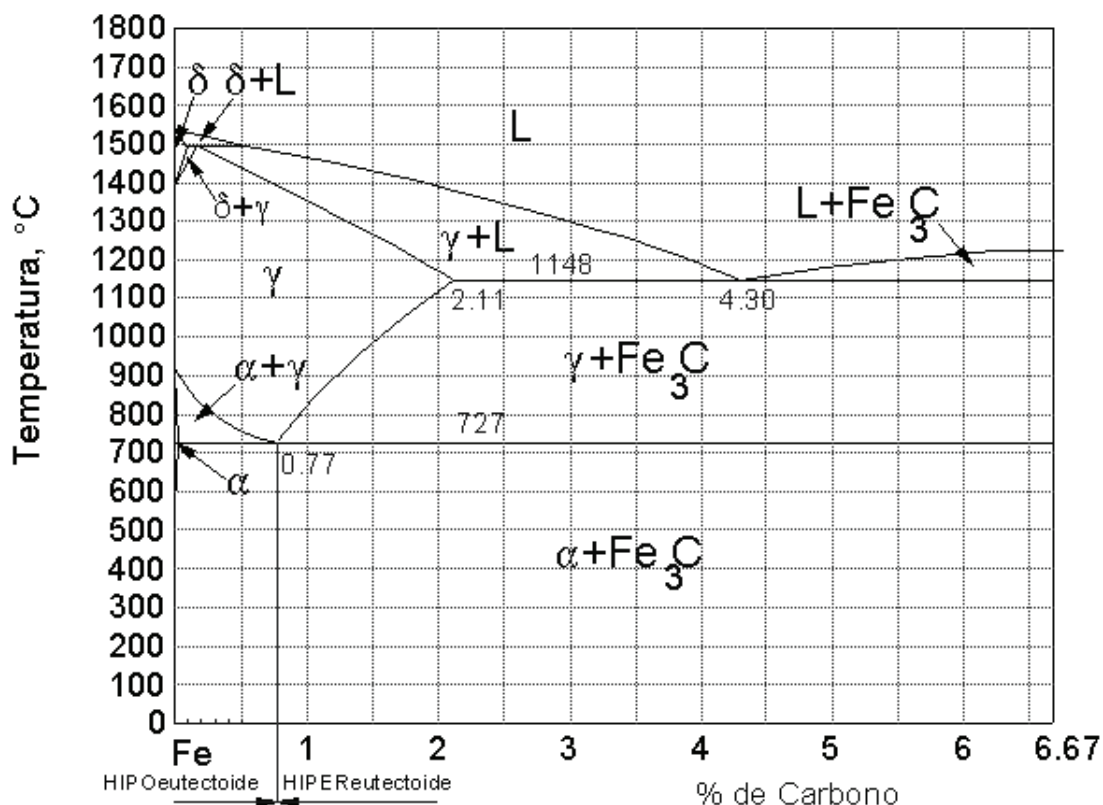


Figura 3.2 Designación de probetas para pruebas de corte

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/IMM2>

3.5.2 METALOGRAFÍA DE LAS FUNDICIONES

Las fundiciones, como los aceros, son en esencia aleaciones de hierro y carbono aunque, considerando el diagrama Fe-C, las primeras contienen una cantidad de carbono superior a la de saturación de la austenita a temperatura eutéctica. Por tanto, el contenido en carbono de las fundiciones varía de 2 a 6,67%. Sin embargo como los contenidos de carbono elevados confieren una gran fragilidad, la mayoría de los tipos comerciales fabricados contienen una cantidad comprendida entre el 2,5 y el 4%.

La ductilidad de las fundiciones es muy baja, por lo que no puede laminarse, estirarse o deformarse a temperatura ambiente, no siendo la mayor parte de ella maleable a ninguna temperatura. Sin embargo, funden fácilmente y pueden moldearse formas complicadas que usualmente se mecanizan después a dimensiones requeridas.

La mejor manera de clasificar las fundiciones es en función de su estructura metalográfica. Al estudiar los distintos tipos hay que considerar cuatro variables que influyen considerablemente en su formación, a saber: el contenido de carbono, el contenido en elementos de aleación e impurezas, la velocidad de enfriamiento durante y después de la solidificación, y el tratamiento térmico que reciben posteriormente. Estas variables determinan la condición y forma física del carbono. El carbono puede encontrarse en la fundición combinado con el hierro en forma de cementita, o bien libre en forma de grafito. La forma y distribución de las partículas de carbono libre influyen considerablemente en las propiedades físicas de la fundición. Los distintos tipos de las mismas son los siguientes: Fundiciones Blancas, Fundiciones Grises, Fundiciones Nodulares, Fundiciones Maleables, Fundiciones en Coquilla, Fundiciones Aleadas. Para nuestro proyecto revisaremos la fundición nodular.

3.5.2.1 Fundición nodular

Al encontrarse el carbono en forma esferoidal, la continuidad de la matriz se interrumpe mucho menos que cuando se encuentra en forma laminar; esto da lugar a una resistencia a la tracción y tenacidad mayores que en la fundición gris ordinaria. La fundición nodular se diferencia de la fundición maleable en que normalmente se obtiene directamente en bruto desde la fusión sin necesidad de tratamiento térmico posterior. Además los nódulos presentan una forma más esférica que los aglomerados de grafito, más o menos irregulares, que aparecen en la fundición maleable.

El contenido total en carbono de la fundición nodular es igual al de la fundición gris. Las partículas esferoidales de grafito se forman durante la solidificación, debido a la presencia de pequeñas cantidades de alguno elemento de aleación

formadores de nódulos, normalmente magnesio y cerio, los cuales se adicionan al horno inmediatamente antes de pasar el metal a los moldes.

La cantidad de ferrita presente en la matriz en bruto de colada depende de la composición y de la velocidad de enfriamiento. Las fundiciones ferríticas (fig. 3.3) son las que proporcionan la máxima ductilidad, tenacidad y maquinabilidad.

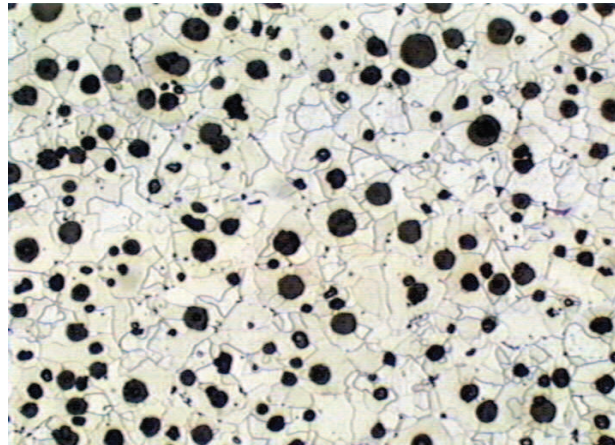
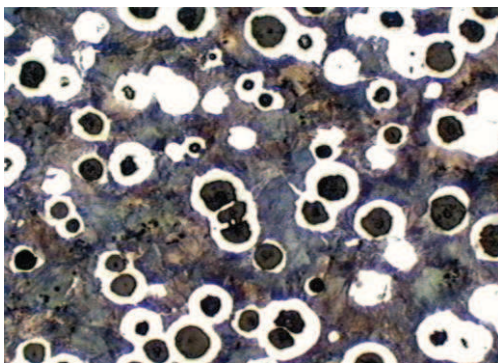


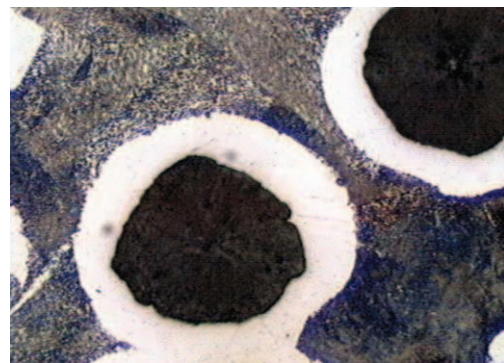
Figura 3.3 Fundición nodular x 100

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/IMM2>

Estas fundiciones, bien en bruto de fundición o tras haber sufrido un normalizado, pueden presentar también una matriz constituida en gran parte por perlita (fig. 3.4)



a)



b)

Figura 3.4 Fundición nodular normalizado a) x100 y b) x400

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/IMM2>

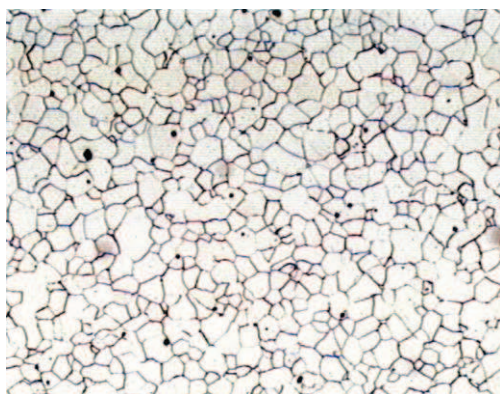
3.5.3 METALOGRAFÍA DE LOS ACEROS

3.5.3.1 Microconstituyentes de los Aceros no aleados

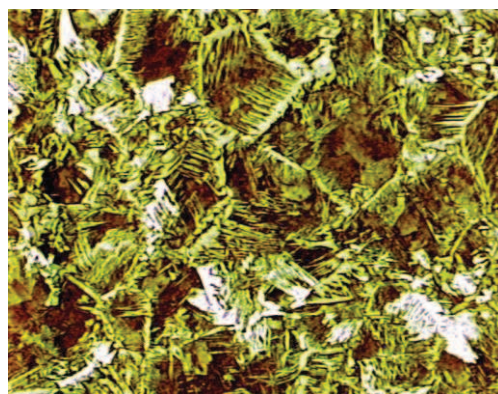
3.5.3.1.1 Ferrita

Es una solución sólida intersticial de carbono en una red cúbica centrada en el cuerpo de hierro BCC. Admite hasta un 0,021 % C en solución a la temperatura eutectoide. Es el constituyente más blando del acero. Su resistencia es de 28 Kg/mm² (2,7 MPa). Es ferromagnético siendo su temperatura de Curie 768°C (temperatura a la que un cuerpo ferromagnético pierde su magnetismo). A partir de esta temperatura hasta los 910°C su comportamiento es paramagnético, por lo que antigua y equivocadamente se le creyó otra fase denominándosele hierro beta.

La morfología y estructura granular de la ferrita es muy variada pudiéndose encontrar hasta 24 términos descriptivos de la misma. Sin embargo, son dos las morfologías que conviene destacar (Fig. 3.5 a): Morfología equiaxial y (Fig. 3.5 b): estructura de Widmanstätten.



a)



b)

Figura 3.5 Ferrita a) Morfología equiaxial x100 y b) estructura de Widmanstätten x100

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/IMM2>

La morfología equiaxial corresponde a granos poligonales de ejes aproximadamente iguales, que resultan a veces atacados diferentemente en función de su orientación cristalográfica respecto a la superficie de observación.

En la estructura de Widmanstätten un enfriamiento rápido desde altas temperaturas obliga a un crecimiento de la ferrita según ciertas direcciones preferenciales, resultando granos alargados en dichas direcciones del grano de austenita previo.

3.5.3.1.2 Cementita

Es el carburo de hierro Fe_3C con un contenido fijo de carbono del 6,67%. Es el constituyente más duro del acero alcanzando una dureza de 68 HRC. También la morfología de la cementita es muy variada siendo destacables algunas estructuras típicas. Se consideran las siguientes en los aceros:

- Cementita secundaria
- Cementita eutectoide
- Cementita terciaria

En los aceros, la cementita libre, no asociada con otras fases suele aparecer en los aceros hipereutectoides, como cementita secundaria, formando una red continua enmarcando una estructura granular formada por colonias de perlita (Fig. 3.6). También, aparece como consecuencia de una precipitación en estado sólido en aceros con muy poco carbono, como consecuencia de la disminución de la solubilidad del mismo por debajo de la temperatura de transformación eutectoide. Se conoce como cementita terciaria.

La cementita no libre, únicamente aparece asociada a la ferrita, como láminas finas alternadas de una y otra, cuyo agregado se conoce como perlita. Son también destacables las formas que la cementita adopta como la esferoidita.

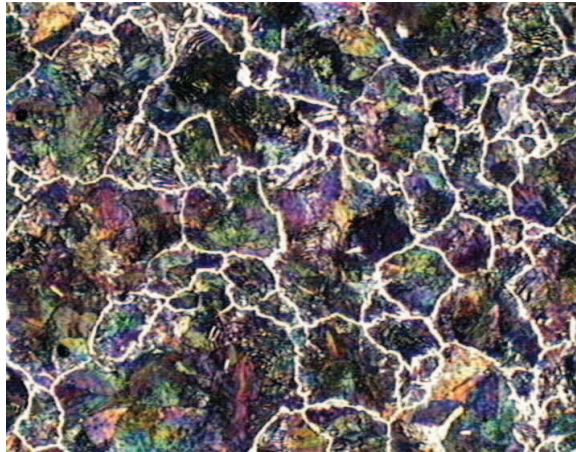


Figura 3.6 Cementita secundaria x100

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/IMM2>

3.5.3.2 Microconstituyentes de Aceros no aleados templados

3.5.3.2.1 Martensita

Es una fase metaestable de estructura tetragonal, obtenida por un enfriamiento brusco de una solución sólida intersticial y que se forma mediante un movimiento de cizalladura en la red. Osmod (1902) la describía así: "(al observar al microscopio)... pueden verse agujas o fibras rectilíneas aún más finas orientadas en direcciones paralelas y separadas o no por una matriz de apariencia granular o vermicular". Debe añadirse que dichas agujas aparecen sólo claramente cuando el porcentaje de carbono es alto siendo en otro caso la apariencia más parecida a hebras de paja amontonada. Su dureza depende del porcentaje de carbono que tenga en solución y está comprendida entre 25 y 67 HRC, aproximadamente.



Figura 3.7 Estructura Martensita x400

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/IMM2>

3.5.3.2.2 Estructuras intermedias

Estos microconstituyentes aparecen cuando el enfriamiento del acero desde la temperatura eutectoide no es tan rápido como para producir el temple ni tan lento como para dar lugar a estructuras conteniendo perlita. La sorbita y troostita son consideradas como estructuras bifásicas donde la ferrita y cementita apenas son discernibles. La bainita es el único microconstituyente relativamente fácil de identificar y al que se considera de más importancia en la bibliografía, tanto en la forma bainita superior o arborescente y como bainita inferior o acicular. Los mecanismos de formación de la bainita son aún hoy día discutidos aunque coinciden en señalar la existencia de ferrita sobresaturada de carbono y de cementita que adopta morfologías parecidas a las descritas por Widmanstätten.

3.5.3.3 Otros Microconstituyentes

Además de los microconstituyentes comentados, los aceros no aleados presentan en sus microestructuras otros elementos de interés. Entre los que se encuentran más comúnmente, destacan las impurezas, óxidos e inclusiones resultado de la deficiente desoxidación y refinado de los mismos. Los óxidos se producen en la superficie de la pieza generalmente, aunque pueden existir ciertos procesos de oxidación interna que los hacen aparecer de color gris pálido a gris oscuro según el tiempo de pulido empleado. Entre las inclusiones destacan las de silicatos y las

de sulfuros, principalmente de Mn, que aparecen como granos alargados en la dirección de laminación, con coloraciones oscuras y gris paloma, respectivamente. La observación de estos microconstituyentes es conveniente realizarla previamente al ataque de la probeta metalográfica.

3.5 ENSAYOS DE DUREZA

En metalurgia la dureza se mide utilizando un durómetro para el ensayo de penetración. Dependiendo del tipo de punta empleada y del rango de cargas aplicadas, existen diferentes escalas, adecuadas para distintos rangos de dureza.

Tras conocer el área afectada por el calor, es necesario evaluar cuantitativamente los efectos metalúrgicos del corte térmico sobre los metales ensayados. Los cambios en la dureza de material dentro y fuera de los límites de la zona afectada por el calor nos dan criterios evaluativos sobre el impacto de cada proceso sobre cada tipo aleación metálica cortada.

Por el tipo de metales que se van ensayar se utilizará el ensayo Rockwell como el método más adecuado de medición de dureza.

3.5.1 ENSAYO DE DUREZA ROCKWELL

La dureza Rockwell o ensayo de dureza Rockwell es un método para determinar la dureza, es decir, la resistencia de un material a ser penetrado. El ensayo de dureza Rockwell constituye el método más usado para medir la dureza debido a que es muy simple de llevar a cabo y no requiere conocimientos especiales. Se pueden utilizar diferentes escalas que provienen de la utilización de distintas combinaciones de penetradores y cargas, lo cual permite ensayar prácticamente cualquier metal o aleación.

3.5.1.1 Materiales y equipos utilizados

3.5.1.1.1 Durómetro de Rockwell

Consta de:

a) Un soporte plano de acero lo suficientemente duro y rígido para prevenir su deformación, el que se encontrará fijado simétricamente debajo del penetrador.

b) Un indicador dial de dureza, el cual está diseñado para medir la profundidad diferencial, la lectura del dial corresponde a la cifra de dureza Rockwell del tipo de ensayo Rockwell realizado.

Cada indicación en el dial o valor de incremento de profundidad del penetrador equivale a una magnitud de 0,002 mm y representa una unidad de dureza. Este dispositivo deberá indicar la carga con un error máximo de 1 %.

c) Una palanca lateral para aplicar la carga principal (P1).

d) Una manilla giratoria para elevar el soporte rígido, que además permite la aplicación de la carga inicial (Po).

e) Indicador de escala.

f) Tornillo regulador de escala, permite ajustar la máquina a la escala deseada.

Esta máquina de ensayo permitirá la aplicación de la carga en forma perpendicular a la superficie de la pieza, además de permitir la mantención de la carga de trabajo durante el tiempo especificado de manera constante.

3.5.1.1.2 Penetradores

Para la escala B:

Se utiliza un penetrador esférico de acero templado y de una superficie finamente pulida. El diámetro de la esfera será de 1,588 mm \pm 0,0035 mm, útil también para las escalas F, G,

T-15, T-30 y T-45.

Para la escala C:

Se utiliza un penetrador de forma cónica y con punta de diamante, el ángulo en el vértice del cono será de 120° y la terminación del cono será de forma casquete esférico, con un radio de 0,2 mm \pm 0,002 mm.

Este tipo de penetrador se emplea también para los ensayos en escala A y D.

Tabla 3.2 Tabla de Escalas Rockwell

Escala Rockwell	Tipo de ensayo	Color y situación de la escala donde se hace la lectura		Tipo de penetrador	Campo de Validez	Carga inicial	Carga total
B	Normal	Rojo	Dentro	Bola de acero de 1,588 mm	35 a 100 HRB	10 Kp	100 Kp
C	Normal	Negro	Fuera	Cónico de Diamante de 120°	20 a 71 HRC	10 Kp	150 Kp

Tabla 3.3 Tabla simplificada de los materiales más comunes que se miden con Rockwell

Escala	Penetrador	Material
B	Bolilla 1/16"	Acero blando. Aleaciones de Cu y Al. Fundición maleable
C	Cono	Acero de alta dureza. Fundición perlítica.

3.5.1.1.3 Procedimiento de ensayo de dureza

Se procede a ubicar el penetrador de bola de \varnothing 1,588mm, se calibra la máquina girando el tornillo superior del durómetro, hasta llegar a la marca de la escala en cuestión. Luego se monta la probeta a ensayar, girando la llave del soporte se pone en contacto la pieza con el penetrador. Se gira hasta que la aguja del dial de dos vueltas, quedando en el punto "cero" (aplicación de la precarga).

A continuación se gira la manilla lateral, que aplica la carga P1, de forma lenta y uniforme.

Se espera 15 segundos y se retira la carga principal (P1). Luego se observa la lectura.

3.6 ANÁLISIS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO (AST)

Para la realización de todas las tareas de corte es necesario tomar todas las precauciones antes de la ejecución de las mismas de manera segura, la persona que opere estos equipos debe conocer y seguir estas prácticas seguras, para lo cual es necesario el análisis de seguridad en el trabajo (AST).

Un análisis de seguridad en el trabajo se considera como enfoque activo a la seguridad en el trabajo. Puede llamarse Análisis de peligros en el Trabajo. Es una herramienta usada para aumentar la seguridad en el trabajo mediante:

- El identificar los peligros o peligros potenciales asociados con cada paso de un trabajo; y
- El encontrar medidas eficaces de control para prevenir o eliminar la exposición.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) define AST como "...el estudio y documentación minuciosa de cada paso

de un trabajo, identificando peligros existentes o potenciales (ambos de seguridad y salud) del trabajo y la determinación de la mejor manera de realizar el trabajo para reducir o eliminar estos peligros.”

3.6.1 PROCEDIMIENTO DEL AST

El realizar un AST involucra cinco pasos:

3.6.1.1. Seleccionar el trabajo para analizar

Un programa eficaz de AST escoge y prioriza los trabajos para analizar. Categorizar cada trabajo según el mayor número de posibles peligros. Se analizan primero los trabajos más peligrosos. Los siguientes factores necesitan considerarse al categorizar los trabajos.

- La Frecuencia de Accidentes: el número de veces que se repite un accidente o lesión durante la realización de un trabajo determinará la prioridad del análisis.
- La Severidad del Accidente: cualquier incidente que resulta en tiempo perdido o tratamiento médico requerido también determinará la prioridad del análisis.
- Trabajos Nuevos, Trabajos no Rutinarios, o Cambios de Deberes: ya que estos trabajos son nuevos o diferentes, hay más probabilidad de un índice alto de incidentes debido a los variables no conocidos.
- Exposición Repetida: la exposición repetida durante un periodo de tiempo tal vez califique el trabajo como para hacer un AST.

Hay que tomar en cuenta que los trabajadores con experiencia pueden ayudar a identificar los peligros potenciales asociados con un trabajo. Ellos tienen conocimientos del trabajo y de los procedimientos que tal vez los directores de obra no tengan, y el involucrar a los empleados les permitirá protegerse a sí mismos y a sus colegas.

3.6.1.2. Dividir el trabajo en pasos básicos

Una vez seleccionado un trabajo, se inicia un AST. Cada paso del trabajo siendo considerado se anota en la primera columna de la hoja de trabajo del AST. Los pasos se anotan por orden de acontecimiento junto con una descripción breve. El análisis no debe ser tan detallado que resulte en un número grande de pasos, ni tan generalizado que se omiten pasos básicos. Si hay más de quince pasos, el trabajo debe dividirse en más de un AST.

Un trabajador con experiencia debe ayudar a dividir el trabajo en pasos. Por lo menos una persona debe observar la ejecución del trabajo bajo condiciones y horas normales. Se les debe explicar a estos trabajadores el propósito y aspectos prácticos de un AST. Una vez dividido el trabajo en pasos, todas las personas participando deben repasar y aprobar la lista.

3.6.1.3. Identificar los peligros dentro de cada paso

Cada paso se analiza para peligros existentes y potenciales. Después, el peligro se anota en la segunda columna de la hoja de trabajo que corresponde a su paso del trabajo. Al identificar peligros, todas las posibilidades lógicas deben considerarse. La pregunta principal que hay que hacer al evaluar cada paso es, “¿Podría este paso provocar un accidente o lesión?” Considere estas condiciones al evaluar cada paso del trabajo:

- Golpeado contra - ¿puede el trabajador golpearse contra algo (bordes filosos, objetos salientes, maquinaria, etc.)
- Golpeado por - ¿algo puede moverse y golpear al trabajador repentina o fuertemente?
- Contacto con - ¿puede el trabajador llegar en contacto con equipo bajo tensión eléctrica o contenedores de químicos?
- Ser tocado por - ¿puede algún agente tales como soluciones calientes, fuego, arcos eléctricos, vapor, etc. llegar a venir en contacto con el trabajador?
- Atrapado en - ¿puede alguna parte del cuerpo atraparse en un recinto o abertura de algún tipo?

- Engancharse en - ¿puede engancharse el trabajador en algún objeto que después podría jalarlo adentro de maquinaria en movimiento?
- Atrapado entre - ¿puede alguna parte del cuerpo atraparse entre algo en movimiento y algo estacionario o entre dos objetos en movimiento?
- Caída del mismo nivel
 - ¿puede el trabajador resbalarse o tropezarse en algo que resultaría en una caída?
- Caída de otro nivel - ¿puede el trabajador caerse de un nivel a otro debido a un resbalo o tropiezo?
- Esfuerzo Excesivo - ¿puede el trabajador lastimarse al levantar, jalar, empujar, doblarse o cualquier otro movimiento resultando en una distensión.
- Exposición - ¿puede el trabajador exponerse al ruido excesivo, temperaturas extremas, mala circulación de aire, gases tóxicos, y/o químicos o gases?

3.6.1.4. Control de peligro

En este paso se identifican las medidas de control para cada peligro y se anotan en la próxima columna. La medida de control recomienda un procedimiento laboral para eliminar o reducir accidentes o peligros potenciales. Considere estos cinco puntos para cada peligro identificado:

- Cambie el procedimiento del trabajo – Lo que se necesita considerar es como cambiar el equipo y el área de trabajo o proporcionar herramientas o equipo adicional para hacer el trabajo más seguro. Tal vez puedan utilizarse recursos de ingeniería o herramientas que disminuyen el trabajo para hacer seguro el trabajo o el área de trabajo. La meta debe determinarse y se debe analizar las varias maneras de lograr la meta de la manera más segura.
- Cambie las condiciones físicas – las condiciones físicas pueden incluir a herramientas, materiales y equipo que tal vez no sean apropiados al trabajo. Controles tales como los administrativos o los de ingeniería pueden corregir el problema. Por ejemplo, el adquirir producto en paquetes

más pequeños si es que se requiere mucha fuerza para levantar o el volver a diseñar el área de trabajo para mejorar la seguridad.

- Cambie los procedimientos laborales – Un ejemplo de cambios de procedimientos laborales, para evitar quemaduras de un motor caliente, haga mantenimiento al equipo antes de comenzar el turno en vez de al fin del turno. Algunos cambios en los procedimientos tal vez causen otros peligros. Por eso, se debe tomar mucha precaución al cambiar procedimientos.
- Reducir la frecuencia – La frecuencia se refiere al periodo de tiempo expuesto al peligro.
- Cambios en los controles administrativos pueden reducir la frecuencia de exposición en situaciones peligrosas. Por ejemplo, tal vez se le exija al trabajador trabajar solamente dos horas en vez de cuatro en el ambiente de mucho ruido.
- Usar equipo de protección personal – el equipo de protección personal se debe usar temporalmente y como último recurso para proteger a los empleados de peligros.

3.6.5.5. Revisión del Análisis de Seguridad en el Trabajo

El AST es eficaz solamente si se reexamina periódicamente o después de que ocurra un accidente. Al reexaminar el AST se pueden encontrar peligros que se pasaron durante análisis previo. El AST debe reexaminarse inmediatamente después de un accidente para determinar si se necesitan nuevos procedimientos laborales o medidas protectivas.

El proceso del Análisis de Seguridad del Trabajo lleva tiempo para desarrollar e implementar. Para algunos trabajos, el proceso AST tal vez requiera más de un día. Debe planearse anticipadamente y debe hacerse durante un periodo normal de trabajo.

Hay muchas ventajas de usar un AST. Una de las ventajas más importantes es el capacitar a los empleados nuevos en las recomendaciones para procedimientos seguros del trabajo y cómo aplicar esos procedimientos a sus trabajos.

Un AST es un enfoque de prevención de accidentes para crear un entorno seguro de trabajo que puede implementarse para cada tarea en el sitio de trabajo. Métodos mejorados de trabajar pueden reducir costos, resultado del ausentismo de empleados y compensación al trabajador debido a lesiones relacionadas al trabajo, y muchas veces puede llevar a aumentos de productividad.

Para el análisis de seguridad en el corte térmico de metales se harán referencia a normas como la Norma Nacional Americana ANSI Z49.1 Seguridad al soldar y cortar, y a las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

Tabla 3.4 Análisis seguro del trabajo para oxicorte

	DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DE LA TAREA A REALIZAR	RIESGOS ASOCIADOS A CADA PASO	MEDIDAS DE CONTROL ASOCIADAS A CADA RIESGO
1	Al iniciar al trabajo: Abrir la válvula de oxígeno de la botella y regular la presión de salida; y hacer lo mismo con el acetileno	-Incendio -Quemaduras -Fugas de gas	Inspeccionar el área de trabajo y zonas adyacentes, verificar que estén libres de combustibles. Purgar mangueras. Utilizar equipo de protección personal. Comprobar que las válvulas estén cerradas y revisar presiones de trabajo. Verificar mangueras y válvulas.
2	Encendido del soplete con el chispero	-Incendio -Quemaduras	Verificar conexiones de mangueras, válvulas y soplete. Uso exclusivo de chispero para encender el soplete.
3	Precalentamiento	-Incendio -Quemaduras	Mantener la distancia adecuada al borde la pieza de trabajo
4	Realización del Corte, accionar chorro de oxígeno	-Incendio -Quemaduras	Abrir la válvula de oxígeno de corte lentamente.
5	Apagado del soplete	-Incendio -Quemaduras	Cerrar la válvula de oxígeno de corte Cerrar primero la válvula de acetileno y luego la de oxígeno de llama.
6	Al terminar el trabajo : Cerrar las válvulas de los cilindros	-Fugas de gas -Incendio	Cerrar válvulas de los cilindros. Almacenamiento correcto de equipo. Purgar mangueras

Tabla 3.5 Análisis seguro del trabajo para corte por plasma

DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DE LA TAREA A REALIZAR	RIESGOS ASOCIADOS A CADA PASO	MEDIDAS DE CONTROL ASOCIADAS A CADA RIESGO
1 Al iniciar al trabajo: Conectar el equipo plasma. Encender el compresor	-Incendio -Fugas de gas -Incendio , shock eléctrico -Quemaduras	Mantener área de trabajo limpia y libre de combustible Verificar estado de conexiones e instalaciones a tierra, mantener circuitos secos Utilizar equipo de protección adecuado
2 Encendido arco piloto	-Ruido - Shock eléctrico -Radiación	Utilizar equipo de protección auditiva Mantener cerradas las puertas de acceso al equipo. Usar protección ocular recomendada #9 a 14
3 Corte	-Ruido -Quemaduras, shock eléctrico	Utilizar equipo de protección auditiva Usar equipo de protección aislante Mantener una distancia adecuada entre soplete y el cuerpo.
4 Apagado	-Shock eléctrico	Desconectar equipo y compresor luego de concluido el trabajo

Tabla 3.6 Análisis seguro del trabajo para corte por arcair

DESCRIPCIÓN DE LOS PASOS DE LA TAREA A REALIZAR	RIESGOS ASOCIADOS A CADA PASO	MEDIDAS DE CONTROL ASOCIADAS A CADA RIESGO
1 Al iniciar al trabajo: Conectar equipo Conectar suministro de aire	-Incendio -Shock eléctrico	Mantener área de trabajo limpia y libre de combustible Comprobar estado de equipo, conexiones, porta electrodo, masa a tierra
2 Corte	-Ruido -Gases Tóxicos -Shock eléctrico -Radiación	Utilizar equipo de protección auditiva Utilizar mascarilla Utilizar equipo de protección aislante Usar protección ocular recomendada #12
3 Apagado	Shock eléctrico	Desconectar equipo y compresor luego de concluidos el trabajo

3.7 PARÁMETROS DE LOS COSTOS EN CORTE TÉRMICO DE METALES

Para estimar los costos involucrados en los diferentes procesos de corte, es necesario evaluar las variables esenciales que los determinan, estas incluyen:

1. Equipo de operación disponible

2. Procesos de Corte disponibles
3. Tiempo ocupado para las actividades de corte.
4. Velocidades de corte, ancho de corte
5. Disponibilidad máxima de los equipos
6. Personal operativo disponible
7. Programación de tareas de corte.
8. Material disponible (Grado, Composición química, longitud, ancho espesor, número de placas)
9. Capacidad de manejo de material (Grúas, tecles, número de mesas de corte)
10. Partes a ser cortadas (Cantidad, longitud y ancho de separación, área por parte, número de corte interiores por parte, metros lineales totales de corte por parte)
11. Tipo de combustible para OFC.
12. Fuente disponible para PAC, CAC-C.
13. Fuente de suministro de aire para CAC-A.
14. Costo por metro de corte, o por parte, para: combustible, oxígeno, nitrógeno, argón e hidrógeno, electricidad, puntas de corte OFC consumibles, consumibles de PAC, consumibles de CAC-A, mano de obra directa de operador y ayudante, mantenimiento del equipo, gastos misceláneos, material, entre otros.
15. Uso de soplete o torcha de corte en el ciclo de trabajo.
16. Utilización del material
17. Eficiencia de manejo de material
18. Capacidad de corte óptimo.

Las variables asociadas a la estimación de costos producirán un infinito número de posibles combinaciones. El efecto neto de las variables puede ser dividido dentro de tres categorías:

1. Consumibles requeridos para una cantidad de partes cortadas
2. Programación del tiempo requerido para realizar los cortes.
3. Costo de operación por hora.

Para nuestra aplicación en particular se requieren conocer los siguientes parámetros de costos: costos de equipos, costos de consumibles, costos de mano de obra y depreciación de maquinaria.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es la evaluación de los resultados obtenidos después de efectuados los cortes térmicos, los análisis respectivos en laboratorio tanto en mediciones de durezas y metalografías en los siguientes aspectos:

- Calidad de corte
- Velocidades de corte
- Cambios de dureza superficial
- Medición de la zona afectada térmicamente
- Efectos en la estructura de los materiales
- Costos relacionados a cada proceso

Los resultados demostrarán la influencia de cada proceso de corte sobre los diferentes materiales e indicarán los efectos en las zonas afectadas térmicamente, en base a esto se determinará cuál es el proceso económicamente más óptimo.

4.2 CALIDAD DE CORTE

La calidad de corte se evalúa luego de realizar los cortes térmicos mediante la inspección visual de las probetas ensayadas, tomando en cuenta su apariencia superficial, la presencia de defectos, escoria adherida, rapidez, etc.

Por medio de una matriz de selección evaluamos todos los aspectos involucrados con el objeto de tener el mejor corte en cada caso y con los parámetros adecuados. Las matrices están evaluadas por tipo de material, espesor y entre procesos de corte.

Los criterios de apreciación de calidad son:

- Buena apariencia- superficie poco marcada de ser posible plana.
- Los bordes sean los rectos o cuadrados

- La presencia o no de escorias
- Defectos superficiales como bolsas, grietas, porosidades, etc
- La velocidad de corte, que sea la mejor, la más eficiente y con mejor calidad.

Tabla 4.1 Matriz de selección de cortes de calidad; Acero de Bajo Carbono

Probeta	Características					Selección
	Apariencia Superficial	Bordes	Escoria	Defectos	Velocidad	
O1Q1-4	x	X	X	x	√	
O1Q2-4	√	X	X	x	x	
O1Q3-4	√	√	X	x	√	√
O1Q1-6	√	√	X	√	√	√
O1Q2-6	x	X	X	x	√	
O1Q3-6	x	X	X	√	x	
O1Q1-10	√	X	X	x	x	
O1Q2-10	√	X	X	√	x	
O1Q3-10	√	√	X	√	√	√
P1Q1-4	√	X	X	√	x	
P1Q2-4	√	X	X	√	√	√
P1Q3-4	x	X	X	√	x	
P1Q1-6	x	√	X	√	√	√
P1Q2-6	x	√	X	√	x	
P1Q3-6	x	√	X	√	x	
P1Q1-10	x	√	X	√	√	√
P1Q2-10	√	√	X	√	x	
P1Q3-10	x	√	X	√	x	
C1Q1-4	x	X	X	√	x	
C1Q2-4	x	X	X	√	√	√
C1Q3-4	x	X	X	√	x	
C1Q1-6	x	X	X	√	x	
C1Q2-6	x	X	X	√	√	√
C1Q3-6	x	X	X	√	x	
C1Q1-10	x	X	X	√	x	
C1Q2-10	x	X	X	√	x	
C1Q3-10	x	X	X	√	√	√

Valoración: **x:** No Aceptable
 √: Aceptable, la mejor entre los más aptos(en velocidad de corte)

Tabla 4.2 Matriz de selección de cortes de calidad; Acero Inoxidable

Probeta	Características					
	Apariencia Superficial	Bordes	Escoria	Defectos	Velocidad	Selección
P2Q1-4	x	√	x	√	√	√
P2Q2-4	x	√	x	√	x	
P2Q3-4	x	√	x	√	x	
P2Q1-6	x	√	x	√	x	
P2Q2-6	x	√	√	√	x	√
P2Q3-6	x	√	x	√	x	
P2Q1-10	√	√	x	x	x	
P2Q2-10	√	√	x	√	√	√
P2Q3-10	√	√	x	√	x	
C2Q1-4	x	x	x	√	x	
C2Q2-4	x	x	x	√	√	√
C2Q3-4	x	x	x	√	x	
C2Q1-6	x	x	x	√	√	√
C2Q2-6	x	x	x	√	x	
C2Q3-6	x	x	x	√	x	
C2Q1-10	x	x	x	√	√	√
C2Q2-10	x	x	x	√	x	
C2Q3-10	x	x	x	√	x	

Valoración: **x:** No Aceptable
 √: Aceptable, la mejor entre los más aptos(en velocidad de corte)

Tabla 4.3 Matriz de selección de cortes de calidad; Hierro fundido

Probeta	Características					
	Apariencia Superficial	Bordes	Escoria	Defectos	Velocidad	Selección
P3Q1-4	x	√	x	√	√	√
P3Q2-4	x	√	x	x	x	
P3Q3-4	x	√	x	√	x	
P3Q1-6	x	x	x	√	√	√
P3Q2-6	x	x	x	√	x	
P3Q3-6	x	x	x	√	x	
P3Q1-10	x	√	x	√	√	√
P3Q2-10	x	√	x	√	x	
P3Q3-10	x	√	x	√	x	
C3Q1-4	x	x	x	√	√	√
C3Q2-4	x	x	x	√	x	
C3Q3-4	x	x	x	√	x	
C3Q1-6	x	x	x	√	x	
C3Q2-6	x	x	x	√	x	
C3Q3-6	x	x	x	√	√	√
C3Q1-10	x	x	x	√	√	√
C3Q2-10	x	x	x	√	x	
C3Q3-10	x	x	x	√	x	

Valoración: **x:** No Aceptable
 √: Aceptable, la mejor entre los más aptos(en velocidad de corte)

Tabla 4.4 Matriz de selección de cortes de calidad; Acero Medio Carbono

Probeta	Características					
	Apariencia Superficial	Bordes	Escoria	Defectos	Velocidad	Selección
O4Q1-10	x	✓	✓	✓	✓	✓
O4Q2-10	X	x	✓	✓	x	
O4Q3-10	X	x	✓	✓	x	
O4Q1-15	✓	✓	x	✓	✓	✓
O4Q2-15	X	x	x	x	x	
O4Q3-15	✓	✓	x	✓	x	
P4Q1-10	X	✓	x	✓	x	
P4Q2-10	✓	✓	x	✓	✓	✓
P4Q3-10	X	✓	x	✓	x	
P4Q1-15	X	✓	x	✓	x	
P4Q2-15	✓	✓	x	✓	✓	✓
P4Q3-15	✓	✓	x	✓	x	
C4Q1-10	X	x	x	✓	x	
C4Q2-10	X	x	x	✓	x	
C4Q3-10	X	x	x	✓	✓	✓
C4Q1-15	X	X	x	✓	x	
C4Q2-15	X	X	x	✓	✓	✓
C4Q3-15	X	X	x	✓	x	

Valoración: **x:** No Aceptable
 ✓: Aceptable, la mejor entre los más aptos(en velocidad de corte)

Finalmente después de aplicar criterios adecuados de selección obtenemos los mejores y más eficientes resultados de cada material, de cada espesor y para cada proceso practicado, para más adelante realizar un análisis comparativo.

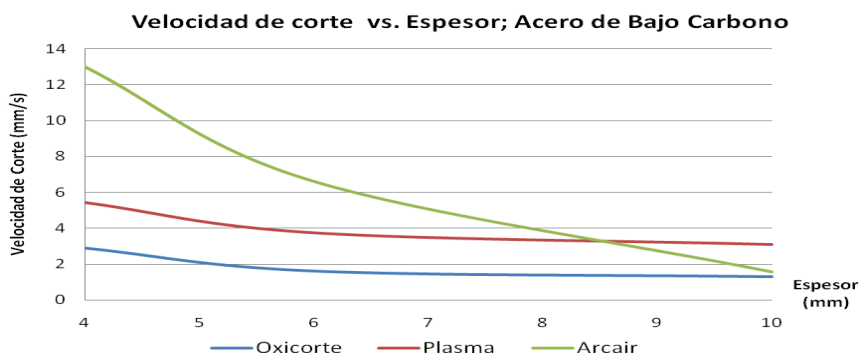
4.2 VELOCIDAD DE CORTE

La velocidad de corte es la relación entre la longitud de material a cortarse en milímetros sobre el tiempo en segundos. En la realización de las pruebas de corte manual se procuró variar la velocidad de corte para obtener diversos tipos de calidades. Es un parámetro de importancia para la medición de la eficiencia de un corte en términos de tiempo y costos, además de aportar en la menor transformación microestructural por medio de los aportes de calor en el corte.

Para fines de comparación entre procesos se seleccionan los mejores cortes en base a cada calidad, por cada espesor se tienen tres tipos de calidades, Q1, Q2 y Q3. Luego tenemos la mejor calidad, seleccionada anteriormente, por cada espesor de material y las comparamos entre procesos mediante un gráfico de velocidades de corte vs. "procesos de corte".

Tabla 4.5 Velocidad Corte OFC vs. PAC vs. CAC-A; Acero Bajo Carbono

Proceso	Probeta	Velocidades de corte	Espesor	Inspección Visual
OXICORTE	O1Q1-4	2.82	4	X
	O1Q2-4	2.24	4	X
	O1Q3-4	2.91	4	✓
	O1Q1-6	1.62	6	✓
	O1Q2-6	2.44	6	X
	O1Q3-6	1.32	6	X
	O1Q1-10	1.65	10	X
	O1Q2-10	2.25	10	X
	O1Q3-10	1.3	10	✓
PLASMA	P1Q1-4	3.26	4	X
	P1Q2-4	5.42	4	✓
	P1Q3-4	2.69	4	X
	P1Q1-6	3.75	6	✓
	P1Q2-6	2.54	6	X
	P1Q3-6	2.12	6	X
	P1Q1-10	3.1	10	✓
	P1Q2-10	2.62	10	X
	P1Q3-10	2.19	10	X
ARCO DE CARBONO Y AIRE	C1Q1-4	4.13	4	X
	C1Q2-4	13	4	✓
	C1Q3-4	10	4	X
	C1Q1-6	4.28	6	X
	C1Q2-6	6.6	6	✓
	C1Q3-6	3.88	6	X
	C1Q1-10	1.31	10	X
	C1Q2-10	1.12	10	X
	C1Q3-10	1.55	10	✓


Figura 4.1 Gráfico comparativo Velocidad de corte vs. PAC vs. OFC vs. CAC para acero de bajo carbono.

En la gráfica se aprecia una tendencia a la disminución de la velocidad de corte a medida que el espesor de la probeta aumenta. El proceso de corte arcair es el más rápido para espesores delgados (4 y 6 mm.), mientras que para 10 mm de espesor el más rápido es el proceso plasma. El proceso de oxicorte es el más lento.

Tabla 4.6 Velocidad Corte PAC vs. CAC-A; Acero Inoxidable

Proceso	Probeta	Velocidades de corte	Espesor	Inspección Visual
PLASMA	P2Q1-4	6	4	✓
	P2Q2-4	4.25	4	✗
	P2Q3-4	3.83	4	✗
	P2Q1-6	6.9	6	✗
	P2Q2-6	4	6	✓
	P2Q3-6	3.83	6	✗
	P2Q1-10	4.71	10	✗
	P2Q2-10	3.15	10	✓
	P2Q3-10	2.96	10	✗
ARCO DE CARBONO Y AIRE	C2Q1-4	7.5	4	✗
	C2Q2-4	7.55	4	✓
	C2Q3-4	5.3	4	✗
	C2Q1-6	4.25	6	✓
	C2Q2-6	2.2	6	✗
	C2Q3-6	1.55	6	✗
	C2Q1-10	1.74	10	✓
	C2Q2-10	1.07	10	✗
	C2Q3-10	0.97	10	✗

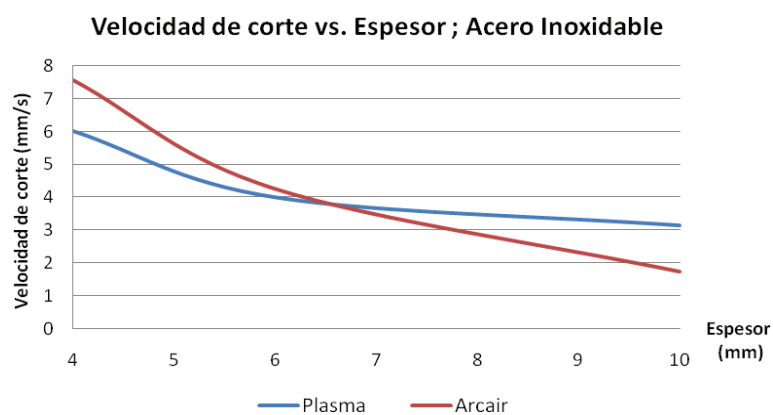


Figura 4.2 Gráfico comparativo Velocidad de corte vs. PAC vs. CAC para acero inoxidable.

La gráfica de velocidad de corte para acero inoxidable experimenta disminución de la velocidad de corte a medida que mayor el espesor del metal aumenta. Para los espesores delgados (4 y 6 mm.), el proceso más rápido es el corte por arcair, y para 10 mm. el proceso más rápido es el proceso plasma

Tabla 4.7 Velocidad Corte PAC vs. CAC-A; Hierro fundido

Proceso	Probeta	Velocidades de corte	Espesor	Inspección Visual
PLASMA	P3Q1-4	6.18	4	✓
	P3Q2-4	3.55	4	✗
	P3Q3-4	2.59	4	✗
	P3Q1-6	4.73	6	✓
	P3Q2-6	4.71	6	✗
	P3Q3-6	2.2	6	✗
	P3Q1-10	3.94	10	✓
	P3Q2-10	2.62	10	✗
	P3Q3-10	2.25	10	✗
ARCO DE CARBONO Y AIRE	C3Q1-4	6.18	4	✓
	C3Q2-4	4.92	4	✗
	C3Q3-4	3.89	4	✗
	C3Q1-6	3.08	6	✗
	C3Q2-6	2.27	6	✗
	C3Q3-6	4	6	✓
	C3Q1-10	2.1	10	✓
	C3Q2-10	0.93	10	✗
	C3Q3-10	1.66	10	✗

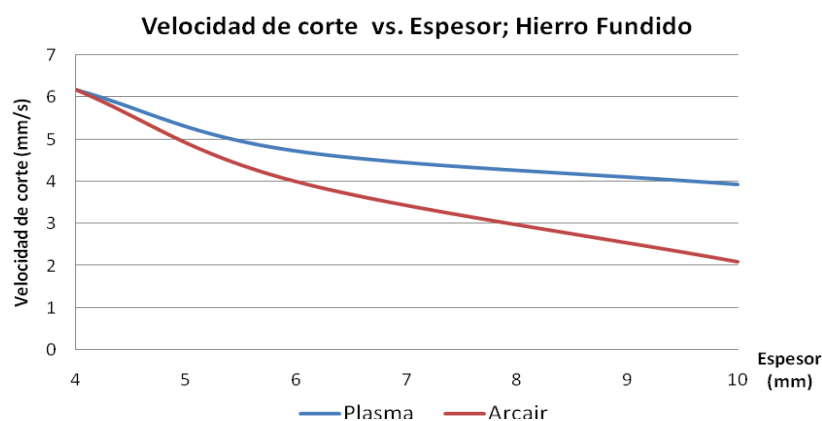


Figura 4.3 Gráfico comparativo Velocidad de corte vs. PAC vs. CAC para hierro fundido.

La gráfica de velocidad de corte para hierro fundido experimenta disminución de la velocidad de corte a medida que el espesor del metal aumenta. Entre los procesos el más rápido es el corte por plasma que por arcair.

Tabla 4.8 Velocidad Corte OFC vs. PAC vs. CAC-A; Acero Medio Carbono

Proceso	Probeta	Velocidades de corte	Espesor	Inspección Visual
OXICORTE	O4Q1-10	2.77	10	✓
	O4Q2-10	2	10	✗
	O4Q3-10	1.67	10	✗
	O4Q1-15	1.78	15	✓
	O4Q2-15	1.48	15	✗
	O4Q3-15	1	15	✗
PLASMA	P4Q1-10	4.16	10	✗
	P4Q2-10	3.57	10	✓
	P4Q3-10	2.78	10	✗
	P4Q1-15	4.8	15	✗
	P4Q2-15	3.06	15	✓
	P4Q3-15	2.69	15	✗
ARCO DE CARBONO Y AIRE	C4Q1-10	1.92	10	✗
	C4Q2-10	1.78	10	✗
	C4Q3-10	2.5	10	✓
	C4Q1-15	1	15	✗
	C4Q2-15	1.11	15	✓
	C4Q3-15	1.02	15	✗

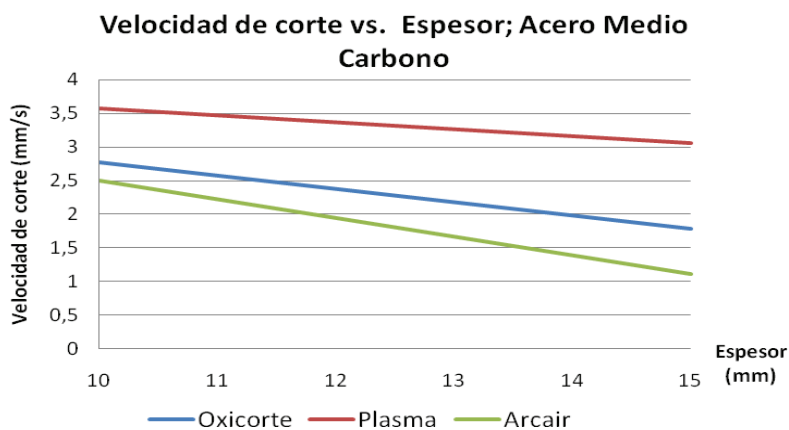


Figura 4.4 Gráfico comparativo Velocidad de corte vs OFC vs. PAC vs. CAC , para acero inoxidable.

La gráfica de velocidad de corte para acero de medio carbono experimenta disminución de la velocidad de corte a medida que el espesor del metal aumenta. Para el corte de espesores de 10 y 15 mm. el más rápido es el proceso de corte por plasma seguido por el oxicorte y arcair, respectivamente.

4.4 DUREZA SUPERFICIAL

Un parámetro de importancia en el estudio de la zona afectada por el calor (Z.A.C.) es la medición de la dureza, debido a que esta establece un patrón de cómo se afectan a los metales que estuvieron sometidos al proceso de corte, con lo que podremos saber si el material ha endurecido o por el contrario se ha ablandado.

En el laboratorio se dispone de un durómetro en escala Rockwell. Se utiliza la escala de medición Rockwell B debido al tipo de materiales que se van a ensayar (ver Tabla 3.3), se realiza la medición de dureza en el metal y también en la zona afectada por el calor, lo más cercano al borde en el cual se realizó el corte y en las mejores condiciones posibles. Luego del ensayo se realiza la comparación respectiva de dichos valores.

Las mediciones ejecutadas mostraron los siguientes resultados:

Tabla 4.9 Dureza Rockwell B, para Acero de Bajo Carbono AISI 1010; Precarga = 10 Kg; Carga =100 Kg

No	Probeta	Espesor(mm)	Proceso	Z.A.C. HRB	Material HRB
3	O1Q3-4	4	Oxicorte	64	66,3
5	P1Q2-4		Plasma	67	
8	C1Q2-4		Arcair	62	
10	O1Q1-6	6	Oxicorte	70	65,3
13	P1Q1-6		Plasma	71	
17	C1Q2-6		Arcair	66	
21	O1Q3-10	10	Oxicorte	63	66,7
22	P1Q1-10		Plasma	67	
27	C1Q3-10		Arcair	65	

La dureza del acero de bajo carbono mide alrededor de 66.1 HRB, mientras en la zona afectada térmicamente se producen ligeras variaciones, en oxicorte el material tiende a ablandar con 63-64 HRB, en el proceso de corte por plasma

endurece a 67-71 H_{RB}, y en el proceso de corte arcair se ablanda a un valor entre 62-66 H_{RB}.

Tabla 4.10 Dureza Rockwell B, para Acero Inoxidable Austenítico AISI 304; Precarga= 10 Kg; Carga=100 Kg

No	Probeta	Espesor(mm)	Proceso	Z.A.C. H _{RB}	Material H _{RB}
28	P2Q1-4	4	Plasma	85	86,5
32	C2Q2-4		Arcair	86	
35	P2Q2-6	6	Plasma	88	90,5
37	C2Q1-6		Arcair	86	
41	P2Q2-10	10	Plasma	90	86,5
43	C2Q1-10		Arcair	88	

La dureza del acero inoxidable tiene un valor de 87.8 H_{RB}, mientras en la zona afectada térmicamente se producen ligeras variaciones, en el proceso de corte por plasma endurece a 85-90 H_{RB}, y en el proceso de corte arcair se mantiene entre valores de 86-88 H_{RB}.

Tabla 4.11 Dureza Rockwell B, para Fundición Nodular; Precarga = 10 Kg; Carga =100 Kg

No	Probeta	Espesor(mm)	Proceso	Z.A.C. H _{RB}	Material H _{RB}
46	P3Q1-4	4	Plasma	87	88
49	C3Q1-4		Arcair	89	
52	P3Q1-6	6	Plasma	79	90
57	C3Q3-6		Arcair	91	
58	P3Q1-10	10	Plasma	79	80
61	C3Q1-10		Arcair	78	

La dureza de la fundición nodular mide alrededor de 86 H_{RB}, mientras en la zona afectada térmicamente se producen ligeras variaciones, en el proceso de corte por plasma se ablanda a 79-87 H_{RB}, y en el proceso de corte arcair se tienen valores entre 78-91 H_{RB}.

Tabla 4.12 Dureza Rockwell B, para Acero de Medio Carbono AISI 1045; Precarga = 10 Kg; Carga =100 Kg

No	Probeta	Espesor(mm)	Proceso	Z.A.C. H _{RB}	Material H _{RB}
64	O4Q1-10	10	Oxicorte	90	87,3
68	P4Q2-10		Plasma	89	
72	C4Q3-10		Arcair	90	
73	O4Q1-15	15	Oxicorte	89	88,3
77	P4Q2-15		Plasma	89	
80	C4Q2-15		Arcair	89	

La dureza de acero de medio carbono mide alrededor de 87.8 H_{RB}, mientras en la zona afectada térmicamente se producen ligeras variaciones en la medición, se

produce endureciendo el material en todos los casos en el proceso oxicorte se miden 89-90 HRB, en el proceso plasma 89 HRB y en el proceso de corte arcair 89-90 HRB.

4.5 ANÁLISIS DE LA ZONA AFECTADA POR EL CALOR

El comportamiento de los metales en el corte térmico es uno de los temas más variados de la metalurgia. El aporte térmico produce cambios importantes que deben ser tomados en cuenta para cada aleación.

En los procesos de corte el metal puede ser afectado beneficiosa o perjudicialmente por la operación de corte, durante este procedimiento esta zona se calienta y se enfría; experimentando un tratamiento térmico, produciendo así cambios a nivel microestructural, en algunos casos el metal puede templarse o fragilizarse, agrietarse en el enfriamiento, mientras que en otros puede recocer y ablandar. Tales efectos son deseables o no según las aplicaciones del objeto metálico cortado, que puede resultar deteriorado por el corte o mejorado en sus propiedades mecánicas, o bien quedar inalterado.

A continuación, previo al análisis macroscópico y microscópico, se revisan los aspectos y parámetros que influyen en los metales cortados térmicamente.

4.5.1 TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS ACEROS

En los aceros se pueden presentar los siguientes tratamientos térmicos:

- Temple: Su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior A_c (entre 900-950°C) y se enfría luego más o menos rápidamente (según características de la pieza) en un medio como agua, aceite, etcétera.
- Revenido: Sólo se aplica a aceros previamente templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentar la tenacidad. El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o

resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.

- **Recocido:** Consiste básicamente en un calentamiento hasta temperatura de austenitización (800-925°C) seguido de un enfriamiento lento. Con este tratamiento se logra aumentar la elasticidad, mientras que disminuye la dureza. También facilita el mecanizado de las piezas al homogeneizar la estructura, afinar el grano y ablandar el material, eliminando la acritud (aumento de la dureza, fragilidad y resistencia del metal como consecuencia de su forjado en frío) y las tensiones internas.
- **Normalizado:** Tiene por objeto dejar un material en estado normal, es decir, ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono. Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido.

Para saber a qué tratamiento pueden estar sometidos los materiales ensayados en este proyecto debemos conocer las temperaturas a las cuales fueron sometidos los aceros, teniendo conocimiento de que todos fueron enfriados a temperatura ambiente.

En los diferentes procesos de corte, las temperaturas de trabajo se muestran a continuación:

Tabla 4.13 Temperaturas de Operación de los Procesos de Corte Térmico de Metales

Proceso de Corte Térmico	Temperatura de operación (°C)	Temperatura Metal cortado
Oxicorte ⁶	3100	Temp. Ignición (870 °C)
Plasma ⁷	10000-14000	Temp. Fusión
Arc-air ⁸	5000	Temp. Fusión

En el proceso de corte por oxicom bustible, el metal alcanza la temperatura de ignición para conseguir la reacción de oxidación de los aceros de bajos

⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/Oxicorte>; †Tamborero del Pino, José M^aNTP 495. Normas de Seguridad en oxicorte y soldadura oxiacetilénica Centro Nacional de Condiciones de Trabajo INSHT España [19-4-2008]

⁷ AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996; pp. 482

⁸http://wiki.answers.com/Q/What_is_Carbon_arc_welding; Philip H. Smith, Jr.

contenidos de carbono y hierros a 870 °C. En los procesos de corte con arco plasma y Arcair llevan a todos los metales a sus temperaturas de fusión (en aceros y fundiciones desde 1200 a 1.535 °C según el diagrama Fe-C). Por lo tanto, las temperaturas a las que estarán sujetos los metales en la zona afectada térmicamente serán inferiores a las antes mencionadas.

Además se requiere conocer la composición de los metales ensayados para conocer los efectos de un tratamiento térmico para cada metal, en la siguiente tabla se muestran la composición de los metales utilizados.

Tabla 4.14 Composición de los metales seleccionados⁹

Material	Número AISI/SAE	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Mo	%Ni
Acero Inoxidable Austenítico	304	≤0,07	≤1,00	≤2,00	≤0,045	≤0,015	17-19,5	--	8-10,5
Acero de Bajo Carbono(<0.2%C)	1010	0.08-0.13	--	0.30-0.60	0.040	0.050	--	--	--
Acero de medio carbono(0.2%-0.5%C)	1045	0.42-0.50	--	0.60-0.90	0.040	0.050	--	--	--
Fundición Nodular (SG) spheroidal graphite	--	3.0-4.0	1.8-2.8	0.1-1.0	0.01-0.1	0.01-0.03	--	--	--

Conociendo los parámetros de temperaturas y materiales podemos suponer que la zona de corte ha sufrido un calentamiento hasta temperaturas más altas a las de transformación por el efecto del calor aportado en el corte térmico.

Durante el corte existen zonas cuyas temperaturas llegan desde la temperatura de fusión hasta la temperatura ambiental, por lo tanto existirán zonas más duras o blandas que el material sin corte.

4.5.2 MEDIDA DE LA ZONA AFECTADA TÉRMICAMENTE (Z.A.C.)

Mediante la realización de macrografías se proceden a medir la cantidad o profundidad de la zona afectada térmicamente en los metales, puliendo las superficies cercanas al corte y atacando químicamente con un reactivo adecuado se puede evidenciar objetivamente el área perturbada.

⁹ ASM Metals Handbook Volume 1-Steel and High Performance Alloys; Cast Iron & Carbon and Low Alloy Steels

En el Anexo C se encuentran los datos tomados de la medida en milímetros de la zona afectada por el calor, de las cuales los valores promedio indican las siguientes tendencias para cada proceso.

Tabla 4.15 Zona afectada por el calor en acero de bajo carbono AISI 1010

Espesor(mm)	Proceso	Medida Promedio ZAC (mm)
4	Oxicorte	1,97
	Plasma	1,65
	Arcair	2,08
6	Oxicorte	3,62
	Plasma	1,68
	Arcair	4,62
10	Oxicorte	2,08
	Plasma	1,92
	Arcair	2,71

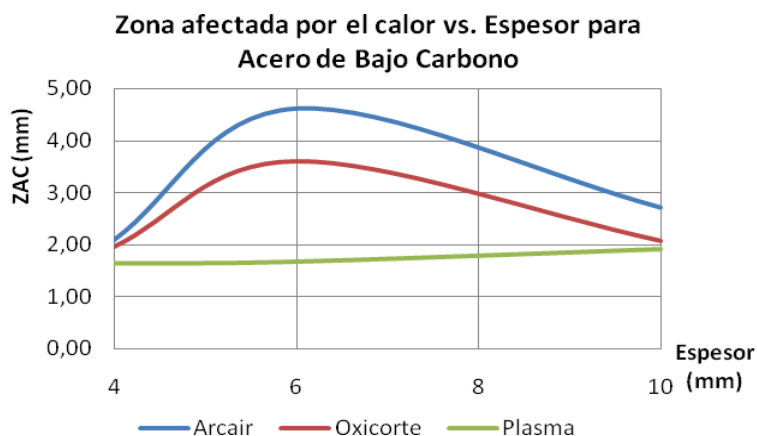


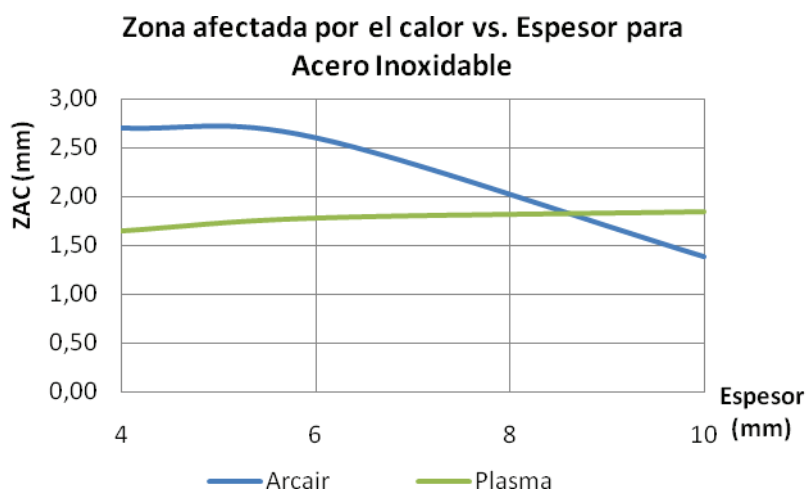
Figura 4.6 Zona afectada por el calor en acero de bajo carbono AISI 1010

Para e= 4, 6 y 10 mm: ZAC Plasma < ZAC Oxicorte < ZAC Arcair

En acero de bajo carbono ZAC Plasma < ZAC Oxicorte < ZAC Arcair, esto se debe al bajo nivel energético de arco plasma en estos espesores o también debido a altas velocidades de corte.

Tabla 4.16 Zona afectada por el calor en acero inoxidable AISI 304

Espesor(mm)	Proceso	Medida Promedio ZAC (mm)
4	Plasma	1,65
	Arcair	2,70
6	Plasma	1,78
	Arcair	2,60
10	Plasma	1,85
	Arcair	1,38

**Figura 4.7** Zona afectada por el calor en acero inoxidable AISI 304

Para $e = 4$ y 6 mm: ZAC Plasma < ZAC Arcair

Para $e = 10$ mm: ZAC Arcair < ZAC Plasma

En acero inoxidable la zona afecta por el calor en Plasma es menor que en Arcair para 4 y 6 milímetros de espesor, y viceversa en 10 milímetros de espesor quizás debido a un consumo energético mayor en plasma en virtud al incremento de espesor o una velocidad de corte inferior. Los valores promedio están indicados en la Tabla 4.16.

Tabla 4.17 Zona afectada por el calor en fundición nodular

Espesor (mm)	Proceso	Medida Promedio ZAC (mm)
4	Plasma	1,30
	Arcair	1,18
6	Plasma	1,43
	Arcair	2,82
10	Plasma	3,67
	Arcair	3,28

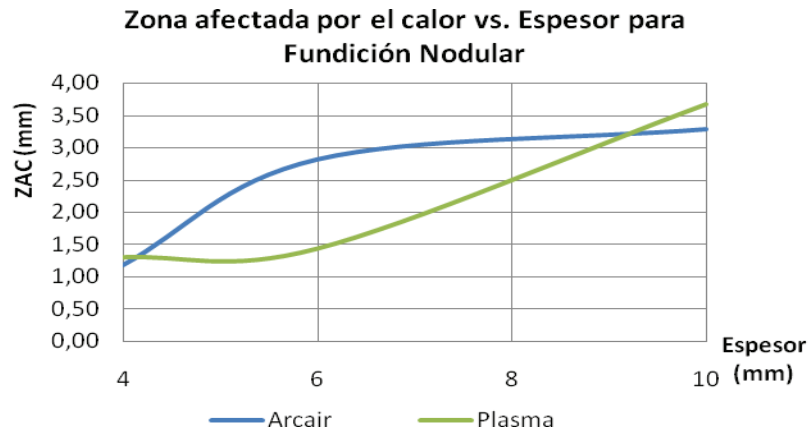


Figura 4.8 Zona afectada por el calor en fundición nodular

Para $e = 4$ mm: ZAC Plasma \approx ZAC Arcair

Para $e = 6$ mm: ZAC Plasma $<$ ZAC Arcair

Para $e = 10$ mm: ZAC Arcair $<$ ZAC Plasma

Para el corte de fundición nodular la zona afecta por el calor en Plasma es ligeramente mayor que Arcair para 4 milímetros de espesor, es menor en 6 milímetros y para 10 milímetros es mayor. Esto debido a un consumo energético mayor para un espesor mayor y una velocidad de corte inferior. Los valores promedio están indicados en la Tabla 4.17.

Tabla 4.18 Zona afectada por el calor en acero de medio carbono AISI 1045

Espesor (mm)	Proceso	Medida Promedio ZAC (mm)
10	Oxicorte	3,20
	Plasma	1,65
	Arcair	2,23
15	Oxicorte	4,23
	Plasma	1,90
	Arcair	2,30

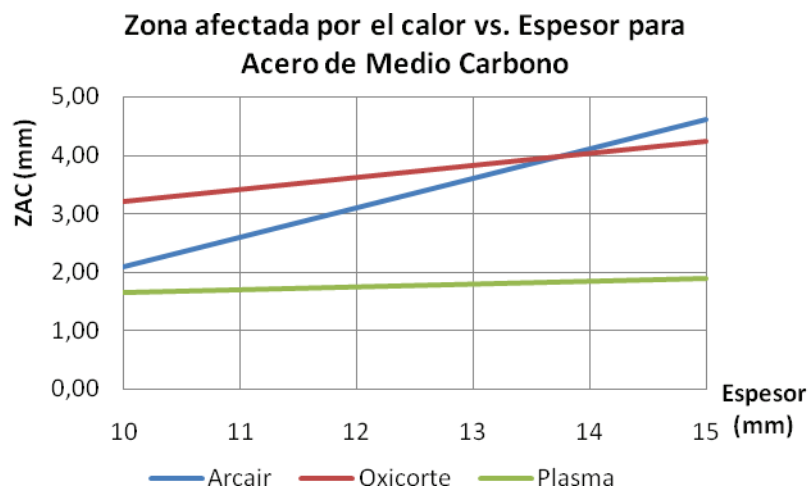


Figura 4.9 Zona afectada por el calor en Acero de Medio Carbono AISI 1045

Para $e = 10$ mm: ZAC Plasma < ZAC Arcair < ZAC Oxicorte

Para $e = 15$ mm: ZAC Plasma < ZAC Oxicorte < ZAC Arcair

Y finalmente en acero de medio carbono el corte por plasma presenta una franja menor a los otros procesos para los espesores de 10 y 15 milímetros.

4.5.3 ANÁLISIS METALOGRÁFICO

Una metalografía consiste en realizar un estudio de la microestructura del material, además que una vez realizada se conocerán ciertas características de la aleación como lo es: tamaño de grano, fronteras de grano, fase o fases características de la aleación, etc.

Para nuestro caso se realizaron los ensayos en las probetas seleccionadas en virtud a su calidad de corte, de cada material y espesor, sometido a los procesos de corte térmico. El objetivo es conocer los cambios sufridos en el material en la zona afectada por el calor.

A continuación se detalla lo ocurrido a nivel microestructural en cada tipo de muestra, para lo cual se ha seleccionado una muestra representativa del mismo que refleje lo acontecido en su estructura.

4.5.3.1 Análisis Metalográfico en Aceros de Bajo Carbono

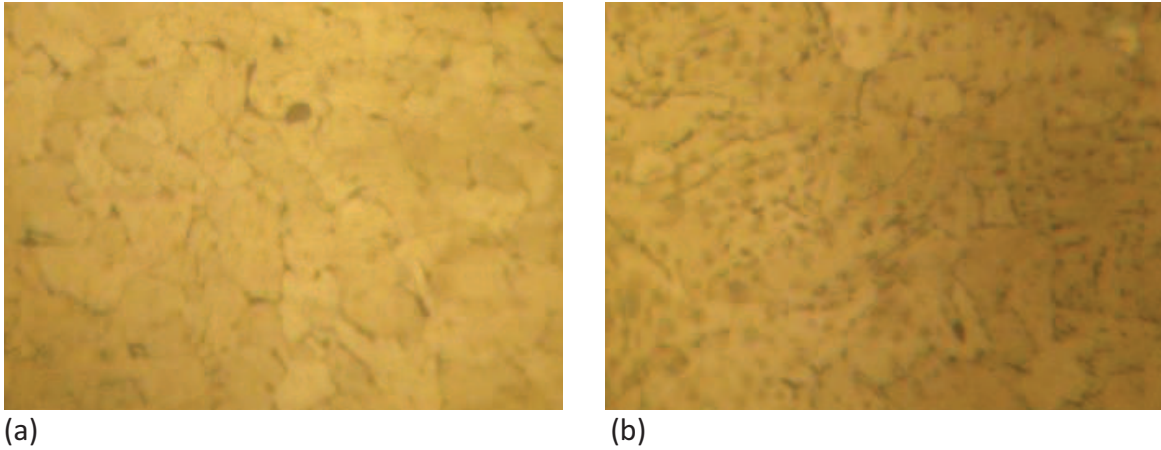


Figura 4.10 Acero 1010. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Oxicorte. Magnificación en el microscopio: 400X

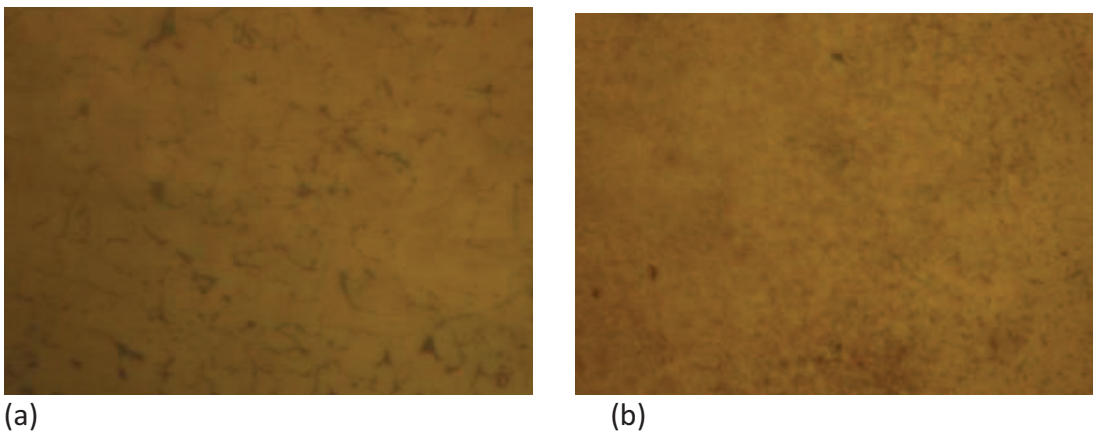


Figura 4.11 Acero 1010. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Plasma. Magnificación en el microscopio: 400X

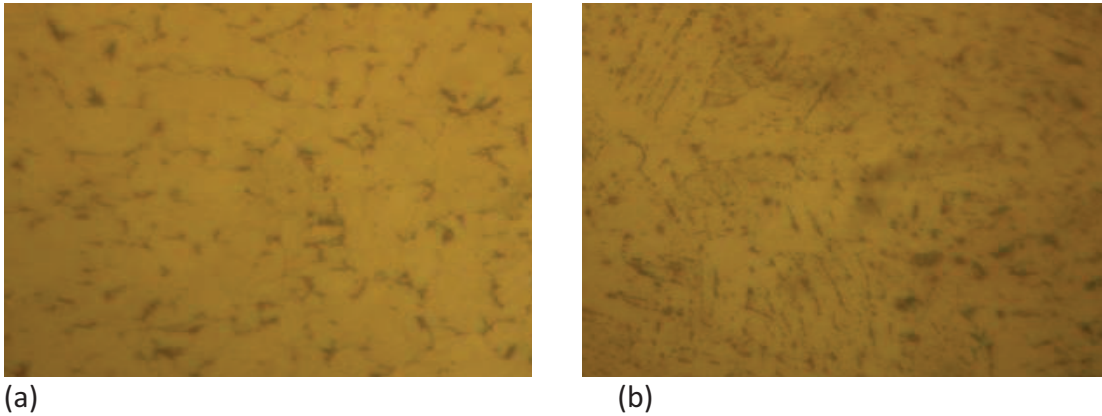


Figura 4.12 Acero 1010. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Arcair. Magnificación en el microscopio: 400X

Según las graficas mostradas de las microestructuras en los aceros de bajo carbono para cada uno de los espesores analizados se aprecia en el metal base una matriz ferrito perlítica, es decir compuesta por perlita laminada (zonas oscuras) y ferrita proeutectoide (zonas claras) así como también su respectivo tamaño de grano. Al variar la temperatura ya sea esta por efecto del corte por plasma, arcair u oxicorte, los cristales ganan o pierden energía y buscan una nueva ordenación tratando siempre de permanecer estables. De esta manera en las gráficas que muestran la zona afectada por el calor se observa una solidificación de tipo celular, al igual que un refinamiento en la estructura granular, además se tiene un matriz de perlita y ferrita proeutectoide.

Este refinamiento del grano ocurre en los materiales cortados por el proceso plasma y trae como consecuencia cambio en las propiedades mecánicas para este tipo de aceros. Así pues, se da un incremento en la resistencia mecánica, mayor dureza y menor riesgo al agrietamiento. La razón de esto es debido a que en un grano grueso se encuentra menos juntas de grano, por lo que una rotura se realizará con mayor facilidad que en un grano fino, ya que en este la rotura encuentra muchos más obstáculos en su propagación. Los materiales en donde se produce un crecimiento de grano fueron cortados por oxicorte y arcair.

Finalmente si se quiere establecer una diferencia entre cada proceso aplicado a estos aceros, se puede tomar en cuenta la medida de la zona afectada por el calor.

ZAC Arcair > ZAC Oxicorte > ZAC Plasma

4.5.3.2 Análisis Metalográfico en Acero Inoxidable

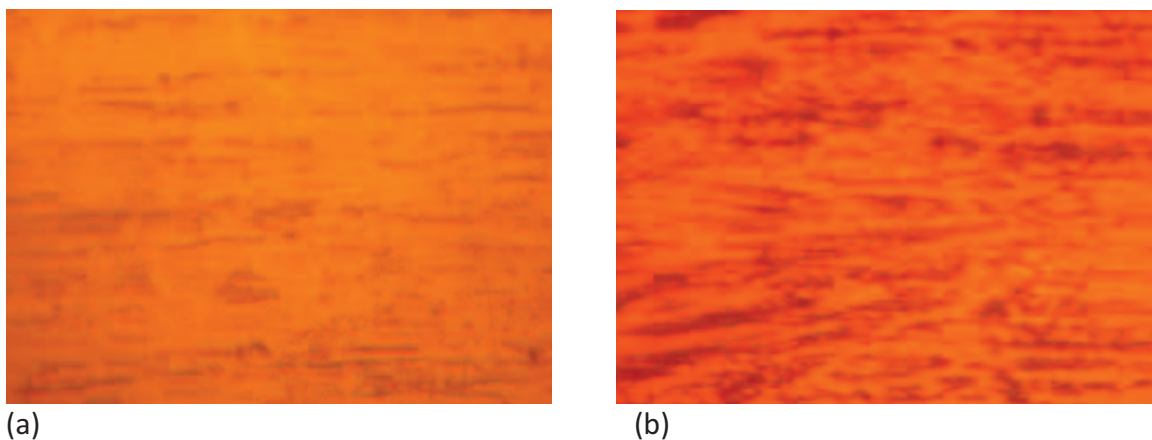


Figura 4.13 Acero AISI304. Atacado con Marble. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Plasma. Magnificación en el microscopio: 400X

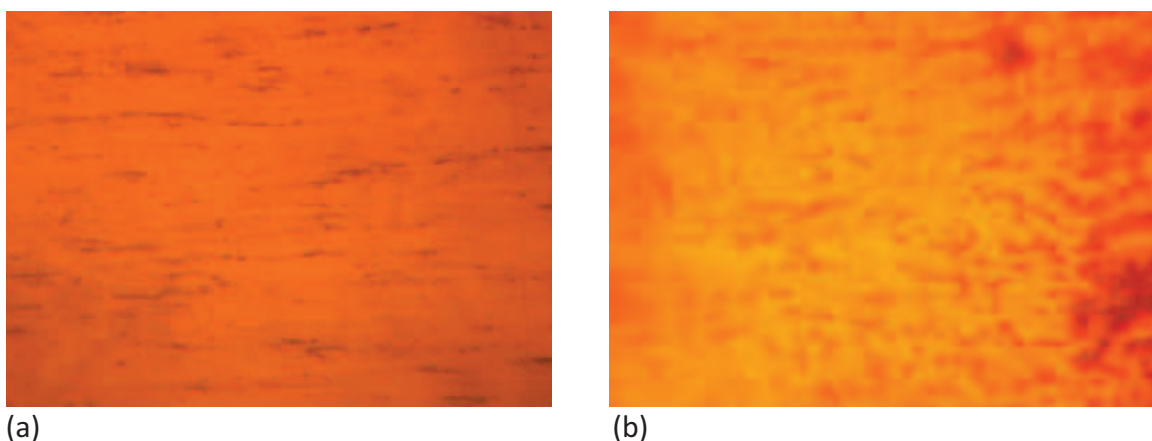


Figura 4.14 Acero AISI304. Atacado con Marble. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Arcair. Magnificación en el microscopio: 400X

De las microestructuras mostradas para estos aceros inoxidables austeníticos con espesores de 10mm. y aplicados los procesos de corte por plasma y arcair, se tiene en el metal base una matriz de austenita que consta de una aleación terciaria de Fe-Cr-Ni, éste último posee una estructura cristalina FCC que permite retener la estructura FCC a temperatura ambiente.

La microestructura en el metal base está caracterizada por granos libres de distorsión a nivel de su red cristalina. En cambio en la zona afectada por el calor encontramos una matriz de austenita, en la cual se ha dado un crecimiento columnar dendrítico. Este crecimiento dendrítico se produce siempre en

direcciones cristalográficas bien definidas durante el enfriamiento desde la zona austenítica hasta la temperatura ambiente donde se obtienen estos granos cristalinos, que son un conglomerado de dendritas que ha crecido con orientaciones diferentes pero siempre procurando mantener un orden. La aparición de dendritas de origen constitucional puede conducir a la formación de estructuras celulares.

Al analizar el cambio en las propiedades mecánicas vemos que se vuelven más susceptibles de corrosión intergranular debido a que los carburos de cromo contenidos precipitan en los bordes de grano.

Para espesores de 4 y 6mm. cortados por oxicorte y por plasma, se puede apreciar un aumento en el tamaño de grano dentro de su estructura con lo cual se tendrá una disminución en su dureza.

4.5.3.3 Análisis Metalográfico en Hierro dúctil o nodular

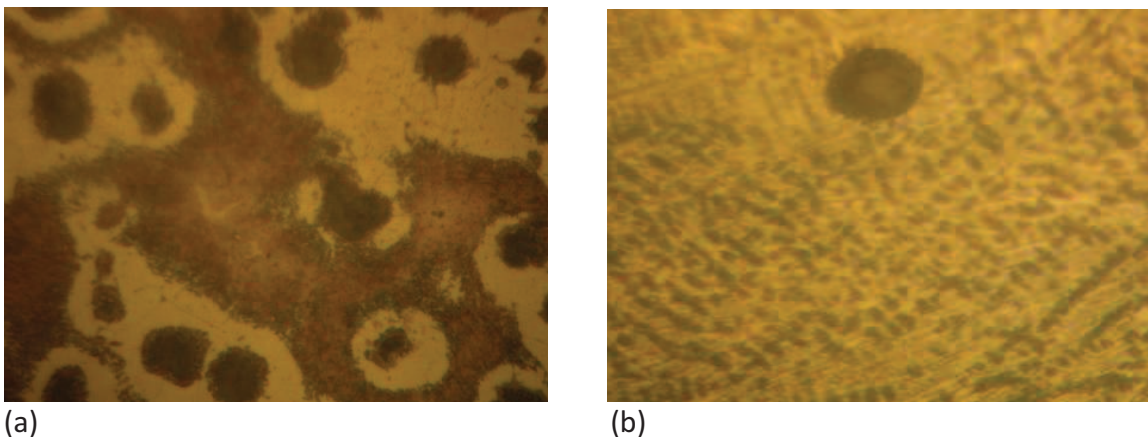


Figura 4.15 Fundición Nodular. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Plasma. Magnificación en el microscopio: 400X

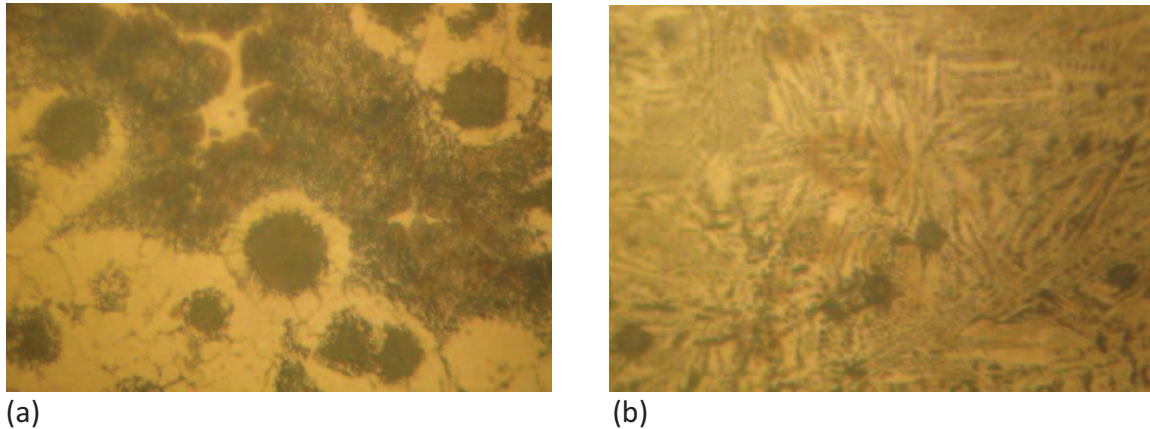


Figura 4.16 Fundición Nodular. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Arcair. Magnificación en el microscopio: 400X

De acuerdo con las gráficas mostradas en fundición nodular para sus distintos espesores y bajo la aplicación de los procesos de corte por plasma y arcair, podemos apreciar en el metal base una zona que se caracteriza por la presencia de nódulos esféricos del grafito en su estructura interna, con cubiertas de ferrita libre alrededor de ellos en una matriz perlítica.

En cuanto a la zona afectada por el calor, se puede notar en la misma la presencia en menor cantidad de nódulos esféricos de grafito (formados al mantener bajas las cantidades de elementos impurificantes) en algunos casos dentro de una matriz martensítica producto de la solidificación llevada a cabo desde la zona austenítica hasta la temperatura ambiente. Como resultado ocurre un cambio en las propiedades mecánicas del material, así pues hay un aumento en la medida de la dureza y una disminución en la resistencia a la tracción.

También podemos apreciar dentro de algunas microestructuras resultantes por corte térmico un aumento del tamaño de grano razón por la cual se producirá una disminución en su dureza.

4.5.3.4 Análisis Metalográfico en Acero de Medio Carbono

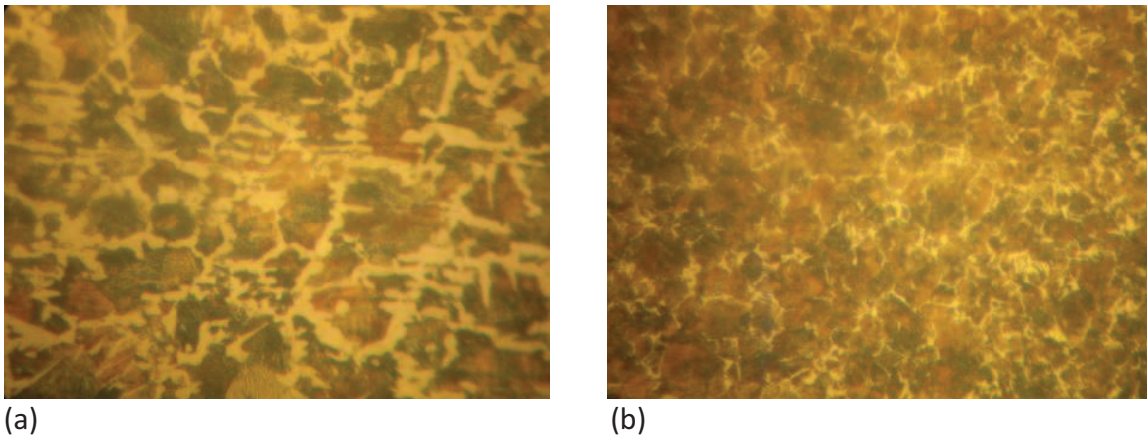


Figura 4.17 Acero 1045. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Oxicorte. Magnificación en el microscopio: 400X

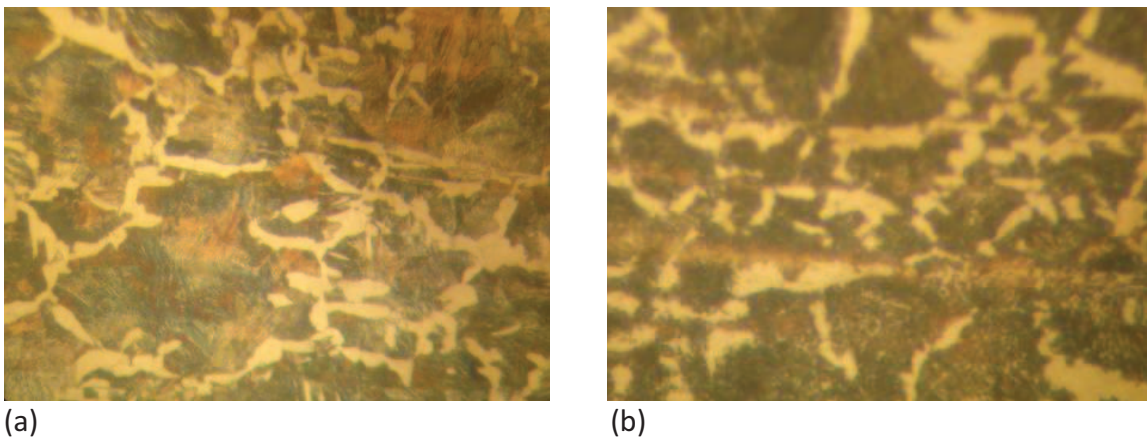


Figura 4.18 Acero 1045. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Plasma. Magnificación en el microscopio: 400X

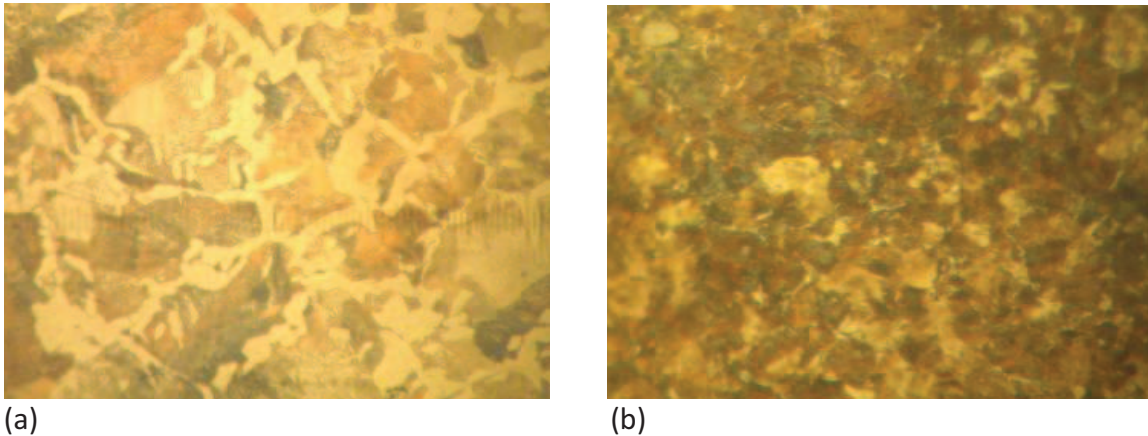


Figura 4.19 Acero 1045. Atacado con Nital al 2%. (a) Material original (b) Zona afectada térmicamente. Proceso de corte: Arcair. Magnificación en el microscopio: 400X

Según las gráficas mostradas en el Acero de medio carbono para los distintos espesores analizados y bajo los procesos de corte aplicados tales como plasma, arcair y oxicorte, es notable el incremento en el porcentaje de carbono y esto se refleja en la matriz del metal base en la cual encontramos perlita (zona oscura) en mayor cantidad y ferrita (zona clara) con menor tamaño de grano que en los aceros de bajo carbono.

En cuanto a la zona afectada por el calor se aprecia una matriz ferrito perlítica en donde al igual que los aceros de bajo carbono se ha producido un reordenamiento a nivel estructural con un refinamiento del grano producto del enfriamiento llevado a cabo desde la zona austenítica desde donde comienzan a nuclear nuevos granos libres de deformación hasta llegar a la temperatura ambiente donde se obtiene esta nueva estructura recristalizada ya bien definida.

Esta refinación del grano trae consigo una mejora en las propiedades mecánicas tales como la dureza, resistencia mecánica y tenacidad con respecto al mismo material de grano grueso.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE COSTOS

5.1 INTRODUCCIÓN

La búsqueda constante de mejor calidad de corte, mayor productividad y reducción de costos operativos es indiscutiblemente una prioridad en todos los rubros de la industria. Se puede decir que, cada uno de estos elementos constituye una pata del trípode operacional que determina la ecuación de la actividad de corte de metales y que, en cada caso, alguna de ellas tendrá mayor grado de importancia dependiendo de las necesidades del usuario. Las empresas que prestan servicio de corte realizan este análisis a diario. A veces tienen clientes que quieren sus pedidos en un plazo "casi imposible" y, en este caso, es la productividad la variable más importante. Otras veces el cliente requiere una tolerancia o acabado excelente en sus piezas o, al contrario, busca el precio más bajo pues existe una fuerte competencia en el mercado y convierte al costo operativo en la variable principal para el éxito de un negocio.

A continuación se presenta un método sencillo para calcular el costo de los procesos de corte de metales.

5.2 CÁLCULO DE COSTOS EN EL CORTE TERMICO DE METALES¹⁰

Lo primero que debemos considerar es que la manera más precisa para analizar nuestros costos está relacionada al "costo por metro cortado". Aunque muchos talleres de servicio de corte utilizan el "costo por kilo cortado", esto no brinda información acertada sobre el costo real del corte debido a que, como veremos más adelante, todas las variables que influyen en el costo guardan relación con los metros cortados, y no con los kilos. Entonces, por ejemplo, si alguien nos dice que cortó una pieza de 5 Kg. de acero al carbono, no sabemos si ha cortado un cuadrado de 520mm de lado en espesor de 2mm (perímetro de corte 2080mm) o un cuadrado de 120mm de lado en espesor de 38mm (perímetro 480mm), y es

¹⁰ SERGIO FERRERO ,Corte por plasma de alta definición/Opciones para mejorar calidad de corte, productividad y reducir costos operativos, Junio 2008

obvio que los costos de corte de ambas piezas son diferentes. El cálculo del “costo por metro cortado” es muy sencillo.

Primero, todas las variables que componen el costo operativo dependen del “tiempo”, y a continuación se detalla el cálculo de cada una de ellas:

- $MO = \text{Mano de Obra (\$/ hora)} = 1.56 (\$/ \text{ hora})^{11}$

Valor de mano de obra correspondiente a la renta primaria por hora, mediana en dólares, según grupo de ocupación para oficiales operarios y artesanos a diciembre 2009.

- $C = \text{Consumibles (\$/ hora)}$

Para Corte por Plasma:

$$\text{Boquillas (\$/ hora)} = \text{boquillas (\$/ u)} * \# \text{ boquillas/h} \quad (4.1)$$

$$\text{Toberas (\$/ hora)} = \text{toberas (\$/ u)} * \# \text{ toberas/h} \quad (4.2)$$

Para Corte por Arcair:

$$\text{Electrodos Arcair (\$/ m)} = \text{Costo Electrodo (\$/ u)} * \# \text{ Electrodos (u/m)} \quad (4.3)$$

Tabla 4.19 Consumo aproximado de electros arcair según el espesor del metal, experimentado en las pruebas de corte

Espesor (mm)	# Electrodo Arcair	Longitud Corte (mm)	Consumo (u/m)
4	1	200	5,00
6	1,5	200	7,50
10	1,75	200	8,75
15	2	200	10,00

- $G = \text{Gases (\$/ hora provenientes de \$ / litro x litros / hora)}$

Para Oxicorte:

$$\text{Costo Oxígeno (\$/ h)} = \text{Oxígeno (\$/ m}^3) * \text{flujo Oxígeno (m}^3/\text{h)} \quad (4.4)$$

$$\text{Costo Acetileno (\$/ h)} = \text{Acetileno (\$/ kg.)} * \text{Razón (kg. / m}^3) * \text{flujo Acetileno (m}^3/\text{h)} \quad (4.5)$$

¹¹ FUENTE: Desde septiembre 2007: Instituto Nacional de Estadística y Censos -INEC- .

- EE = Energía Eléctrica (\$ / Kw.-h. que depende de la corriente de corte)

$$\text{Costo Energía (\$/h)} = \text{Energía (\$/Kw.-h)} * \text{Tensión (v)} * \text{Corriente (A)/1000} \quad (4.6)$$

- D = Depreciación(\$ / hora que es la inversión total dividida por las horas de vida útil del equipo*)

(*) Al considerar las horas de vida útil es necesario calcular la demanda real del equipo. Esto es debido a que, si bien la máquina podría producir todo el tiempo se estima que el equipo trabaja 2 horas los 200 días al año.

$$\text{Valor de Depreciación} = (\text{Costo inicial}-\text{Costo Final})/\text{Tiempo de vida útil} \quad (4.7)$$

Tabla 5.1 Factor de Operación (FO%) medido en las pruebas de corte realizadas

MATERIAL	OPERACIONES	TIEMPO PROCESOS (s)		
		OFC	PAC	CAC-A
Acero Bajo Carbono	Preparación	253	210	723
	Corte e = 4 mm.	59	59	27
	Preparación	46	84	92
	Corte e = 6 mm.	67	75	42
	Preparación	107	55	262
	Corte e = 10 mm.	87	73	144
Acero Inoxidable	Preparación	n/a	32	160
	Corte e = 4 mm.	n/a	44	30
	Preparación	n/a	50	106
	Corte e = 6 mm.	n/a	44	85
	Preparación	n/a	59	156
	Corte e = 10 mm.	n/a	57	167
Hierro fundido	Preparación	n/a	63	155
	Corte e = 4 mm.	n/a	56	42
	Preparación	n/a	75	108
	Corte e = 6 mm.	n/a	58	68
	Preparación	n/a	41	129
	Corte e = 10 mm.	n/a	68	136
Acero Medio Carbono	Preparación	90	36	90
	Corte e = 10 mm.	57	44	74
	Preparación	110	47	183
	Corte e = 15 mm.	69	35	142
	Tiempo Corte (s)	339	613	957
	Tiempo Total (s)	945	1365	3121
	FO %	35,87%	44,91%	30,66%

Otra variable a considerar es el Factor de Operación (FO%), que representa la relación entre el tiempo en que el equipo corta versus el tiempo total, en la Tabla 5.1 se calculó el factor operativo en las pruebas de corte realizadas.

Entonces, para calcular el costo por metro, primero debe calcularse el costo horario de operación de la siguiente manera:

$$\text{Costo horario de operación (CH): } CH = MO + D + FO\% \times (C + G + EE) \quad (4.8)$$

Se observa que la mano de obra y la depreciación son factores de gran influencia debido a que no están afectados por el ciclo de trabajo del equipo. En cambio, el consumo de gases, energía eléctrica y consumibles, están relacionados con el corte efectivo del equipo.

Luego, para calcular el costo por metro debemos conocer cuántos metros se cortan efectivamente en una hora (MH), y esto depende de la velocidad y del Factor de Operación.

Entonces:

$$\text{Metros cortados por hora: } MH = \text{Velocidad de corte (mm/s.)} * 3600 (s) / 1000 (mm) \quad (4.9)$$

$$\text{Costo por metro cortado: } CM (\$/m) = CH (\$/h) / MH (m/h) \quad (4.10)$$

Donde:

CM = Costo por metro cortado

CH = Costo horario

MH = Metros cortados por hora

Tabla 5.2 Velocidades de Corte en metros por hora según material y proceso de corte

Material	Proceso	Velocidad Corte (m/h)			
		e = 4mm	e = 6mm	e = 10mm	e = 15mm
Acero Bajo Carbono	Plasma	10,476	5,832	4,68	--
	Oxicorte	19,512	13,5	11,16	--
	CAC-A	46,8	23,76	5,58	--
Acero Inoxidable	Plasma	21,6	14,4	11,34	--
	CAC-A	27,18	15,3	6,264	--
Hierro Fundido	Plasma	22,248	17,028	14,184	--
	CAC-A	22,248	14,4	7,56	--
Acero Medio Carbono	Plasma	--	--	9,972	6,408
	Oxicorte	--	--	12,852	11,016
	CAC-A	--	--	9	3,996

Si se toma en cuenta el costo de inversión (CI) en los equipos la ecuación de costos en dólares quedará de la siguiente manera:

$$\text{Costo } (\$) = \text{CI } (\$) + \text{CM } (\$/\text{m}) \times L \text{ (m)} \quad (4.10)$$

Se multiplica el costo por metro CM por la longitud en metros de corte para conocer su costo.

A continuación se realizan ejemplos de cálculo de costos para acero de bajo carbono de 4 milímetros de espesor en cada proceso, los valores de los equipos corresponden a las proformas ubicadas en el Anexo D, para el cálculo de consumibles se indican sus consumos esperados y sus referencias.

Debido a que la velocidad varía para cada espesor (ver tabla 5.2), este cálculo se realiza para todos los espesores en los que trabajamos. Con esto se obtiene una tabla de costo por metro para cada espesor que nos permitirá calcular fácilmente el costo de cada pieza simplemente conociendo su espesor y su perímetro.

Tabla 5.3 Costos de equipo oxicorte y cálculos de costos de operación (valores equipos ver Anexo D), acero bajo carbono e= 4 mm.

Descripción	Valor	Costo(USD/h)	Costo(USD/m)
COSTO MANO DE OBRA			
Mano de Obra	n/a	1,56	0,15
COSTOS EQUIPO OXICORTE			
CILINDRO DE OXIGENO AMERICANO	250,00 USD/u	n/a	n/a
CILINDRO DE ACETILENO AMERICANO	250,00 USD/u	n/a	n/a
EQUIPO DE OXICORTE MASTER	250,00 USD/u	n/a	n/a
COSTOS CONSUMIBLES OXICORTE			
CONTENIDO DE OXIGENO AGA (Boquilla 2 Anexo A Flujo =120pie ³ /h=3,4 m ³ /h)	3,72 USD/m ³	12,65	1,21
CONTENIDO DE ACETILENO AGA (Boquilla 2 Anexo A Flujo =14pie ³ /h=0,39 m ³ /h) (Razón volumen/ peso (m ³ /kg) =0,91, Anexo A)	13,50 USD/kg	4,79	0,46
COSTO DEPRECIACIÓN			
Depreciación equipo oxicorte (Vida útil= 5 años; 200 días; 2 horas)		0,13	0,01

Para el cálculo de costos por metro en oxicorte la ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$\text{Costo Oxicorte } (\$/m) = [MO (\$/h) + D (\$/h) + FO\% \times G (\$/h)] / V (m/h) \quad (4.11)$$

El costo de inversión para calcular la depreciación del equipo oxicorte considera al equipo sin los cilindros de gases.

Tabla 5.4 Costos de equipo plasma y cálculos de costos de operación (valores equipos ver Anexo D), acero bajo carbono e= 4 mm.

Descripción	Valor	Costo(USD/h)	Costo(USD/m)
COSTO MANO DE OBRA			
Mano de Obra	n/a	1,56	0,08
COSTOS EQUIPO PLASMA			
MAQUINA CORTADORA DE PLASMA CEBROA PROF 55 15mm	2079,00 USD/u	n/a	n/a
COMPRESOR DE 5 HP M&H	1200,00 USD/u	n/a	n/a
COSTOS CONSUMIBLES PLASMA			
ELECTRODO LARGO PLASMA PROF 37(3Boquillas en 8 horas)	4,02 USD/u	1,51	0,08
TOBERA PLASMA PROF 37 (3 Toberas en 8 horas)	3,98 USD/u	1,49	0,08
COSTOS ENERGÍA			
CONSUMO ENERGÍA PLASMA 10kW (Anexos D, Proformas)	0,07 USD/Kw.-h	0,70	0,04
CONSUMO ENERGÍA COMPRESOR 5HP= 3,73 Kw.	0,07 USD/Kw.-h	0,26	0,01
COSTO DEPRECIACIÓN			
Depreciación equipo plasma (Vida útil= 5 años; 200 días; 2 horas)		1,64	0,08

Para el cálculo de costos por metro en plasma la ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$\text{Costo Plasma } (\$/m) = [MO (\$/h) + D (\$/h) + FO\% \times (CC (\$/h) + CE(\$/h))] / V (m/h) \quad (4.12)$$

Tabla 5.5 Costos de equipo Arcair y cálculos de costos de operación valores equipos ver Anexo D), acero bajo carbono e= 4 mm.

Descripción	Valor	Costo(USD/h)	Costo(USD/m)
COSTO MANO DE OBRA			
Mano de Obra	n/a	1,56	0,03
COSTOS EQUIPO ARCAIR			
ANTORCHA ARCAIR	350,00 USD/u	n/a	n/a
MAQUINA DE SOLDAR 520AMP COMPARC	2800,00 USD/u	n/a	n/a
COMPRESOR DE 5 HP M&H	1200,00 USD/u	n/a	n/a
COSTOS CONSUMIBLES PLASMA			
ELECTRODOS DE CARBON ARCAIR	0,80 USD/u	n/a	4,00
COSTOS ENERGÍA			
CONSUMO ENERGÍA MAQUINA SOLDAR (230A-35V)=8,05kW	0,07 USD/Kw.-h	0,56	0,01
CONSUMO ENERGÍA COMPRESOR 5HP= 3,73 Kw.	0,07 USD/Kw.-h	0,26	0,01
COSTO DEPRECIACIÓN			
Depreciación equipo arcair (Vida útil= 5 años; 200 días; 2 horas)		2,18	0,05

Para el cálculo de costos por metro en el proceso Arcair la ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$\text{Costo Arcair } (\$/m) = [MO (\$/h) + D (\$/h) + FO\% \times (CC (\$/h) + CE (\$/h))] / V (m/h) \quad (4.13)$$

5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de realizar los cálculos se obtienen los siguientes gráficos comparativos: Costo por metro lineal de corte vs. Espesor del material, que indica el costo unitario de cada proceso y también Costo de corte (USD) vs. Metros cortados (m).

5.3.1 COSTO POR METRO LINEAL VS. ESPESOR MATERIAL

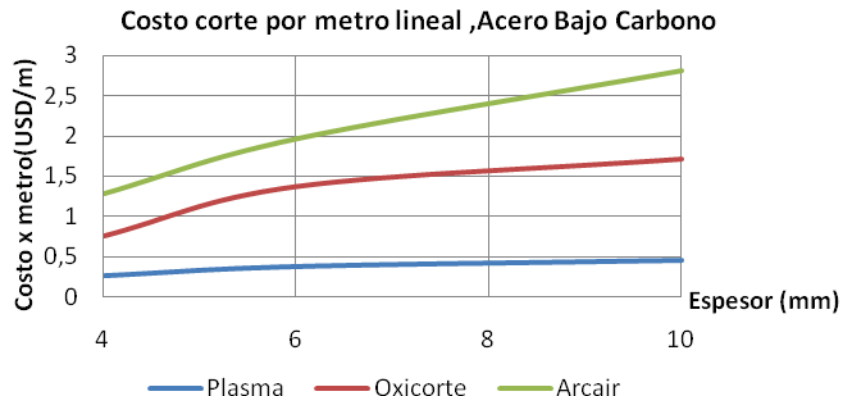


Figura 5.1 Gráfico comparativo del Costo de corte por metro lineal, por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero de Bajo Carbono AISI 1010

$$\text{Plasma } (\$/m) < \text{Oxicorte } (\$/m) < \text{Arcair } (\$/m)$$

La figura 5.1 muestra que para el corte de acero de bajo carbono en el rango de espesores de 4 a 10 mm, el costo por metro del plasma es en promedio 3.5 veces inferior al oxicorte y 5.5 veces menor a Arcair. El costo por metro lineal incrementa con el espesor del material.

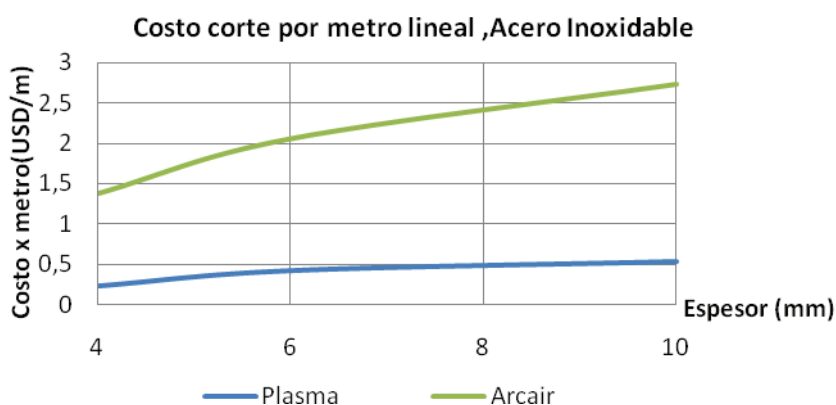


Figura 5.2 Gráfico comparativo del Costo de corte por metro lineal, por medio de Plasma y Arcair, para Acero Inoxidable AISI 304

$$\text{Plasma } (\$/\text{m}) < \text{Arcair } (\$/\text{m})$$

La figura 5.2 muestra que para el corte de acero inoxidable en el rango de espesores de 4 a 10 mm, el costo por metro del plasma es en promedio 5.4 veces inferior al a Arcair. El costo por metro lineal incrementa con el espesor del material.

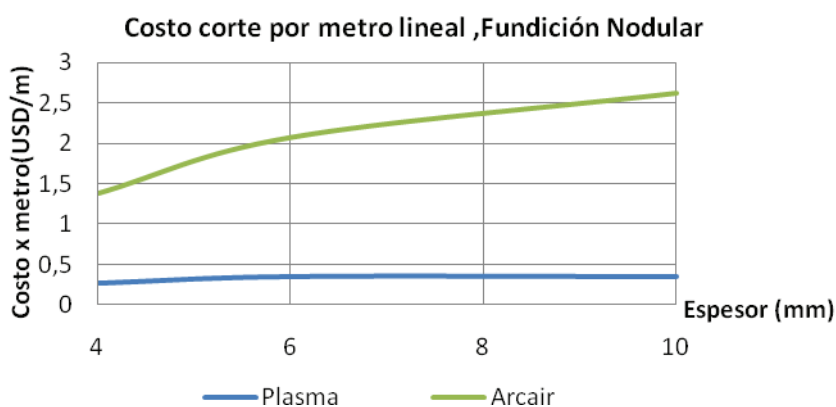


Figura 5.3 Gráfico comparativo del Costo de corte por metro lineal, por medio de Plasma y Arcair, para Fundición Nodular

$$\text{Plasma } (\$/\text{m}) < \text{Arcair } (\$/\text{m})$$

La figura 5.3 muestra que para el corte de fundición nodular en el rango de espesores de 4 a 10 mm, el costo por metro del plasma es en promedio 6.2 veces inferior al a Arcair. El costo por metro lineal incrementa con el espesor del material.

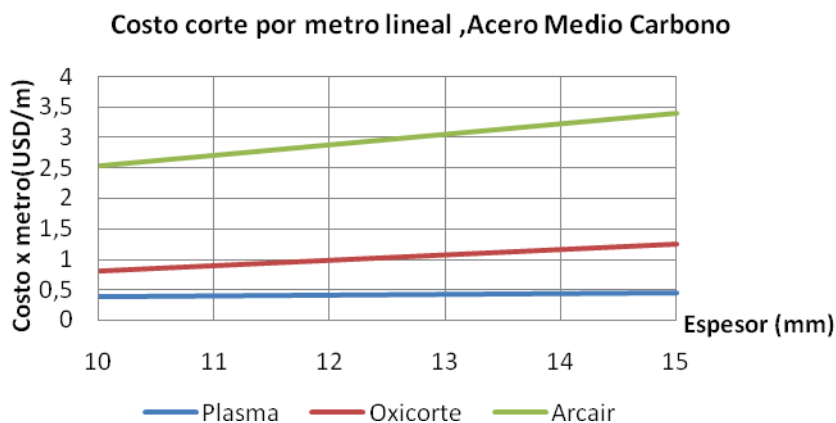


Figura 5.4 Gráfico comparativo del Costo de corte por metro lineal, por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero de Medio Carbono AISI 1045

$$\text{Plasma } (\$/\text{m}) < \text{Oxicorte } (\$/\text{m}) < \text{Arcair } (\$/\text{m})$$

La figura 5.4 muestra que para el corte de acero de medio carbono en el rango de espesores de 10 a 15 mm, el costo por metro del plasma es en promedio 2.4 veces inferior a oxicorte y 7 veces menor a Arcair. El costo por metro lineal incrementa con el espesor del material.

El bajo costo por metro del proceso plasma para todos los materiales, se debe a la elevada eficiencia del proceso, la rapidez del corte y el costo de sus consumibles.

Todos los cálculos de costo por metro realizados son válidos para los rangos de indicados, al incrementar el espesor de material los resultados pueden variar, por ejemplo el corte en equipo plasma está limitado a espesores de hasta 2 pulgadas y el costo energético sería mayor, el consumo de electrodos en arcair sería mayor, sin embargo, para el corte de acero de bajo carbono y baja aleación el proceso oxicorte trabaja eficientemente en materiales gruesos de más de 24 pulgadas.

5.3.1 COSTO CORTE VS. METROS CORTADOS

En los siguientes gráficos se muestra la comparación de los costos de corte en dólares por el número de metros cortados, considerando la inversión inicial de los equipos.

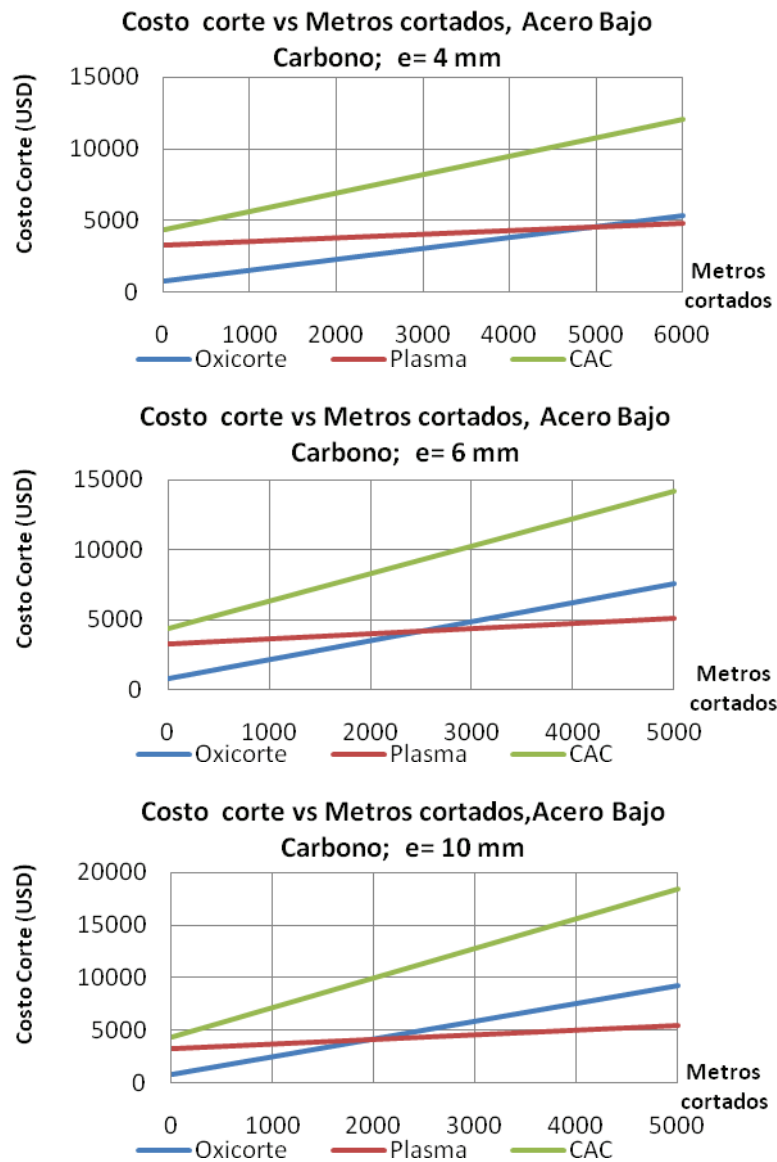


Figura 5.5 Gráficos comparativos del Costo de corte vs. metros cortados por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero de Bajo Carbono AISI 1010, para espesores de 4, 6 y 10 mm

En acero de bajo carbono, el proceso más costoso es arcair en virtud a su elevado costo por metro, que corresponde al alto gasto de electrodos y su baja eficiencia operativa. El equipo de oxicorte tiene una baja inversión inicial pero con su utilización se vuelve costoso y supera la inversión del equipo plasma. Mientras que el bajo costo por metro del corte por plasma llega a justificar el costo de inversión inicial, debido a su alta eficiencia y bajo costo de consumibles.

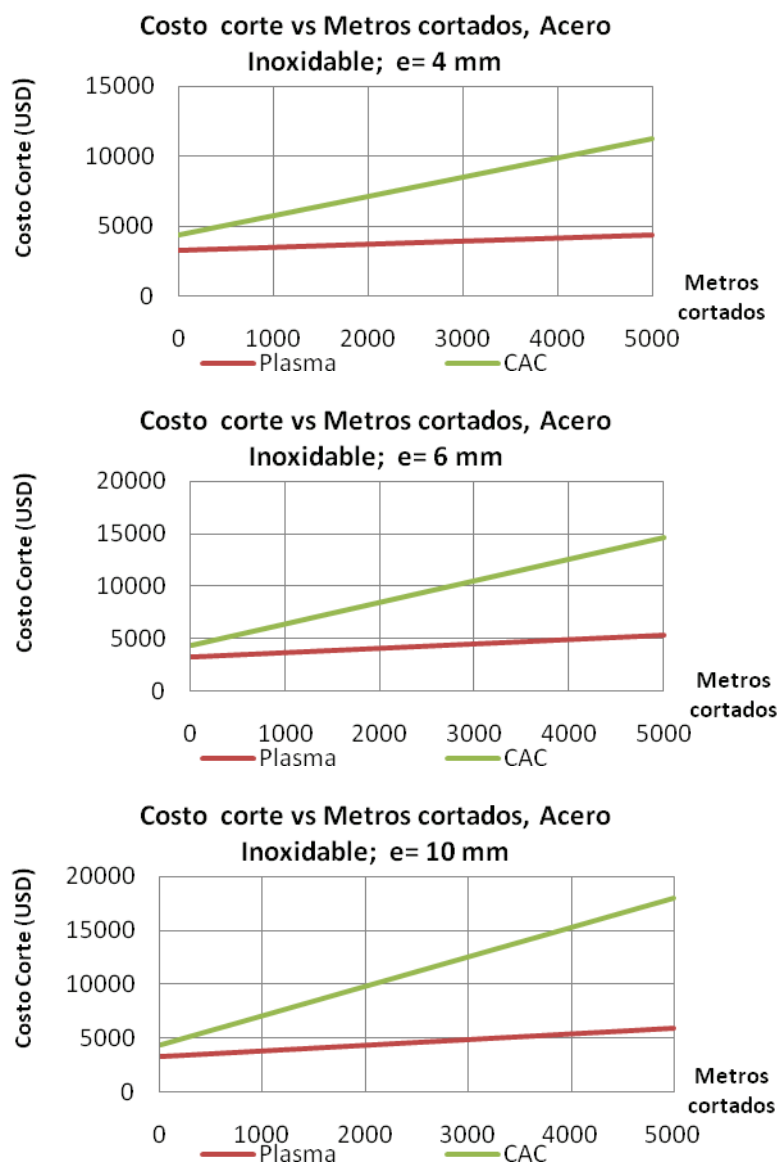


Figura 5.6 Gráficos comparativos del Costo de corte vs. metros cortados por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero Inoxidable AISI 304, para espesores de 4, 6 y 10 mm

En acero inoxidable, el proceso más costoso es arcair en virtud a su elevado costo por metro, que corresponde al alto gasto de electrodos y su baja eficiencia operativa. Mientras que el bajo costo por metro del corte por plasma mantiene un margen de gastos más aceptable, debido a su alta eficiencia y bajo costo de consumibles.

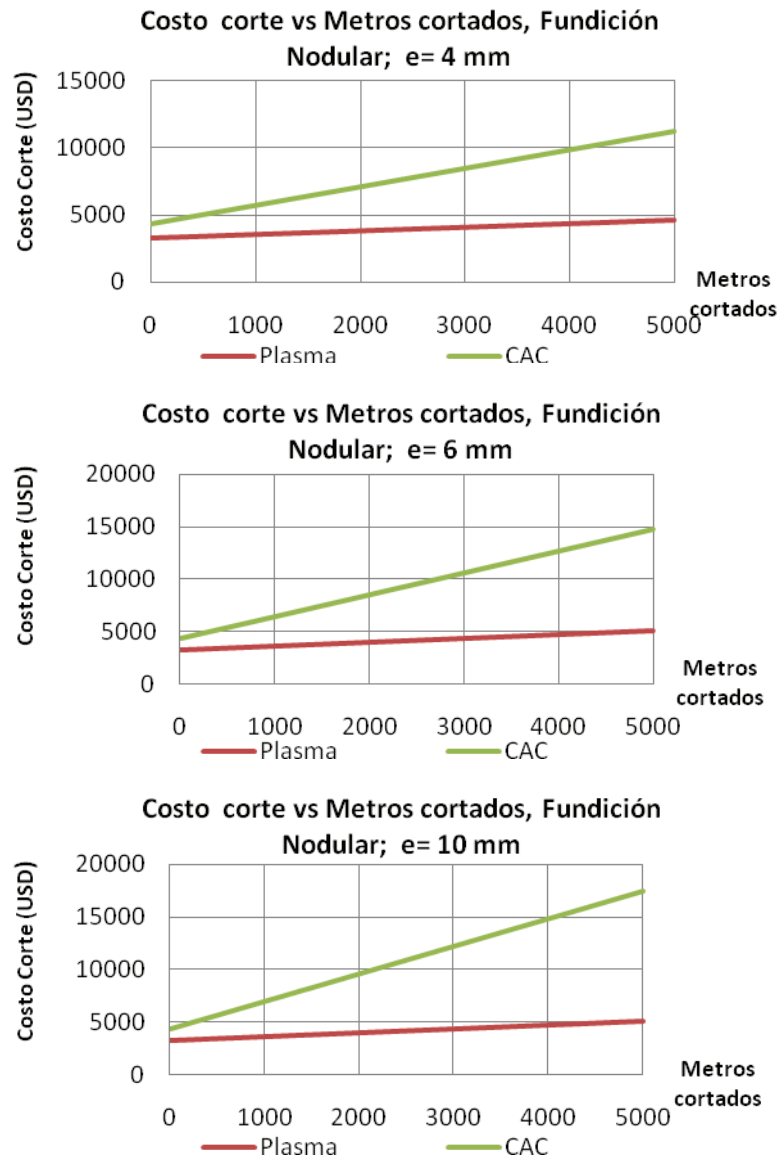


Figura 5.7 Gráficos comparativos del Costo de corte vs. metros cortados por medio de Plasma y Arcair, para Fundición Nodular, para espesores de 4, 6 y 10 mm

En fundición nodular, el proceso más costoso es arcair en virtud a su elevado costo por metro, que corresponde al alto gasto de electrodos y su baja eficiencia operativa. Mientras que el bajo costo por metro del corte por plasma mantiene un margen de gastos más aceptable, debido a su alta eficiencia y bajo costo de consumibles.

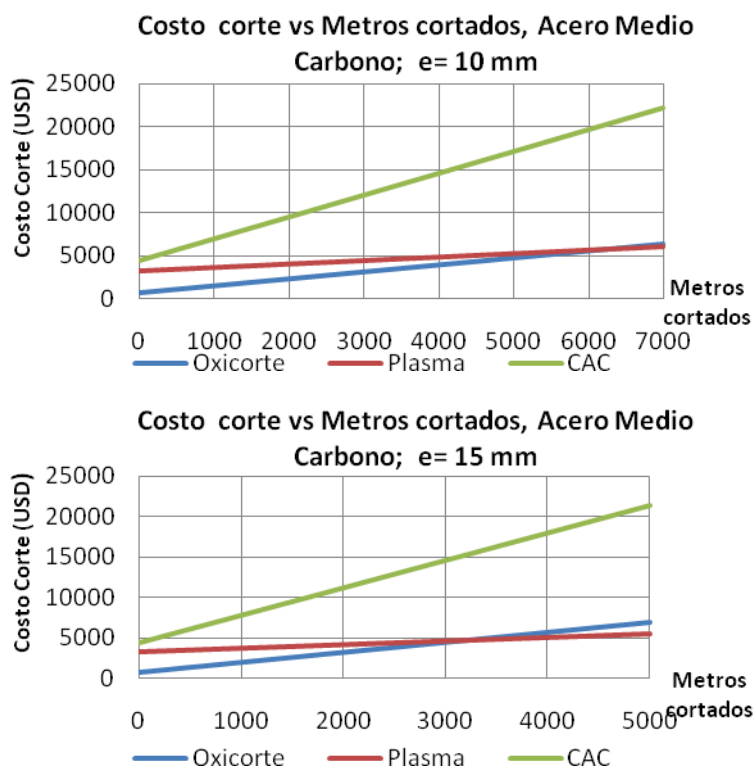


Figura 5.8 Gráfico comparativo del Costo de corte vs. metros cortados por medio de Plasma, Oxicorte y Arcair, para Acero de Medio Carbono AISI 1045, para espesores de 10 y 15 mm

En acero de medio carbono, el proceso más costoso es arcair en virtud a su elevado costo por metro, que corresponde al alto gasto de electrodos y su baja eficiencia operativa. El equipo de oxicorte tiene una baja inversión inicial pero con su utilización se vuelve costoso y supera la inversión del equipo plasma. Mientras que el bajo costo por metro del corte por plasma llega a justificar el costo de inversión inicial, debido a su alta eficiencia y bajo costo de consumibles.

Medidas para la reducción de costos pueden ser tomadas como :

- Cambiar de gas combustible en oxicorte, propano por acetileno debido a su costo y disponibilidad.
- Utilizar el equipo plasma para el corte efectivo y de calidad de materiales espesores delgados.
- Usar el equipo arcair para operaciones de mantenimiento y reparaciones en soldadura ya que es más rápido que el corte mecánico por disco.

- La disminución de la inversión inicial con el uso de equipos existentes en el taller, compresores, fuentes..

Finalmente, para seleccionar el proceso de corte que más se ajusta a nuestras necesidades estudiaremos las tres variables que componen el trípode operacional (calidad de corte, productividad, costo operativo) y decidiremos cuál de ellas tiene más peso relativo a fin de definir qué proceso cumple mejor con los requisitos deseados, tomando en cuenta las ventajas y limitaciones de cada proceso, sabiendo ubicarlos según el tipo de trabajo a ejecutarse.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Una vez finalizado el proyecto se ha cumplido con los objetivos planteados, los cuales eran analizar y comparar los procesos de corte térmico de metales más utilizados para distintos materiales, a través de pruebas en corte y metalografía, además de los costos involucrados.
- Independientemente del proceso, la cantidad de calor que ingresa en el metal cortado es inversamente proporcional a la velocidad de corte.
- Generalmente el proceso de corte por plasma produce menor franja de zona afectada térmicamente debido a que maneja un arco concentrado debido al diseño de la boquilla y altas velocidades de corte. La zona afectada del proceso oxiacero es mayor debido a bajas velocidades de corte y que la llama no se encuentra concentrada en un punto como el proceso por plasma. La zona amplia de arco se debe al lento e irregular desplazamiento del corte manual.
- La dureza de los metales varía dependiendo de algunos factores tales como la velocidad de enfriamiento que está función del espesor del material, es decir, a mayor espesor mayor velocidad de enfriamiento y por ende un incremento en la dureza.
- A fin de comprender los procesos que tienen lugar en la zona afectada por el calor es necesario considerar cómo la microestructura del metal base

reacciona al ciclo térmico completo aplicado, es decir el ciclo de calentamiento, el tiempo de mantenimiento a temperatura ambiente y el ciclo de enfriamiento. Junto con esto deben tenerse en cuenta los efectos de dicho ciclo térmico en las transformaciones de fase, la redistribución de carbono, cambio de tamaño de grano, etc.

- A nivel microestructural se pudo apreciar que para los aceros de bajo contenido de carbono se da una refinación del grano y por lo tanto una nueva disposición de la microestructura en la zona afectada por el calor para los materiales cortados por plasma. Lo contrario ocurre para los demás procesos donde se distingue un crecimiento de grano.
- En la zona afectada por el calor para los aceros de medio carbono se produce refinamiento del tamaño de grano en todos los procesos de corte y para los espesores.
- El efecto del corte con arco de carbono y aire sobre la microestructura del material no produjo ningún incremento en la cantidad de carbono presente en el material como se podría pensar por la utilización de un electrodo de carbono puesto que para ello sería necesario un tipo especial de tratamiento al material base.
- El costo por metro lineal de corte por plasma es el más económico en virtud a la alta eficiencia del proceso, las altas velocidades de corte y el costo de sus consumibles, además de su buena calidad de corte, a pesar del alto consumo energético en espesores mayores y el costo de la inversión inicial en los equipos.
- En comparación con el equipo de oxicorte, el plasma es más costoso, ya que requiere de grandes cantidades de energía eléctrica.

- El corte con plasma tiene un espectro de aplicación sobre materiales muy amplio, pero está limitado a un rango de espesores delgados a diferencia del oxicorte que se vuelve irremplazable para el corte de grandes secciones de aceros al carbono y de baja aleación.
- El proceso de corte térmico por oxicombustible maneja costos promedios, es fácil de transportar y de uso muy común, su principal limitante es el tipo de materiales que pueden ser cortados como la fundición nodular, debido a que la temperatura de ignición es mayor que la temperatura de fusión y su escoria no es fluida. De igual manera tuvo limitaciones para el corte en acero inoxidable por tratarse de un acero de alta aleación.
- El proceso de corte con arco de carbono y aire está sujeto a altos costos debido al costo de sus electrodos, consumo de energía, bajas velocidades de corte y baja eficiencia, como proceso de corte no sería económicamente atractivo, pero sería de mejor utilidad para la reparación de cordones de soldaduras y operaciones de acanalado.

6.2 RECOMENDACIONES

- Los cortes térmicos se deben realizar ajustando los parámetros teóricos o los proporcionados por el fabricante de los equipos según el material, tipo de consumible, y diversos factores que intervienen.
- Estudios similares sugieren la medida de microdureza Vickers para la zona afectada por el calor debido al área pequeña de análisis, en este proyecto se utilizó la dureza Rockwell B (equipo disponible en el laboratorio) la cual utiliza un penetrador esférico de acero templado de $1,588 \text{ mm} \pm 0,0035 \text{ mm}$, teniendo zonas a veces inferiores a un milímetro no se garantiza precisión.

- La preparación de las probetas para realizar los ensayos metalográficos deben ser totalmente planos hasta su borde para observar perfectamente los cambios estructurales a partir del mismo.
- Al cortar las probetas ensayadas para realizar ensayos metalográficos hay evitar afectarlas térmicamente realizando cortes continuamente enfriados por agua.
- Se debe realizar el ataque químico apropiado de acuerdo al tipo de material ensayado teniendo en cuenta el tiempo recomendado de exposición al reactivo, evitando el sobre atacar la probeta.
- Un estudio con equipo mecanizado brindaría resultados más precisos en la comparación entre zona afectada térmicamente y velocidad de corte.
- Los materiales utilizados deben ser adquiridos con su respectiva certificación y especificaciones.
- Durante los procesos manuales a realizarse en el presente trabajo se requiere llevar la indumentaria apropiada de trabajo y equipos de protección personal para con ello prevenir posibles accidentes.
- Es indispensable contar con el debido material bibliográfico cuando se analiza las microestructuras obtenidas pues con ello se obtendrá y precisará una buena interpretación de las mismas.
- Como factores determinantes en la evaluación de costos de corte térmico es necesario ser precisos en la medición de la velocidad de corte, el gasto de los consumibles y la medida del factor de operación de cada proceso.
- Para abaratar el costo en oxicorte se recomienda usar otro tipo de gas combustible como el propano por bajo precio y disponibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN WELDING SOCIETY/MANUAL DE SOLDADURA, volumen 2, octava edición; Prentice Hall; México; 1996
- GUÍA DE PRACTICAS/ LABORATORIO DE METALOGRAFÍA, Escuela Politécnica Nacional, Octubre 2003
- ANSI Z49.1:2005 Safety in Welding, Cutting and Allied processes; American Welding Society; USA; 2005
- ASM Metals Handbook ,Volume 1-Steel and High Performance Alloys, 10ma edición; 1993
- ASM Metals Handbook Volume 3-Alloy Phase Diagrams, 10ma edición; 1993
- ASM Metals Handbook Volume 4-Heat Treating, 10ma edición; 1993
- ASM Metals Handbook, Vol 09 - Metallography & Microstructures, 10ma edición; 1993
- DONAL R. ASKELAND/ CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES, tercera edición; International Thomson Editores; México;1998
- WILLIAM F. SMITH/FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES, tercera edición;España; 1998
- SERGIO FERRERO ,Corte por plasma de alta definición/Opciones para mejorar calidad de corte, productividad y reducir costos operativos, Junio 2008
- <http://www.esab.es/es/sp/education>
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://www.drweld.com/procex.html>
- <http://www.airliquide.cl>

ANEXOS

ANEXO A: TABLAS

Tabla 14.1
Propiedades de gases combustibles comunes

	Acetileno	Propano	Propileno	Metilacetileno- propadieno (MPS)	Gas natural
Fórmula química	C ₂ H ₂	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	C ₂ H ₄ (Metilacetileno, propadieno)	CH ₄ (Metano)
Temperatura de flama neutral					
°F	5600	4580	5200	5200	4600
°C	3100	2520	2870	2870	2540
Emisión de calor de flama primaria					
btu/ft ³	507	255	433	517	11
MJ/m ³	19	10	16	20	0.4
Emisión de calor de flama secundaria					
btu/ft ³	963	2243	1938	1889	989
MJ/m ³	36	94	72	70	37
Valor calorífico total (después de la vaporización)					
btu/ft ³	1470	2498	2371	2406	1000
MJ/m ³	55	104	88	90	37
Valor calorífico total (después de la vaporización)					
btu/lb	21 500	21 800	21 100	21 100	23 900
kJ/kg	50 000	51 000	49 000	49 000	56 000
Oxígeno total requerido (flama neutral)					
vol. O ₂ /vol. combustible	2.5	5.0	4.5	4.0	2.0
Oxígeno suministrado por el soplete (flama neutral)					
vol. O ₂ /vol. combustible	1.1	3.5	2.6	2.5	1.5
ft ³ oxígeno/lb combustible (60°F)	16.0	30.3	23.0	22.1	35.4
m ³ oxígeno/kg (15.6°C)	1.0	1.9	1.4	1.4	2.2
Presión de regulador máxima permisible					
psi	15	150	150	150	Línea
kPa	103	1030	1030	1030	
Límites explosivos en aire: por ciento	2.5-80	2.3-9.5	2.0-10	3.4-10.8	5.3-14
Razón volumen/peso					
ft ³ /lb (60°F)	14.6	8.66	8.9	8.85	23.6
m ³ /kg (15.6°C)	0.91	0.54	0.55	0.55	1.4
Peso específico relativo del gas (60°F, 15.6°C) Aire = 1	0.906	1.52	1.48	1.48	0.62

Tabla 14.2
 Datos para el corte a mano y a máquina de acero de bajo carbono limpio, sin precalentamiento

Unidades del sistema inglés							
Espesor del acero pulg	Diámetro del orificio de corte, pulg	Velocidad de corte pulg/min	Flujo de gas, ft ³ /h				
			Oxígeno de cortar	Acetileno	MPS	Gas natural	Propano
1/8	0.020-0.040	16-32	15-45	3-9	2-10	9-25	3-10
1/4	0.030-0.060	16-26	30-55	3-9	4-10	9-25	5-12
3/8	0.030-0.060	15-24	40-70	6-12	4-10	10-25	5-15
1/2	0.040-0.060	12-23	55-85	6-12	6-10	15-30	5-15
3/4	0.045-0.060	12-21	100-150	7-14	8-15	15-30	6-18
1	0.045-0.060	9-18	110-160	7-14	8-15	18-35	6-18
1-1/2	0.060-0.080	6-14	110-175	8-16	8-15	18-35	8-20
2	0.060-0.080	6-13	130-190	8-16	8-20	20-40	8-20
3	0.065-0.085	4-11	190-300	9-20	8-20	20-40	9-22
4	0.080-0.090	4-10	240-360	9-20	10-20	20-40	9-24
5	0.080-0.095	4-8	270-360	10-25	10-20	25-50	10-25
6	0.095-0.105	3-7	260-500	10-25	20-40	25-50	10-30
8	0.095-0.110	3-5	460-620	15-30	20-40	30-55	15-32
10	0.095-0.110	2-4	580-700	15-35	30-60	35-70	15-35
12	0.110-0.130	2-4	720-850	20-40	30-60	45-95	20-45

Unidades del SI							
Espesor del acero mm	Diámetro del orificio de corte, mm	Velocidad de corte mm/s	Flujo de gas, L/min				
			Oxígeno de cortar	Acetileno	MPS	Gas natural	Propano
3.2	0.51-1.02	6.8 -13.5	7.2- 21.2	2- 4	2- 4	4-12	2- 5
6.4	0.76-1.52	6.8 -11.0	14.2- 26.0	2- 4	2- 5	4-12	2- 6
9.5	0.76-1.52	6.4 -10.1	18.9- 33.0	3- 5	2- 5	5-12	3- 7
13	1.02-1.52	5.1 - 9.7	26.0- 40.0	3- 5	2- 5	7-14	3- 8
19	1.14-1.52	5.1 - 8.9	47.2- 70.9	3- 6	3- 5	7-14	3- 9
25	1.14-1.52	3.8 - 7.6	51.9- 75.5	4- 7	4- 7	8-17	4- 9
38	1.52-2.03	2.5 - 5.9	51.9- 82.6	4- 8	4- 8	9-17	4-10
51	1.52-2.03	2.5 - 5.5	61.4- 89.6	4- 8	4- 8	9-19	4-10
76	1.65-2.16	1.7 - 4.7	89.6-142	4- 9	4-10	10-19	5-11
102	2.03-2.29	1.7 - 4.2	113 -170	5-10	4-10	10-19	5-11
127	2.03-2.41	1.7 - 3.4	127 -170	5-10	5-10	12-24	5-12
152	2.41-2.67	1.3 - 3.0	123 -236	5-12	5-12	12-24	6-19
203	2.41-2.79	1.3 - 2.1	217 -293	7-14	10-19	14-30	7-15
254	2.41-2.79	0.85 - 1.7	274 -331	7-17	10-19	16-33	7-15
305	2.79-3.30	0.85 - 1.7	340 -401	8-19	15-29	20-75	10-22

Notas:

- Consumos de oxígeno de precalentamiento: oxígeno de precalentamiento para acetileno = 1.1 a 1.25 x flujo de acetileno ft³/h; oxígeno de precalentamiento para gas natural = 1.5 a 2.5 flujo de gas natural ft³/h; oxígeno de precalentamiento para propano = 3.5 a 5 x flujo de propano ft³/h.
- Notas de operación: Los flujos de gas más altos y las velocidades de corte más bajas generalmente están asociados al corte manual, en tanto que los flujos de gas más bajos y las velocidades más altas se aplican al corte a máquina. Al cortar placas con muchas incrustaciones u oxidadas, emplee un flujo de gas alto y velocidades bajas. Las velocidades máximas indicadas se aplican al corte de línea recta; para el corte de figuras intrincadas y para obtener la calidad óptima, se requerirán velocidades más bajas.

Tabla 14.4
Efecto de los elementos de aleación sobre la resistencia del acero frente al corte con oxígeno

Elemento	Efecto del elemento sobre el corte con oxígeno
Carbono	Los aceros con hasta un 0.25% de carbono se pueden cortar sin dificultad. Los aceros de más alto carbono deben precalentarse para evitar el endurecimiento y el agrietamiento. El grafito y la cementita (Fe_3C) son perjudiciales, pero los hierros colados con un contenido del 4% de carbono se pueden cortar con técnicas especiales.
Manganeso	Los aceros con alrededor del 14% de manganeso y 1.5% de carbono son difíciles de cortar y deben precalentarse para obtener resultados óptimos.
Silicio	El silicio, en las proporciones en que suele estar presente, no tiene efecto alguno. Se cortan hierros de transformador que contienen hasta un 4% de silicio. El acero al silicio con grandes cantidades de carbono y manganeso debe precalentarse con cuidado y recocerse posteriormente para evitar endurecimiento por el aire y posibles fisuras superficiales.
Cromo	Los aceros con hasta un 5% de cromo se cortan sin mucha dificultad cuando la superficie está limpia. Los aceros de más alto cromo, como los que tienen 10% de cromo, requieren técnicas especiales (véase la sección sobre aceros resistentes a la oxidación), y los cortes son ásperos cuando se emplea el proceso de corte con oxiacetileno usual. En general, se recomiendan flamas de precalentamiento carburizantes para cortar este tipo de aceros. Los procesos de corte con inyección de fundente y de hierro en polvo permiten efectuar fácilmente cortes en los hierros y aceros de cromo rectos comunes, así como en el acero inoxidable.
Níquel	Los aceros con un contenido de níquel de hasta el 3% se pueden cortar con los procesos normales de corte con oxígeno; con un contenido de hasta alrededor del 7%, los cortes son bastante satisfactorios. Es posible realizar cortes de excelente calidad en los aceros inoxidables comunes (18-8 hasta alrededor de 35-15 como límite superior) mediante los procesos de corte con inyección de fundente o hierro en polvo.
Molibdeno	Este elemento afecta el corte más o menos como lo hace el cromo. El acero cromo-molibdeno de calidad para aeronaves no presenta problemas. Sin embargo, los aceros de alto molibdeno-tungsteno sólo pueden cortarse empleando técnicas especiales.
Tungsteno	Se pueden cortar con facilidad las aleaciones usuales con hasta un 14% de tungsteno, pero los cortes se dificultan cuando el porcentaje de tungsteno es mayor. El límite es al parecer 20% de tungsteno.
Cobre	En cantidades de hasta el 2% el cobre no tiene efecto alguno.
Aluminio	A menos que esté presente en grandes cantidades (del orden del 10%), el efecto del aluminio no es apreciable.
Fósforo	Este elemento no tiene efecto alguno en las cantidades en que se le acostumbra tolerar en el acero.
Azufre	Las cantidades pequeñas, como las que están presentes en los aceros, no tienen efecto alguno. Si el porcentaje de azufre es mayor, la velocidad de corte se reduce y se aprecian emisiones de dióxido de azufre.
Vanadio	En las cantidades en que suele estar presente en los aceros, esta aleación puede mejorar el corte, en vez de interferir con él.

Instruction literature
for
TANAKA CUTTING NOZZLE

3040 for Oxy – Acetylene Gas

These nozzles are tip mixing type and show excellent ability in cutting surface and gas consumption for Acetylene Gas s fuel gas. Use nozzles in proper condition after referring to the next typing data and notes.

Cutting Data for Sr. 3040 G

Plate Thickness (in)	Nozzle Size	Gas Pressure (p.s.i.)		Cutting Speed (in/min)	Gas flow (cf/h)		
		Oxygen	Acetylene		Cutting Oxygen	Preheat Oxygen	Acetylene
1/46 - 3/16	00	21	2,8	-27	24	16	14
1/16 - 3/8	0	28	2,8	27-22	42	16	14
3/8 - 5/8	1	36	2,8	22-19	74	16	14
5/8 - 1 3/16	2	43	2,8	19-16	120	16	14
1 3/16 - 1 9/16	3	43	2,8	16-14	152	19	17
1 9/16 - 2	4	50	3,6	14-13	229	21	19
2 - 4	5	57	4,3	13-8	388	26	24
4 - 6	6	57	5,0	8-6	530	29	26
6 - 8	7	64	5,7	6-4	777	39	35
10 - 12	8	64	5,7	4-3	988	39	35

Notes

1. Dates of best condition
2. The oxygen pressure illustrated on the table shows at the torch inlet. Adjust the oxygen regulator 10 to 20% higher than that of table one to assure the cutting oxygen pressure.
3. Make the preheat flame bigger one to cut a primed steel plate or to make piercing in order to free from a slag adherence at the nozzle port.
4. Set the nozzle at a distance of 3/8' to the work plate. Longer distance may affect a kerf width and figure.
5. A higher cutting speed can be obtained then the speed shown on the table if the quality of the cut surface may be disregarded.
6. A primed steel plate should be cut with an increased preheat gas flow and slightly slower cutting speed to avoid a slag adherence at the end of out surface.
7. Make the cutting speed slower than the specified speed to carry out contour or shape cutting.
8. To cut bevel the cutting speed should be adjusted according to the bevel angel. For example the speed is reduced 30 to 35% to the right angle cutting rate for the 30 degree bevel out and 35 to 40% for the 45% degree bevel cut.

TANAKA ENGINEERING WORKS LTD

**CUTTING TIP DATA
CHART**

IMPORTANT: Use cutting tips with proper type seats for each type torch and fuel gas. (See CHART below.) Use proper tips for fuel gases or acetylene. See manufacturer's chart for proper tip selection. Use proper tip size, pressures and flame size to avoid backfire and flashback.

Metal Thickness	TORCH & TIP TYPES			Oxygen	Acet./Fuel gas	Speed IPM
	V-Style Type Seat-2 Taper Tube Mix	A-Style Type Seat-3 Taper Tip Mix	H-Style Type Seat-2 Flat Head Mix			
	1-101, 3-101 5-101, GPM-N-P, 1-303 MP	144 164	Use upper PSIG 6290	PSIG	PSIG	
1/8"	000	00	000	20-25	5	28-32
1/4"	00	0	00	20-25	5	25-30
3/8"	0	1	00	25-30	5	24-28
1/2"	0	1	0	30-35	5	20-24
3/4"	1	2	1	30-40	8	17-20
1"	2	2	1	35-50	8	15-20
1 - 1/2"	2	3	2	40-50	8	12-17
2"	3	3	3	40-55	10	12-15
2 - 1/2"	3	4	3	45-55	10	10-13
3"	4	5	4	45-60	10	9-12
4"	5	5	4	45-60	12	8-11
5"	5	6	4	50-70	12	7-9
6"	6	6	5	50-75	12	6-8
8"	6	7	5	55-80	15	5-6
10"	7	7	6	55-85	15	4-5
12"	8	8	6	55-95	15	3-5

Tabla 15.1
Condiciones típicas para cortar aleaciones de aluminio con arco de plasma

Espesor		Velocidad		Diám. orificio*		Corriente (ccen), A	Potencia kW
pulg	mm	pulg/min	mm/s	pulg	mm		
1/4	6	300	127	1/8	3.2	300	60
1/2	13	200	86	1/8	3.2	250	50
1	25	90	38	5/32	4.0	400	80
2	51	20	9	5/32	4.0	400	80
3	76	15	6	3/16	4.8	450	90
4	102	12	5	3/16	4.8	450	90
6	152	8	3	1/4	6.4	750	170

*Las tasas de flujo de gas del plasma varían con el diámetro del orificio y con el gas usado desde unos 47 L/min (100 ft³/h) para un orificio de 3.2 mm (1/8 pulg) hasta unos 120 L/min (250 ft³/h) para un orificio de 6.4 mm (1/4 pulg). Los gases empleados son nitrógeno y argón con adiciones de hidrógeno desde 0 hasta 35%. Se recomienda consultar al fabricante del equipo para cada aplicación.

Tabla 15.2
Condiciones típicas para cortar aceros inoxidables con arco de plasma

Espesor		Velocidad		Diám. orificio*		Corriente (ccen), A	Potencia kW
pulg	mm	pulg/min	mm/s	pulg	mm		
1/4	6	200	86	1/8	3.2	300	60
1/2	13	100	42	1/8	3.2	300	60
1	25	50	21	5/32	4.0	400	80
2	51	20	9	3/16	4.8	500	100
3	76	16	7	3/16	4.8	500	100
4	102	8	3	3/16	4.8	500	100

*Las tasas de flujo de gas del plasma varían con el diámetro del orificio y con el gas usado desde unos 47 L/min (100 ft³/h) para un orificio de 3.2 mm (1/8 pulg) hasta unos 94 L/min (200 ft³/h) para un orificio de 4.8 mm (3/16 pulg). Los gases empleados son usualmente aire comprimido, nitrógeno con adiciones de hasta 10% de hidrógeno o nitrógeno con oxígeno agregado corriente abajo del electrodo (flujo dual). Se recomienda consultar al fabricante del equipo para cada aplicación.

Tabla 15.3
Condiciones típicas para cortar acero al carbono con arco de plasma

Espesor		Velocidad		Diám. orificio*		Corriente (ccen), A	Potencia kW
pulg	mm	pulg/min	mm/s	pulg	mm		
1/4	6	200	86	1/8	3.2	275	55
1/2	13	100	42	1/8	3.2	275	55
1	25	50	21	5/32	4.0	425	85
2	51	25	11	3/16	4.8	550	110

*Las tasas de flujo de gas del plasma varían con el diámetro del orificio y con el gas usado desde unos 94 L/min (200 ft³/h) para un orificio de 3.2 mm (1/8 pulg) hasta unos 134 L/min (300 ft³/h) para un orificio de 4.8 mm (3/16 pulg). Los gases empleados son usualmente aire comprimido, nitrógeno con adiciones de hasta 10% de hidrógeno o nitrógeno con oxígeno agregado corriente abajo del electrodo (flujo dual). Se recomienda consultar al fabricante del equipo para cada aplicación.

Tabla 15.5
Fuentes de potencia para corte y acanalado con arco de carbono y aire

Tipo de corriente	Tipo de fuente de potencia	Comentarios
cc	Motorgenerador, rectificador o unidad de retícula de resistores de corriente continua	Recomendada para electrodos de todos los tamaños
cc	Motorgenerador o rectificador de potencial continua	Recomendado sólo para electrodos de 6.4 mm (1/4 pulg) o de diámetro mayor. Puede originar depósitos de carbón en el caso de electrodos pequeños. No es adecuada para sopletes automáticos con control de voltaje.
ca	Transformador de corriente continua	Recomendado sólo para electrodos de ca.
ca o cc	Corriente continua	La cc alimentada por fuentes trifásicas de transformador-rectificador resulta satisfactoria, pero la cc de fuentes monofásicas produce arcos con características indeseables. La salida de ca de unidades ca/cc es satisfactoria siempre que se utilicen electrodos de ca.

Tabla 15.6
Recomendaciones de electrodos y corriente para corte de varias aleaciones con arco de carbono y aire

Aleación	Tipo de electrodo	Tipo de corriente	Comentarios
Aceros al carbono, de baja aleación e inoxidables	cc	ccep	Apenas 50% tan eficiente como ccep
	ca	ca	
Hierros colados	ca	ccen	A la mitad del intervalo de corriente del electrodo
	ca	ca	
	cc	ccep	
Aleaciones de cobre: 60% de cobre o menos más de 60% de cobre.	cc	ccep	A corriente máxima
	ca	ca	
Aleaciones de níquel	ca	ca	
	ca	ccen	
Aleaciones de magnesio	cc	ccep	Antes de soldar hay que limpiar la superficie. La extensión del electrodo no debe exceder 100 mm (4 pulg).
	cc	ccep	
Aleaciones de aluminio			Antes de soldar hay que limpiar la superficie.

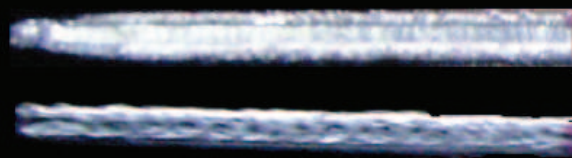
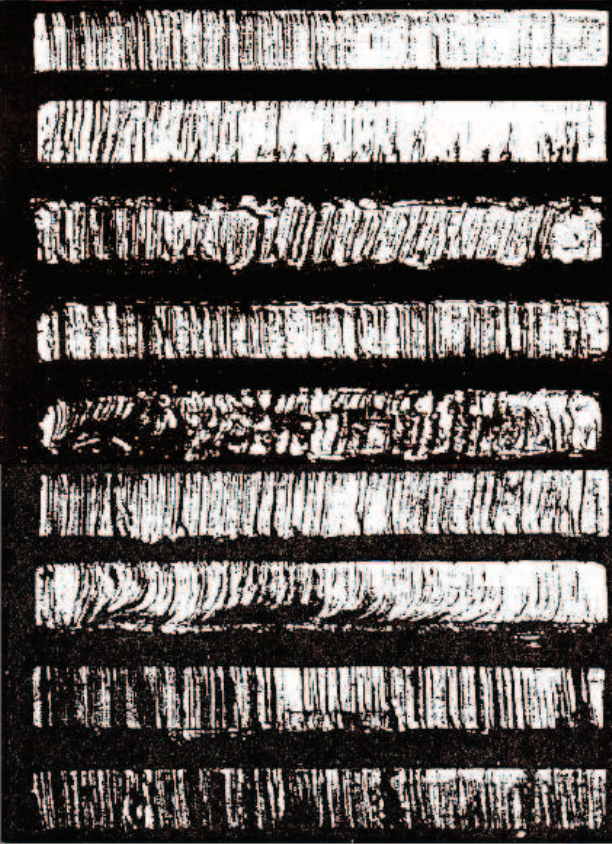
Tabla 15.7
Intervalos de corriente sugeridos para los tipos y tamaños de electrodos de CAC-A

Diámetro del electrodo		Electrodo de cc con CCEP, A		Electrodo de ca con ca, A		Electrodo de ca con CCEN, A	
pulg	mm	mín	máx	mín	máx	mín	máx
5/32	4.0	90	150	--	--	--	--
3/16	4.8	150	200	150	200	150	180
1/4	6.4	200	400	200	300	200	250
5/16	7.9	250	450	--	--	--	--
3/8	9.5	350	600	300	500	300	400
1/2	12.7	600	1000	400	600	400	500
5/8	15.9	800	1200	--	--	--	--
3/4	19.1	1200	1600	--	--	--	--
1	25.4	1800	2200	--	--	--	--

ANEXO B: HOJAS DE DATOS CORTE

ANEXO B.1: HOJAS DE DATOS CORTE OFC


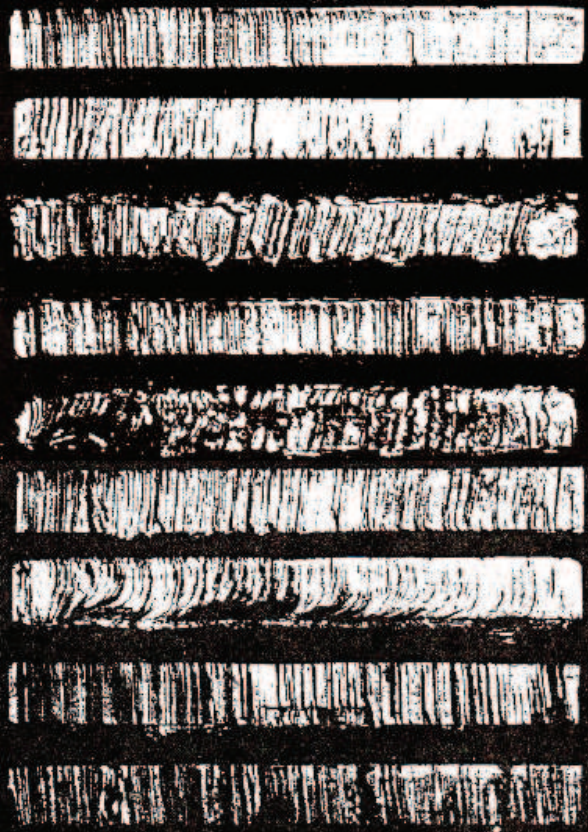
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN																												
No. Probeta: O1Q1-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009																											
2. MATERIAL	3. EQUIPO																											
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5																											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE																											
Tiempo de precalentamiento (s): 8 Tiempo de corte(s): 14 Velocidad de corte manual (mm/s): 2,82 Ancho de corte(mm): 4 Arraste(mm): 1 Longitud de corte (mm): 62																												
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte																											
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 80%;">(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas</td> <td style="width: 15%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>(2) las fiamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>(3) las fiamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td>(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td>(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8</td> <td>(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td> <td>(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	1	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input checked="" type="checkbox"/>	2	(2) las fiamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>	3	(3) las fiamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>	4	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>	5	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>	6	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>	7	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>	8	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>	9	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>
1	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input checked="" type="checkbox"/>																										
2	(2) las fiamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>																										
3	(3) las fiamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>																										
4	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>																										
5	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>																										
6	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>																										
7	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>																										
8	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>																										
9	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>																										
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde																											
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>																											

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Grietas	<input type="checkbox"/>
				Bolsas	<input type="checkbox"/>
				Otros	<input checked="" type="checkbox"/>
			Poros.....	
6.6 Deformaciones					
Medida (mm):n/a					
Dirección:n/a					


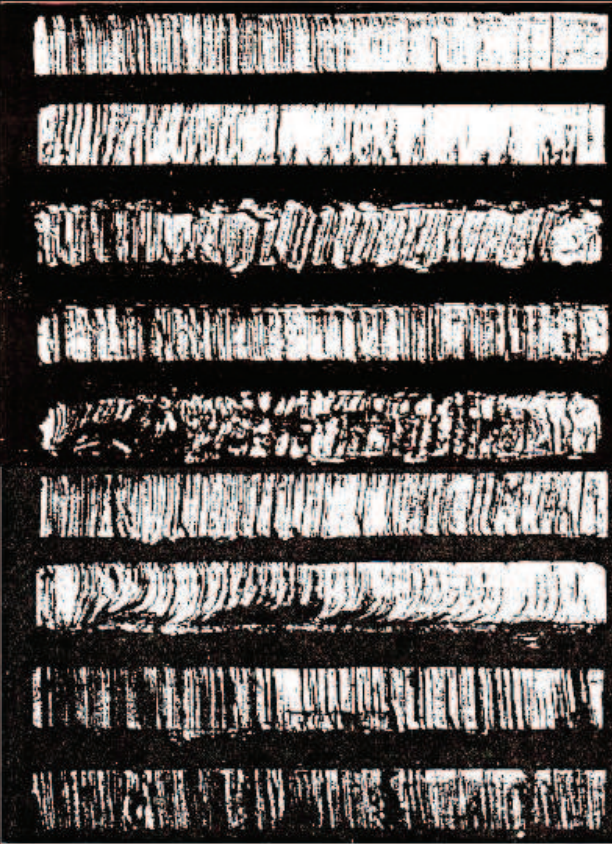
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN																												
No. Probeta: O1Q2-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009																											
2. MATERIAL	3. EQUIPO																											
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5																											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE																											
Tiempo de precalentamiento (s): 8 Tiempo de corte(s): 21 Velocidad de corte manual (mm/s): 2,24 Ancho de corte(mm): 4.3 Arraste(mm): 0.5 Longitud de corte (mm): 65																												
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte																											
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px; padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2</td> <td style="padding: 2px;">(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3</td> <td style="padding: 2px;">(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4</td> <td style="padding: 2px;">(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">5</td> <td style="padding: 2px;">(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">6</td> <td style="padding: 2px;">(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">7</td> <td style="padding: 2px;">(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular.</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">8</td> <td style="padding: 2px;">(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">9</td> <td style="padding: 2px;">(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	1	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input checked="" type="checkbox"/>	2	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>	3	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>	4	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>	5	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>	6	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>	7	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular.	<input type="checkbox"/>	8	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>	9	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>
1	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input checked="" type="checkbox"/>																										
2	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>																										
3	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>																										
4	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>																										
5	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>																										
6	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>																										
7	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular.	<input type="checkbox"/>																										
8	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>																										
9	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>																										
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde																											
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>																											
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE	(Marcar con una X)																											

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales	
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
		Grietas	<input type="checkbox"/>
		Bolsas	<input type="checkbox"/>
		OtrosPoros.....	<input checked="" type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones			
Medida (mm):n/a			
Dirección:n/a			

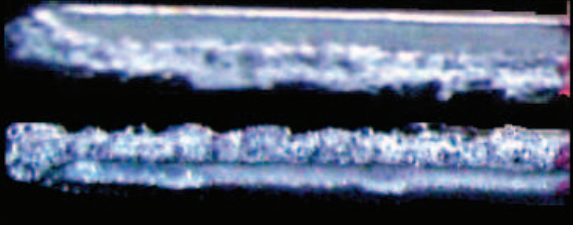
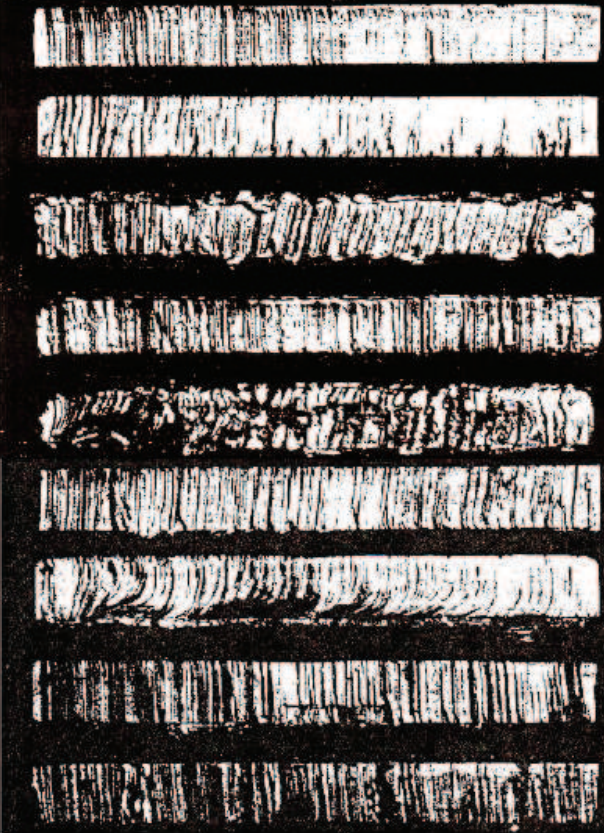
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN																												
No. Probeta: O1Q3-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009																											
2. MATERIAL	3. EQUIPO																											
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5																											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE																											
Tiempo de precalentamiento (s): 8 Tiempo de corte(s): 16 Velocidad de corte manual (mm/s): 2,91 Ancho de corte(mm): 4.3 Arraste(mm): --- Longitud de corte (mm): 70																												
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte																											
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center; vertical-align: top;">1</td> <td style="width: 85%; padding: 2px;">(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas</td> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">2</td> <td style="padding: 2px;">(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">3</td> <td style="padding: 2px;">(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">4</td> <td style="padding: 2px;">(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">5</td> <td style="padding: 2px;">(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">6</td> <td style="padding: 2px;">(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">7</td> <td style="padding: 2px;">(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">8</td> <td style="padding: 2px;">(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">9</td> <td style="padding: 2px;">(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	1	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input checked="" type="checkbox"/>	2	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>	3	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>	4	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>	5	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>	6	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>	7	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>	8	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>	9	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>
1	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input checked="" type="checkbox"/>																										
2	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>																										
3	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>																										
4	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>																										
5	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>																										
6	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>																										
7	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>																										
8	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>																										
9	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>																										
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde																											
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>																											

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Grietas	<input type="checkbox"/>
				Bolsas	<input type="checkbox"/>
				Otros	<input checked="" type="checkbox"/>
			Poros.....	
6.6 Deformaciones					
Medida (mm):n/a					
Dirección:n/a					











REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: O1Q1-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de precalentamiento (s): 15 Tiempo de corte(s): 22 Velocidad de corte manual (mm/s): 1,62 Ancho de corte(mm): 4.3 Arraste(mm): 1 Longitud de corte (mm): 60	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte
	<p>(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arraste son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas <input type="checkbox"/></p> <p>(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades exosivas de escoria adherida <input type="checkbox"/></p> <p>(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte <input type="checkbox"/></p> <p>(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte. <input type="checkbox"/></p> <p>(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arraste quedaron más marcadas <input type="checkbox"/></p> <p>(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arraste y el borde cortado es irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio <input type="checkbox"/></p>
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Grietas	<input type="checkbox"/>
				Bolsas	<input type="checkbox"/>
				Otros	<input type="checkbox"/>
			Poros.....	
6.6 Deformaciones					
Medida (mm):n/a					
Dirección:n/a					











REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: O1Q2-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Dimesiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de precalentamiento (s): 15 Tiempo de corte(s): 12 Velocidad de corte manual (mm/s): 2,4 Ancho de corte(mm): 3.6 Arraste(mm): --- Longitud de corte (mm): 66	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte
	1 (1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas <input type="checkbox"/>
	2 (2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior <input type="checkbox"/>
	3 (3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida <input type="checkbox"/>
	4 (4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte <input type="checkbox"/>
	5 (5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte. <input checked="" type="checkbox"/>
	6 (6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas <input type="checkbox"/>
	7 (7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular. <input type="checkbox"/>
	8 (8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular <input type="checkbox"/>
	9 (9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio <input type="checkbox"/>
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>	
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales	
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
		Grietas	<input type="checkbox"/>
		Bolsas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Otros	<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones			
Medida (mm):n/a			
Dirección:n/a			

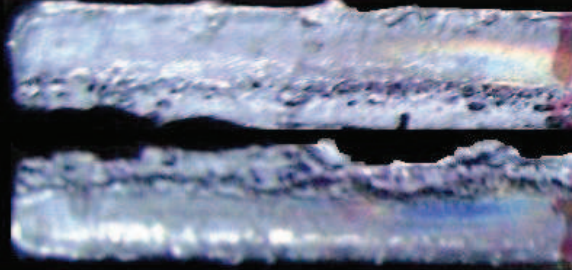
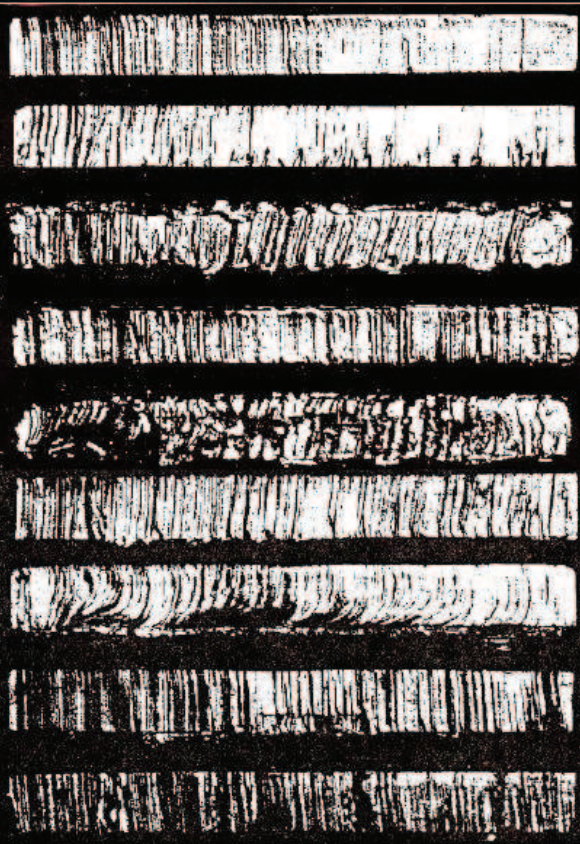
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: O1Q3-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de precalentamiento (s): 15 Tiempo de corte(s): 38 Velocidad de corte manual (mm/s): 1,32 Ancho de corte(mm): 3.5 Arraste(mm): 1.3 Longitud de corte (mm): 70	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte
 1  2  3  4  5  6  7  8  9	<p>(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas <input type="checkbox"/></p> <p>(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior <input type="checkbox"/></p> <p>(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades exoesivas de escoria adherida <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte <input type="checkbox"/></p> <p>(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte. <input type="checkbox"/></p> <p>(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas <input type="checkbox"/></p> <p>(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio <input type="checkbox"/></p>
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>	
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales	
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
		Grietas	<input type="checkbox"/>
		Bolsas	<input type="checkbox"/>
		Otros	<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones			
Medida (mm):n/a			
Dirección:n/a			

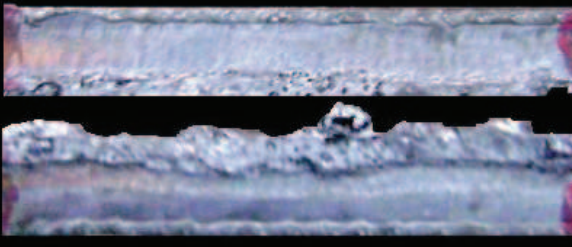
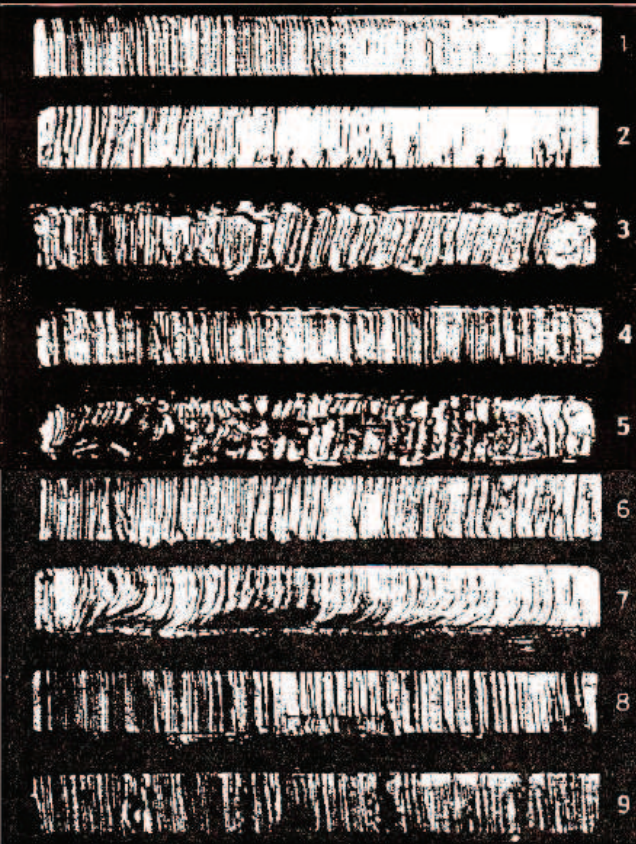
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN																			
No. Probeta: O1Q1-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009																		
2. MATERIAL	3. EQUIPO																		
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5																		
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE																		
Tiempo de precalentamiento (s): 16 Tiempo de corte(s): 22 Velocidad de corte manual (mm/s): 1,65 Ancho de corte(mm): 3.8 Arraste(mm): 1 Longitud de corte (mm): 63																			
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte																		
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%; padding: 2px;">(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1puig): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas</td> <td style="width: 20%; text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1puig): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input checked="" type="checkbox"/>	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida.	<input type="checkbox"/>	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio.	<input type="checkbox"/>
(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1puig): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>																		
(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input checked="" type="checkbox"/>																		
(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida.	<input type="checkbox"/>																		
(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>																		
(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>																		
(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>																		
(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>																		
(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>																		
(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio.	<input type="checkbox"/>																		
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde																		
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>																		

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Grietas	<input type="checkbox"/>
				Bolsas	<input type="checkbox"/>
				Otros	<input checked="" type="checkbox"/>
			Salpicaduras.....	
6.6 Deformaciones					
Medida (mm):n/a					
Dirección:n/a					

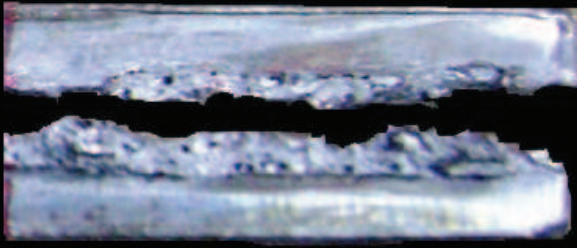









REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: O1Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de precalentamiento (s): 16 Tiempo de corte(s): 12 Velocidad de corte manual (mm/s): 2,25 Ancho de corte(mm): 4.3 Arraste(mm): 1.4 Longitud de corte (mm): 63	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte
	<p>(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas <input type="checkbox"/></p> <p>(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida <input type="checkbox"/></p> <p>(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte <input type="checkbox"/></p> <p>(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte. <input type="checkbox"/></p> <p>(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas <input type="checkbox"/></p> <p>(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio <input type="checkbox"/></p>
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Grietas	<input type="checkbox"/>
				Bolsas	<input type="checkbox"/>
				Otros	<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones					
Medida (mm):n/a					
Dirección:n/a					

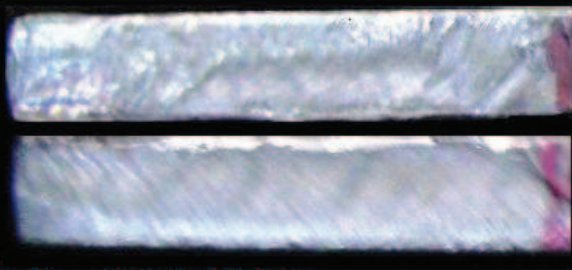
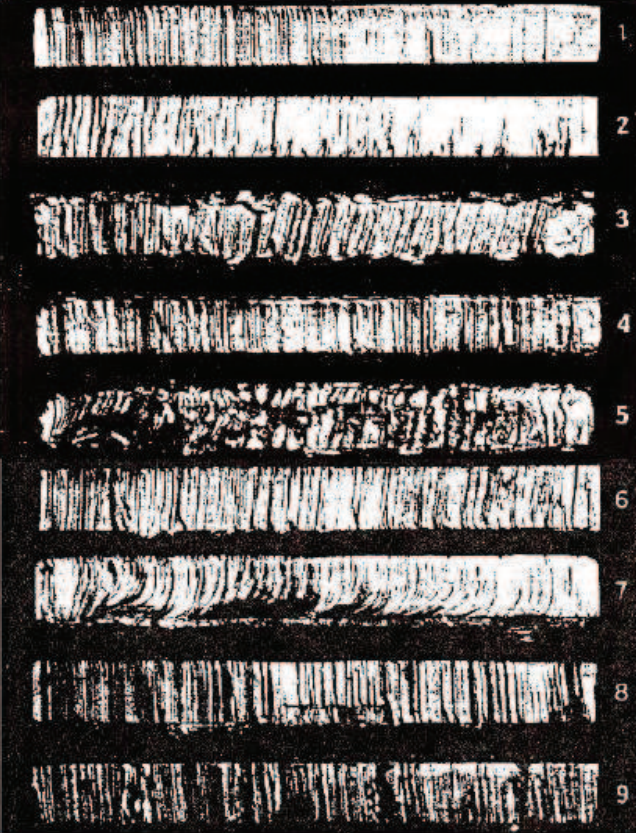
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: O1Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de precalentamiento (s): 16 Tiempo de corte(s): 37 Velocidad de corte manual (mm/s): 1,3 Ancho de corte(mm): 4.4 Arraste(mm): 0.5 Longitud de corte (mm): 70	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte
	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas <input type="checkbox"/>
	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior <input checked="" type="checkbox"/>
	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades exoesivas de escoria adherida <input type="checkbox"/>
	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte <input type="checkbox"/>
	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte. <input type="checkbox"/>
	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas <input type="checkbox"/>
	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular <input type="checkbox"/>
	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular <input type="checkbox"/>
	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio <input type="checkbox"/>
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Grietas	<input type="checkbox"/>
				Bolsas	<input type="checkbox"/>
				Otros	<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones					
Medida (mm):n/a					
Dirección:n/a					


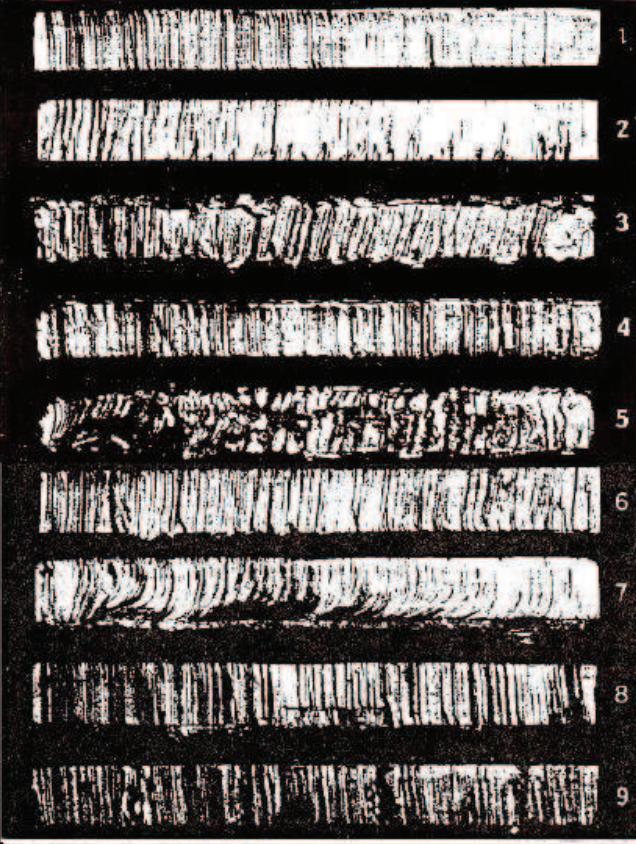
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: O4Q1-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 150	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de precalentamiento (s): 8 Tiempo de corte(s): 10 Velocidad de corte manual (mm/s): 2,77 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 0.7 Longitud de corte (mm): 50	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte
	<p>(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arraste son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas <input type="checkbox"/></p> <p>(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida <input type="checkbox"/></p> <p>(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte <input type="checkbox"/></p> <p>(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte. <input type="checkbox"/></p> <p>(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arraste quedaron más marcadas <input type="checkbox"/></p> <p>(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arraste y el borde cortado es irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio <input type="checkbox"/></p>
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales
Sí	<input type="checkbox"/>	No
		<input checked="" type="checkbox"/>
		Grietas
		Bolsas
		Otros
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones		
Medida (mm):n/a		
Dirección:n/a		

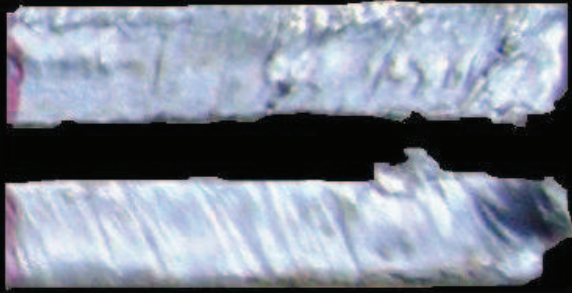

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN																												
No. Probeta: O4Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009																											
2. MATERIAL	3. EQUIPO																											
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 150	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5																											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE																											
Tiempo de precalentamiento (s): 8 Tiempo de corte(s): 17 Velocidad de corte manual (mm/s): 2 Ancho de corte(mm): 4 Arraste(mm): 1.2 Longitud de corte (mm): 50																												
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte																											
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">1</td> <td style="width: 30%; padding: 2px;">(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arraste son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas</td> <td style="width: 20%; text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">2</td> <td style="padding: 2px;">(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">3</td> <td style="padding: 2px;">(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">4</td> <td style="padding: 2px;">(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">5</td> <td style="padding: 2px;">(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">6</td> <td style="padding: 2px;">(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arraste quedaron más marcadas</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">7</td> <td style="padding: 2px;">(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arraste y el borde cortado es irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">8</td> <td style="padding: 2px;">(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">9</td> <td style="padding: 2px;">(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	1	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arraste son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>	2	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>	3	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>	4	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>	5	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>	6	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arraste quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>	7	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arraste y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>	8	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>	9	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>
1	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arraste son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>																										
2	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>																										
3	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>																										
4	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>																										
5	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>																										
6	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arraste quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>																										
7	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arraste y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>																										
8	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>																										
9	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>																										
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde																											
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>																											

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>	Grietas	<input type="checkbox"/>
				Bolsas	<input type="checkbox"/>
				Otros	<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones					
Medida (mm):n/a					
Dirección:n/a					

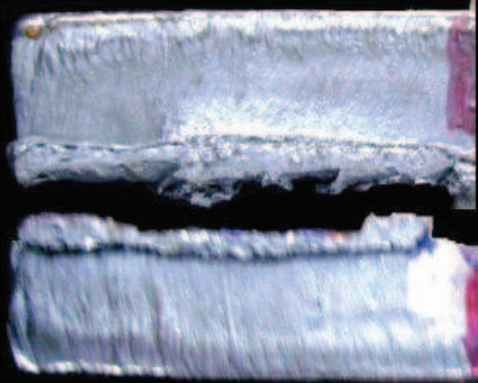
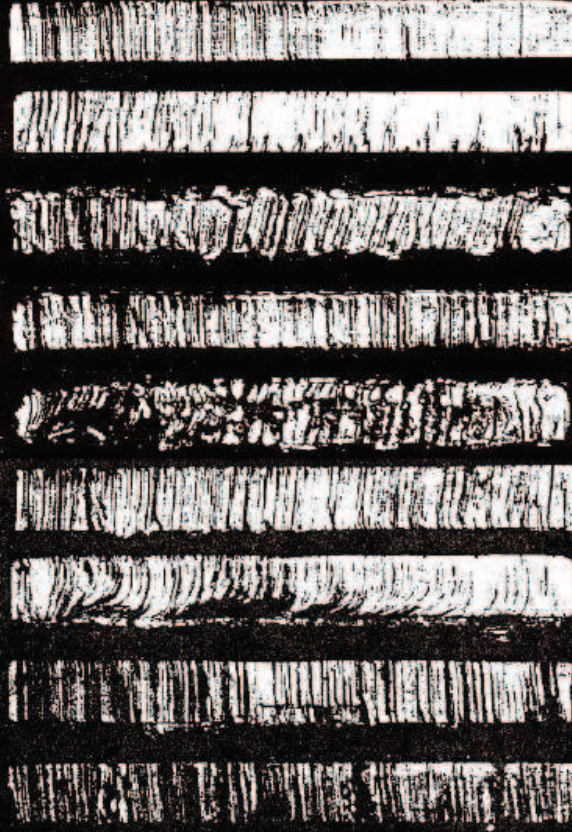
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN																			
No. Probeta: O4Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009																		
2. MATERIAL	3. EQUIPO																		
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 150	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5																		
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE																		
Tiempo de precalentamiento (s): 8 Tiempo de corte(s): 22 Velocidad de corte manual (mm/s): 1,67 Ancho de corte(mm): 4 Arraste(mm): 1.4 Longitud de corte (mm): 50																			
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte																		
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%; padding: 2px;">(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>
(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>																		
(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input type="checkbox"/>																		
(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input checked="" type="checkbox"/>																		
(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>																		
(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>																		
(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>																		
(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>																		
(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>																		
(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>																		
6.2 Apariencia Superficie	6.3 Borde																		
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>																		

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales
Sí	<input type="checkbox"/>	No
		<input checked="" type="checkbox"/>
		Grietas
		Bolsas
		Otros
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones		
Medida (mm):n/a		
Dirección:n/a		

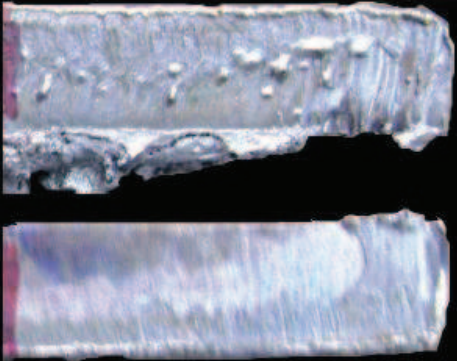

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: O4Q1-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimensiones(mm): 200 x 100	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de precalentamiento (s): 17 Tiempo de corte(s): 10 Velocidad de corte manual (mm/s): 1,78 Ancho de corte(mm): 4.3 Arraste(mm): 0.9 Longitud de corte (mm): 48	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte
	<p>(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas <input type="checkbox"/></p> <p>(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades exosivas de escoria adherida <input type="checkbox"/></p> <p>(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte <input type="checkbox"/></p> <p>(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte. <input type="checkbox"/></p> <p>(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de la líneas de arrastre quedaron más marcadas <input type="checkbox"/></p> <p>(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular. <input type="checkbox"/></p> <p>(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular <input type="checkbox"/></p> <p>(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio <input type="checkbox"/></p>

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6.2 Apariencia Superficie		6.3 Borde	
Plano	<input checked="" type="checkbox"/>	Irregular	<input type="checkbox"/>
		Cuadrado	<input checked="" type="checkbox"/>
		Socavamiento borde inferior	<input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde superior	<input type="checkbox"/>
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales	
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
		Grietas	<input type="checkbox"/>
		Bolsas	<input type="checkbox"/>
		Otros	<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones			
Medida (mm):n/a			
Dirección:n/a			

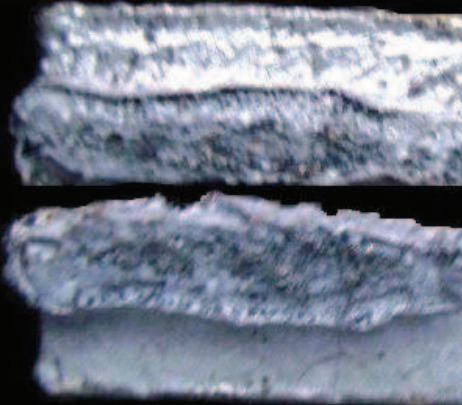
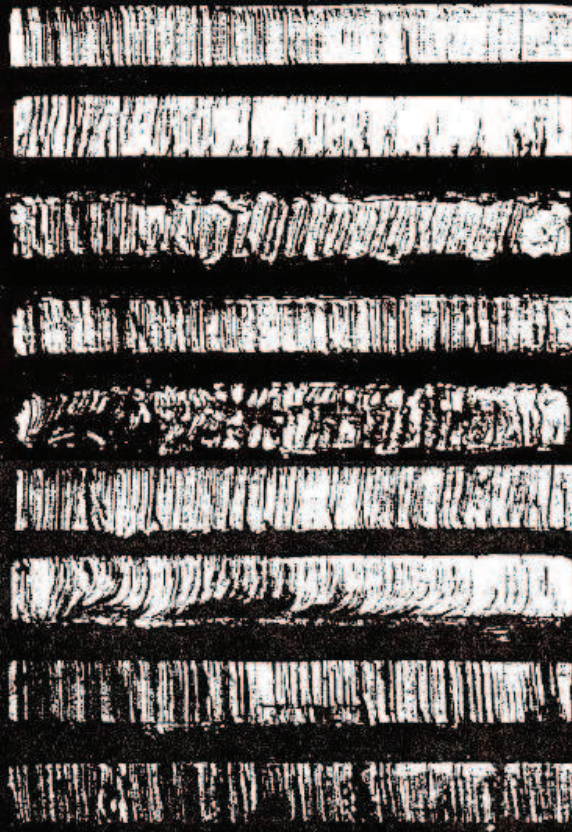
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

1. IDENTIFICACIÓN																			
No. Probeta: O4Q2-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009																		
2. MATERIAL	3. EQUIPO																		
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimensiones(mm): 200 x 100	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5																		
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE																		
Tiempo de precalentamiento (s): 17 Tiempo de corte(s): 18 Velocidad de corte manual (mm/s): 1,48 Ancho de corte(mm): 4.3 Arraste(mm): 1.3 Longitud de corte (mm): 52																			
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte																		
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%; padding: 2px;">(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas</td> <td style="width: 20%; text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input checked="" type="checkbox"/>	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input type="checkbox"/>	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>
(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>																		
(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input checked="" type="checkbox"/>																		
(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se derritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input type="checkbox"/>																		
(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se derritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>																		
(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>																		
(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>																		
(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>																		
(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>																		
(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>																		

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)

6.2 Apariencia Superficie		6.3 Borde	
Plano	<input type="checkbox"/>	Irregular	<input checked="" type="checkbox"/>
		Cuadrado	<input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde inferior	<input checked="" type="checkbox"/>
		Socavamiento borde superior	<input type="checkbox"/>
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)			
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales	
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
		Grietas	<input type="checkbox"/>
		Bolsas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Otros	<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones			
Medida (mm):n/a			
Dirección:n/a			

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)


1. IDENTIFICACIÓN																			
No. Probeta: O4Q3-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009																		
2. MATERIAL	3. EQUIPO																		
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimesiones(mm): 200 x 100	Tamaño de boquilla: 2 Presión de oxígeno corte (kpa): 25 psi Flujo de gas (l/min) Flujo de oxígeno de corte(l/min):>40 Flujo de Gas combustible (l/min):5 Fluj oxígeno precalentamiento (l/min) 21-22 Presión acetileno (psi) : 5																		
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE																		
Tiempo de precalentamiento (s): 24 Tiempo de corte(s): 24 Velocidad de corte manual (mm/s): 1 Ancho de corte(mm): 5.4 Arraste(mm): 2 Longitud de corte (mm): 48																			
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	6.1 Calidad de Corte																		
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%; padding: 2px;">(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas</td> <td style="width: 20%; text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se deritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se deritió debido a la baja velocidad de corte</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>	(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input checked="" type="checkbox"/>	(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se deritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input type="checkbox"/>	(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se deritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>	(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>	(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>	(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>	(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>	(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>
(1) Buen corte en una placa de 25 mm (1pulg): el borde es cuadrado y las líneas de arrastre son prácticamente verticales y no demasiado pronunciadas	<input type="checkbox"/>																		
(2) las flamas de precalentamiento fueron demasiado pequeñas para este corte, y la velocidad de corte fue demasiado lenta, provocando un excavado notable en la parte inferior	<input checked="" type="checkbox"/>																		
(3) las flamas de precalentamiento fueron demasiado largas, por lo que la superficie superior se deritió, el borde del corte quedó irregular y hubo cantidades excesivas de escoria adherida	<input type="checkbox"/>																		
(4) la presión de oxígeno fue demasiado baja, por lo que el borde superior se deritió debido a la baja velocidad de corte	<input type="checkbox"/>																		
(5) la presión de oxígeno fue demasiado alta y el tamaño de la boquilla demasiado pequeño, haciendo que se perdiera el control del corte.	<input type="checkbox"/>																		
(6) la velocidad de corte fue demasiado baja, por lo que las irregularidades de las líneas de arrastre quedaron más marcadas	<input type="checkbox"/>																		
(7) la velocidad de corte fue demasiado alta, por lo que hay una ruptura pronunciada en la línea de arrastre y el borde cortado es irregular	<input type="checkbox"/>																		
(8) el recorrido del soplete fue bamboleante, por lo que el borde cortado quedó ondulado e irregular	<input type="checkbox"/>																		
(9) se perdió el corte y no se tuvo cuidado para reiniciarlo, produciendo excavaciones notables en el punto de reinicio	<input type="checkbox"/>																		

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR OXICORTE (OFC)


6.2 Apariencia Superficie		6.3 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE		<i>(Marcar con una X)</i>	
6.4 Escoria		6.5 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Bolsas <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6 Deformaciones			
Medida (mm):n/a			
Dirección:n/a			

ANEXO B.2: HOJAS DE DATOS CORTE PAC


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P1Q1-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 27.3 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 21 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.26 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1 Longitud de corte (mm): 62		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros:	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P1Q2-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimesiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 27.3 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 12 Velocidad de corte manual (mm/s): 5.42 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1 Longitud de corte (mm): 65		
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P1Q3-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 27.3 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 26 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.69 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.6 Longitud de corte (mm): 70		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/>	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P1Q1-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Dimesiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 41.7 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 16 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.75 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 2 Longitud de corte (mm): 60		
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros	

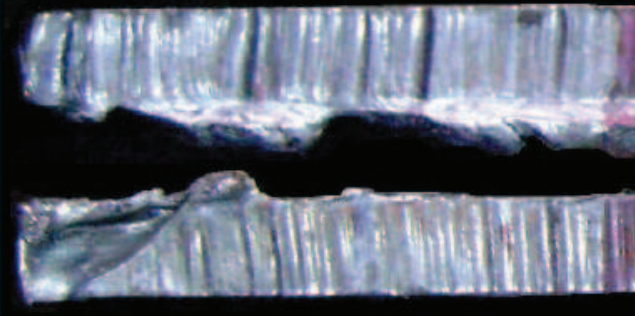
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P1Q2-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 41.7 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 26 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.54 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.5 Longitud de corte (mm): 66		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	

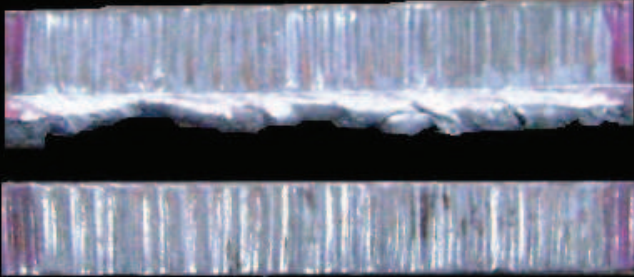
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: P1Q3-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Dimesiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8
	Corriente (A): 41.7 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 33 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.12 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 13 Longitud de corte (mm): 70	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>

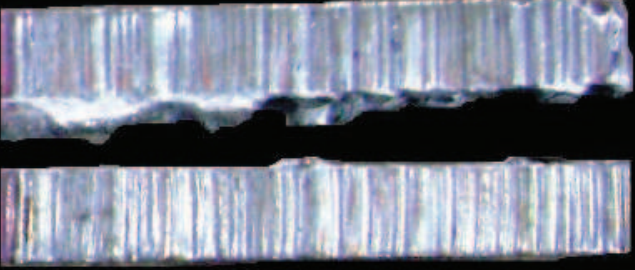
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P1Q1-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 37.9 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 17 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.70 Ancho de corte(mm): 3.1 Arraste(mm): 1.9 Longitud de corte (mm): 63		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	
	Bolsas <input type="checkbox"/>	
	Otros:	<input type="checkbox"/>

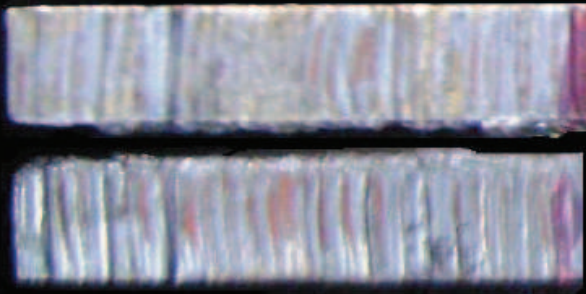
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P1Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 37.9 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 24 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.62 Ancho de corte(mm): 3.1 Arraste(mm): 1.5 Longitud de corte (mm): 63		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros:	

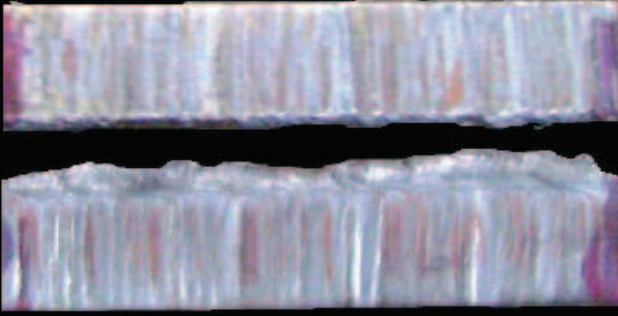
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: P1Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8
	Corriente (A): 37.9 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 32 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.19 Ancho de corte(mm): 3.1 Arraste(mm): 1.2 Longitud de corte (mm): 70	
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P4Q1-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 150	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 58 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 12 Velocidad de corte manual (mm/s): 4.16 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.2 Longitud de corte (mm): 50		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

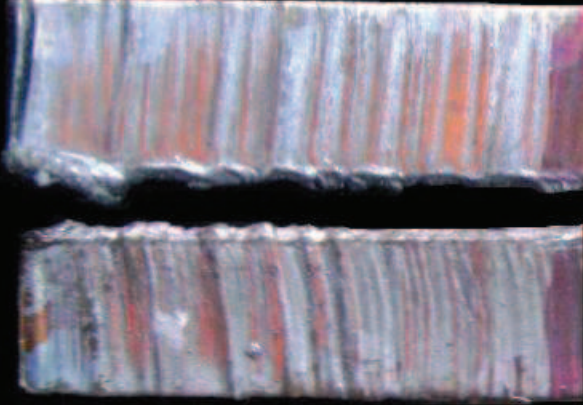
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P4Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 150	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 58 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 14 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.57 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.5 Longitud de corte (mm): 50		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P4Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 150	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 58 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 18 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.78 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.6 Longitud de corte (mm): 50		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	Bolsas <input type="checkbox"/>
	Otros:	<input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones		
Medida (mm):		
Dirección:		

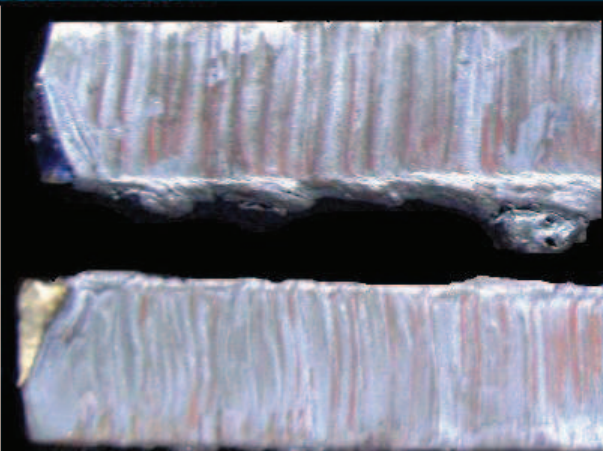
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P4Q1-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimensiones(mm): 200 x 100	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 66.1 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 10 Velocidad de corte manual (mm/s): 4.8 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.3 Longitud de corte (mm): 48		
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	Bolsas <input type="checkbox"/>
	Otros:	Otros: <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones		
Medida (mm):		
Dirección:		

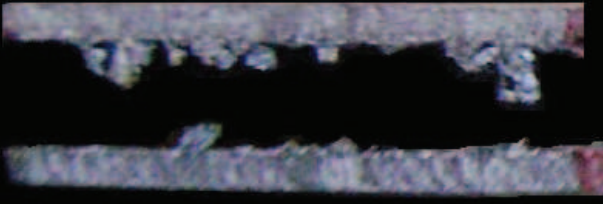
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P4Q2-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimensiones(mm): 200 x 100	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 66.1 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 17 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.06 Ancho de corte(mm): 4 Arraste(mm): 1.5 Longitud de corte (mm): 52		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	
	Bolsas <input type="checkbox"/>	
	Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm):		
Dirección:		

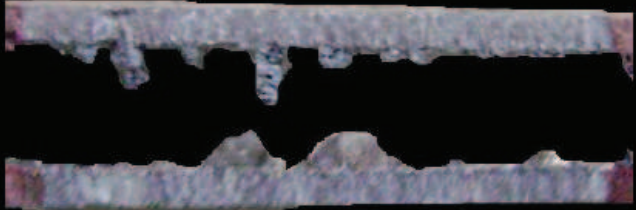
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P4Q3-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimensiones(mm): 200 x 100	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 66.1 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 8 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.69 Ancho de corte(mm): 2 Arraste(mm): 2.5 Longitud de corte (mm): 48		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

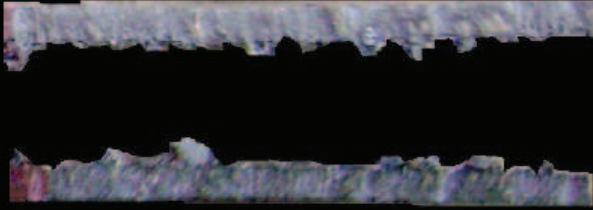
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q1-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 41.6 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 10 Velocidad de corte manual (mm/s): 6 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.3 Longitud de corte (mm): 60		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	
	Bolsas <input type="checkbox"/>	
	Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm):		
Dirección:		

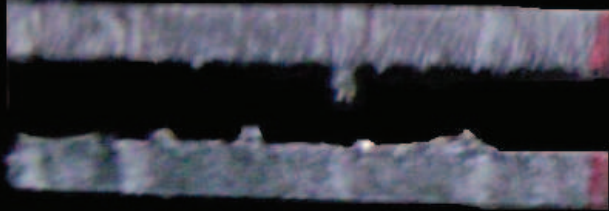
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q2-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 41.6 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 16 Velocidad de corte manual (mm/s): 4.25 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.9 Longitud de corte (mm): 68		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q3-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 41.6 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 18 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.83 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.5 Longitud de corte (mm): 69		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

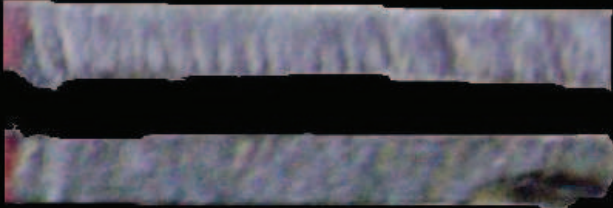
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q1-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 53.8 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 10 Velocidad de corte manual (mm/s): 6.9 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.6 Longitud de corte (mm): 69		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

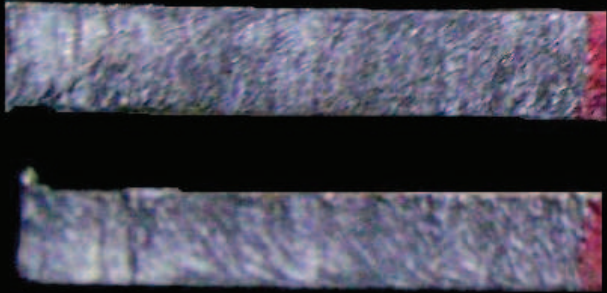
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q2-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 53.8 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 16 Velocidad de corte manual (mm/s): 4 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.8 Longitud de corte (mm): 64		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

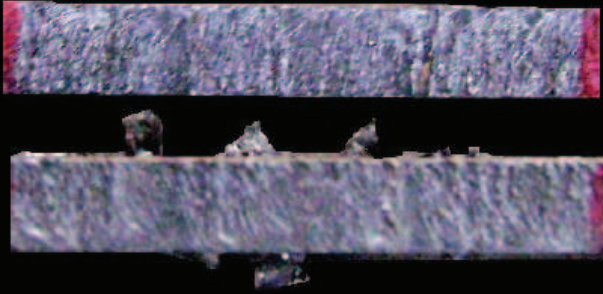
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q3-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 53.8 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 18 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.83 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.5 Longitud de corte (mm): 69		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	
	Bolsas <input type="checkbox"/>	
	Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm):		
Dirección:		

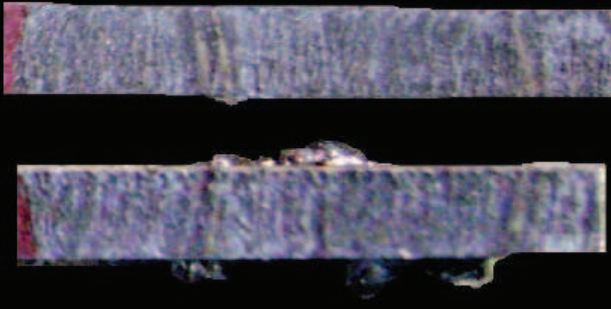
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q1-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 65.5 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 14 Velocidad de corte manual (mm/s): 4.71 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 2 Longitud de corte (mm): 66		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros Escoria adherida en la cara de corte <input checked="" type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 65.5 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 20 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.15 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.8 Longitud de corte (mm): 63		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P2Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 65.5 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 23 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.96 Ancho de corte(mm): 3 Arraste(mm): 1.5 Longitud de corte (mm): 68		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input checked="" type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

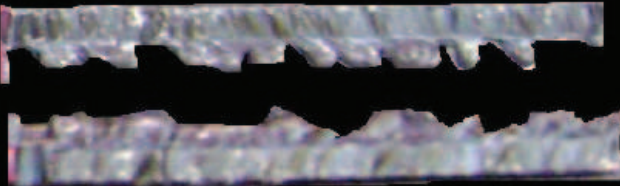
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q1-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 42.7 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 11 Velocidad de corte manual (mm/s): 6.18 Ancho de corte(mm): 4.6 Arraste(mm): 2 Longitud de corte (mm): 68		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

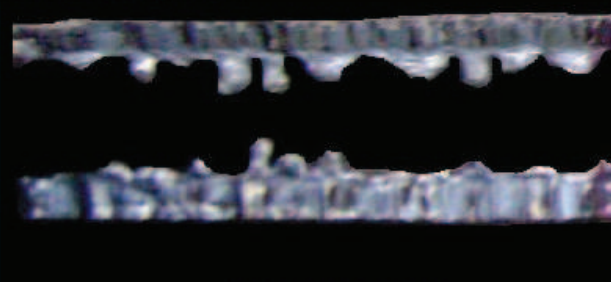
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q2-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 42.7 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 18 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.55 Ancho de corte(mm): 4.4 Arraste(mm): 2 Longitud de corte (mm): 64		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input checked="" type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q3-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 42.7 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 27 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.59 Ancho de corte(mm): 4.5 Arraste(mm): 1.8 Longitud de corte (mm): 70		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

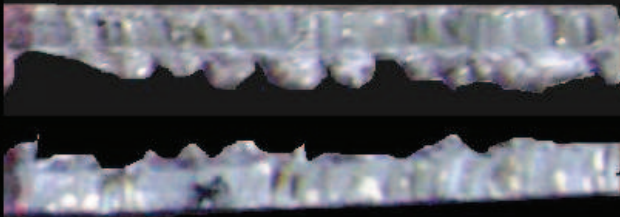
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q1-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 6 Dimesiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 42.6 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 15 Velocidad de corte manual (mm/s): 4.73 Ancho de corte(mm): 4.2 Arraste(mm): 2.1 Longitud de corte (mm): 71		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q2-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 42.6 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 14 Velocidad de corte manual (mm/s): 4.71 Ancho de corte(mm): 4.2 Arraste(mm): 2.4 Longitud de corte (mm): 66		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q3-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 42.6 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 29 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.2 Ancho de corte(mm): 3.8 Arraste(mm): 3 Longitud de corte (mm): 64		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q1-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 58.3 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 16 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.94 Ancho de corte(mm): 4.3 Arraste(mm): 0.9 Longitud de corte (mm): 63		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	Bolsas <input type="checkbox"/>
	Otros	Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones		
Medida (mm):		
Dirección:		

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

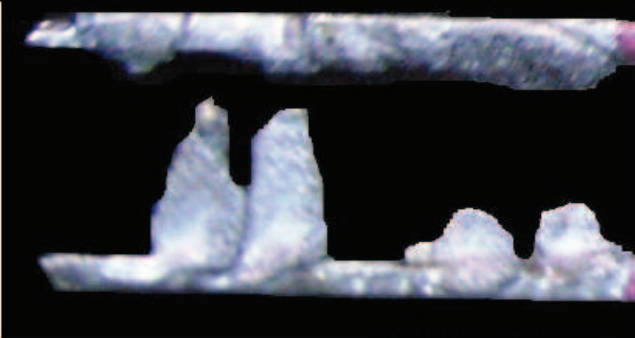
1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 58.3 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 24 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.62 Ancho de corte(mm): 4.3 Arraste(mm): 1.6 Longitud de corte (mm): 63		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>	
	Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>	
	Bolsas <input type="checkbox"/>	
	Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm):		
Dirección:		

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE POR PLASMA (PAC)

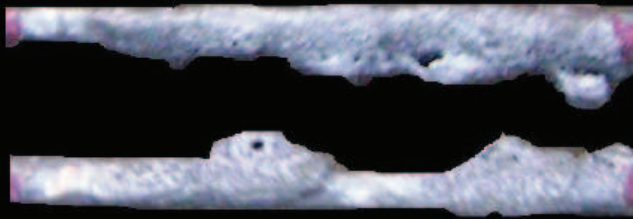
1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: P3Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009	
2. MATERIAL	3. EQUIPO	
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Miller Spectrum 750 Fuente de Potencia: DC+ Voltaje de Operación(v): DC OCV (v): 200 Diámetro de orificio (mm): 1.8	Corriente (A): 58.3 Potencia(kW): --- Gas Utilizado: aire Flujo de Gas(l/min): 30 Presión (psi): 80
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE	
Tiempo de corte(s): 28 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.25 Ancho de corte(mm): 6 Arraste(mm): 2.2 Longitud de corte (mm): 63		
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde	
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input type="checkbox"/>	
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales	
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
6.5 Deformaciones		
Medida (mm): Dirección:		

ANEXO B.3: HOJAS DE DATOS CORTE CAC-A

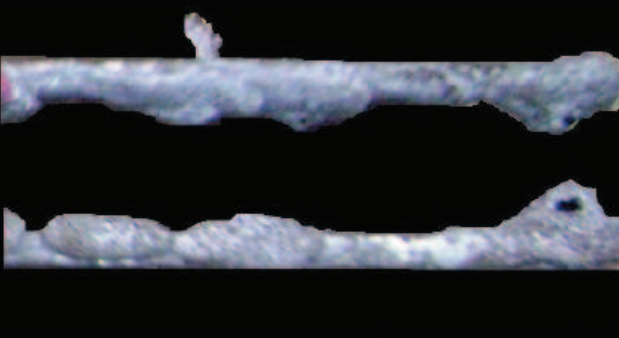
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN											
No. Probeta: C1Q1-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009										
2. MATERIAL	3. EQUIPO										
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	<table border="1"> <tr> <td>Marca: Lincoln</td> <td>Presión de aire (psi): 80</td> </tr> <tr> <td>Tipo de electrodo(ca,cc): cc</td> <td>Flujo de Aire(l/min):</td> </tr> <tr> <td>Φ electrodo (mm): 4.8</td> <td>Amperaje (A):150-200</td> </tr> <tr> <td>Tipo de corriente: DC+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Soplete: AG*</td> <td></td> </tr> </table>	Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80	Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):	Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200	Tipo de corriente: DC+		Tipo de Soplete: AG*	
Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80										
Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):										
Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200										
Tipo de corriente: DC+											
Tipo de Soplete: AG*											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE										
Tiempo de corte(s): 15 Velocidad de corte manual (mm/s): 4.13 Ancho de corte(mm): 7 Arraste(mm): 4.5 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 62											
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)											
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde										
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>										
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales										
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>										
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada										
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>										
*AG= Aplicación general											


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C1Q2-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 5 Velocidad de corte manual (mm/s): 13 Ancho de corte(mm): 4.5-6 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 65	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (carburizado) : <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN											
No. Probeta: C1Q3-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009										
2. MATERIAL	3. EQUIPO										
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	<table border="1"> <tr> <td>Marca: Lincoln</td> <td>Presión de aire (psi): 80</td> </tr> <tr> <td>Tipo de electrodo(ca,cc): cc</td> <td>Flujo de Aire(l/min):</td> </tr> <tr> <td>Φ electrodo (mm): 4.8</td> <td>Amperaje (A):150-200</td> </tr> <tr> <td>Tipo de corriente: DC+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Soplete: AG*</td> <td></td> </tr> </table>	Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80	Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):	Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200	Tipo de corriente: DC+		Tipo de Soplete: AG*	
Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80										
Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):										
Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200										
Tipo de corriente: DC+											
Tipo de Soplete: AG*											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE										
Tiempo de corte(s): 7 Velocidad de corte manual (mm/s): 10 Ancho de corte(mm): 4.5-6 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 70											
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)											
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde										
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>										
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales										
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>										
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada										
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>										
*AG= Aplicación general											

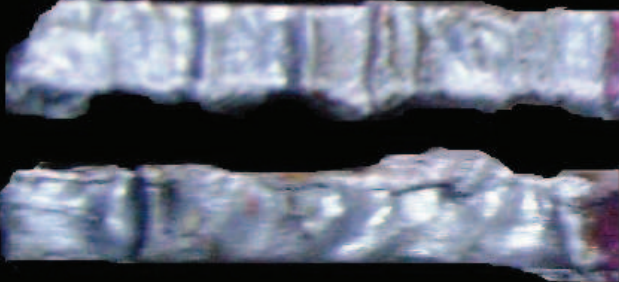
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN		
No. Probeta: C1Q2-6		Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL		3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono	Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80
Composición: 0.15 - 0.2 %C	Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):
Espesor(mm): 6	Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200
Dimensiones(mm): 200 x 200	Tipo de corriente: DC+	
	Tipo de Soplete: AG*	
4. PROCESO DE CORTE		5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 10 Velocidad de corte manual (mm/s): 6.6 Ancho de corte(mm): 9 Arraste(mm): -- Ángulo de arraste: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 66		
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)		
6.1 Apariencia Superficial		6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>		Cuadrado <input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/>
		Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria		6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Grietas <input type="checkbox"/>
		Bolsas <input type="checkbox"/>
		Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones		6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a		Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/>
Dirección:n/a		Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general		

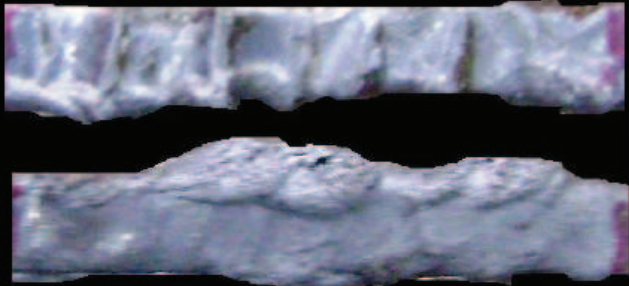
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN											
No. Probeta: C1Q3-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009										
2. MATERIAL	3. EQUIPO										
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Dimesiones(mm): 200 x 200	<table border="1"> <tr> <td>Marca: Lincoln</td> <td>Presión de aire (psi): 80</td> </tr> <tr> <td>Tipo de electrodo(ca,cc): cc</td> <td>Flujo de Aire(l/min):</td> </tr> <tr> <td>Φ electrodo (mm): 4.8</td> <td>Amperaje (A):150-200</td> </tr> <tr> <td>Tipo de corriente: DC+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Soplete: AG*</td> <td></td> </tr> </table>	Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80	Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):	Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200	Tipo de corriente: DC+		Tipo de Soplete: AG*	
Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80										
Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):										
Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200										
Tipo de corriente: DC+											
Tipo de Soplete: AG*											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE										
Tiempo de corte(s): 18 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.88 Ancho de corte(mm): 9 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 70											
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)											
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde										
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>										
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales										
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>										
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada										
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>										
*AG= Aplicación general											


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C1Q1-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 48 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.31 Ancho de corte(mm): 6 Arraste(mm): 8 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 63	
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C1Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 56 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.12 Ancho de corte(mm): 5 Arraste(mm): 8 Ángulo de arraste: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 63	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C1Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 45 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.55 Ancho de corte(mm): 5 Arraste(mm): 8 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 70	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN											
No. Probeta: C4Q1-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009										
2. MATERIAL	3. EQUIPO										
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 150	<table border="1"> <tr> <td>Marca: Lincoln</td> <td>Presión de aire (psi): 80</td> </tr> <tr> <td>Tipo de electrodo(ca,cc): cc</td> <td>Flujo de Aire(l/min):</td> </tr> <tr> <td>Φ electrodo (mm): 4.8</td> <td>Amperaje (A):150-200</td> </tr> <tr> <td>Tipo de corriente: DC+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Soplete: AG*</td> <td></td> </tr> </table>	Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80	Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):	Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200	Tipo de corriente: DC+		Tipo de Soplete: AG*	
Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80										
Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):										
Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200										
Tipo de corriente: DC+											
Tipo de Soplete: AG*											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE										
Tiempo de corte(s): 26 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.92 Ancho de corte(mm): 4.2 Arraste(mm): 4.6 Ángulo de arraste: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 50											
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)											
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde										
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>										
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales										
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>										
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada										
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>										
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>*AG= Aplicación general</p> </div>											

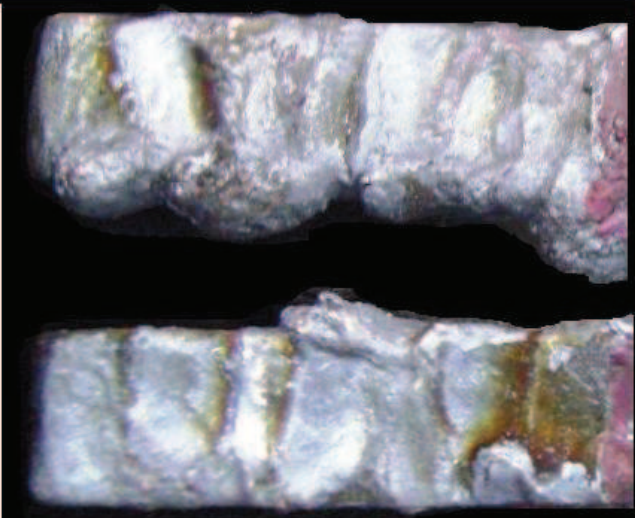
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN											
No. Probeta: C4Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009										
2. MATERIAL	3. EQUIPO										
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 150	<table border="1"> <tr> <td>Marca: Lincoln</td> <td>Presión de aire (psi): 80</td> </tr> <tr> <td>Tipo de electrodo(ca,cc): cc</td> <td>Flujo de Aire(l/min):</td> </tr> <tr> <td>Φ electrodo (mm): 4.8</td> <td>Amperaje (A):150-200</td> </tr> <tr> <td>Tipo de corriente: DC+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Soplete: AG*</td> <td></td> </tr> </table>	Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80	Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):	Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200	Tipo de corriente: DC+		Tipo de Soplete: AG*	
Marca: Lincoln	Presión de aire (psi): 80										
Tipo de electrodo(ca,cc): cc	Flujo de Aire(l/min):										
Φ electrodo (mm): 4.8	Amperaje (A):150-200										
Tipo de corriente: DC+											
Tipo de Soplete: AG*											
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE										
Tiempo de corte(s): 28 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.78 Ancho de corte(mm): 4.2 Arraste(mm): 5.1 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 50											
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)											
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde										
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>										
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales										
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>										
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada										
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>										
*AG= Aplicación general											

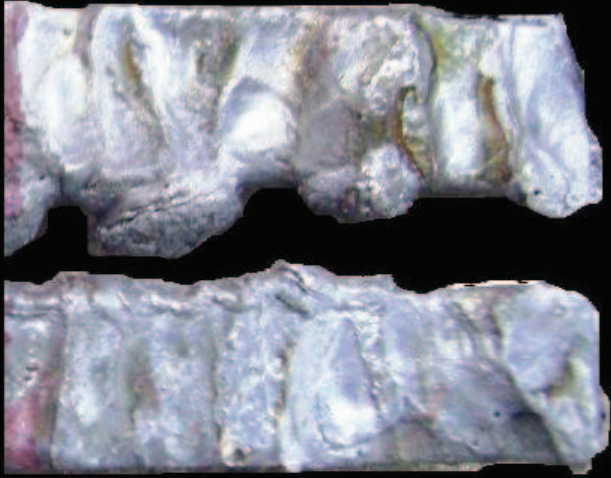
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C4Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Dimesiones(mm): 200 x 150	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 20 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.5 Ancho de corte(mm): 4.6 Arraste(mm): 6 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 50	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (carburizado): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	

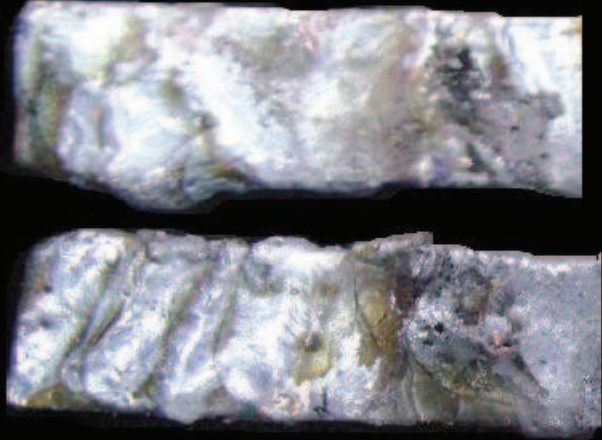
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C4Q1-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimensiones(mm): 200 x 100	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 48 Velocidad de corte manual (mm/s): 1 Ancho de corte(mm): 5.3 Arraste(mm): 4 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 48	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (carburizado) : <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	

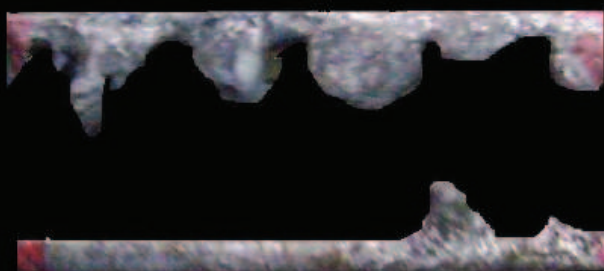
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C4Q2-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimesiones(mm): 200 x 100	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 47 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.11 Ancho de corte(mm): 5.8 Arraste(mm): 4.8 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 52	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/>
	Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/>
	Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/>
	Bolsas <input type="checkbox"/>
	Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (carburizado) : <input checked="" type="checkbox"/>
	Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
<p>*AG= Aplicación general</p>	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C4Q3-15	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Dimensiones(mm): 200 x 100	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 47 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.02 Ancho de corte(mm): 10 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 48	
6. EVALUACION CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (carburizado) : <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C2Q2-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 9 Velocidad de corte manual (mm/s): 7.55 Ancho de corte(mm): 5.2 Arraste(mm): 2 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 68	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C2Q3-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 13 Velocidad de corte manual (mm/s): 5.3 Ancho de corte(mm): 4.7 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 69	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	

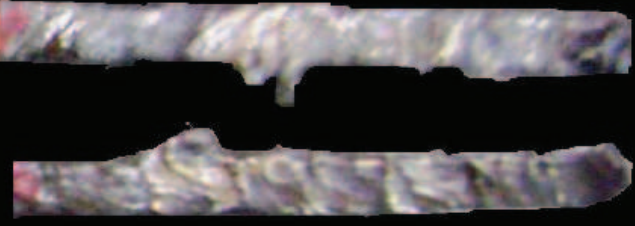
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C2Q1-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 16 Velocidad de corte manual (mm/s): 4.25 Ancho de corte(mm): 7.9 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 68	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C2Q2-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 29 Velocidad de corte manual (mm/s): 2.2 Ancho de corte(mm): 7.5 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 64	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C2Q3-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 40 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.55 Ancho de corte(mm): 7.5 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 62	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (carburizado) : <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	

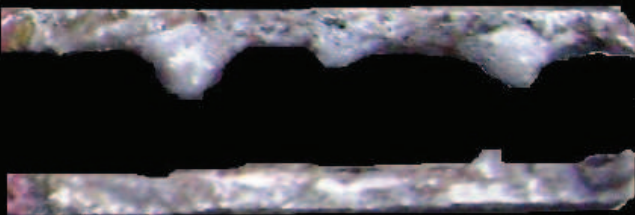
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C2Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 59 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.07 Ancho de corte(mm): 4 Arraste(mm): 4.2 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 63	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C2Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Acero inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 70 Velocidad de corte manual (mm/s): 0.97 Ancho de corte(mm): 4 Arraste(mm): 6.8 Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 68	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	


REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C3Q3-4	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 4 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 18 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.89 Ancho de corte(mm): 7.7 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 70	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
<p>*AG= Aplicación general</p>	

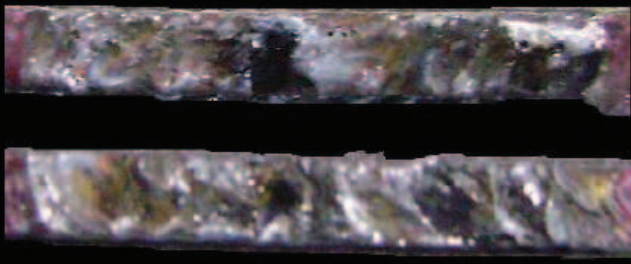
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C3Q1-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 23 Velocidad de corte manual (mm/s): 3.08 Ancho de corte(mm): 6.5 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 71	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	

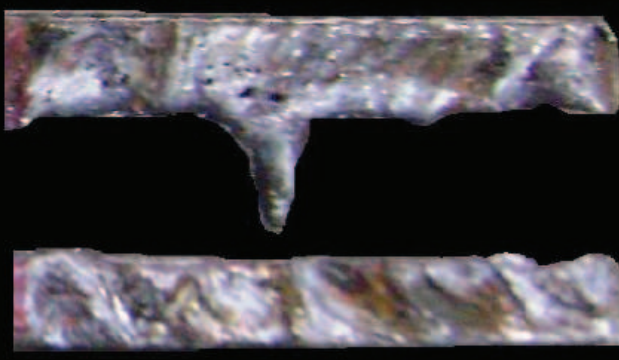
REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)

1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C3Q3-6	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 6 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 16 Velocidad de corte manual (mm/s): 4 Ancho de corte(mm): 7.3 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 64	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (carburizado) : <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)




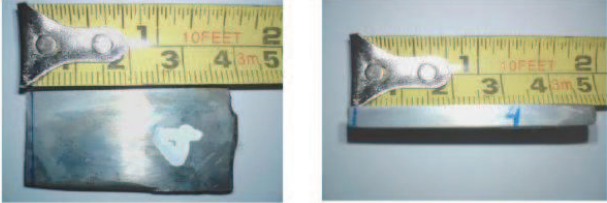


1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C3Q2-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 10 Dimensiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 68 Velocidad de corte manual (mm/s): 0.93 Ancho de corte(mm): 3.2 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 63	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	

REGISTRO DE PRUEBAS DE CORTE CON ARCO DE CARBONO Y AIRE (CAC-A)







1. IDENTIFICACIÓN	
No. Probeta: C3Q3-10	Fecha: 10 de Noviembre de 2009
2. MATERIAL	3. EQUIPO
Material: Hierro fundido Composición: > 2 %C Espesor(mm): 10 Dimesiones(mm): 200 x 200	Marca: Lincoln Tipo de electrodo(ca,cc): cc Φ electrodo (mm): 4.8 Tipo de corriente: DC+ Tipo de Soplete: AG*
Presión de aire (psi): 80 Flujo de Aire(l/min): Amperaje (A):150-200	
4. PROCESO DE CORTE	5. PERFIL DE CORTE
Tiempo de corte(s): 38 Velocidad de corte manual (mm/s): 1.66 Ancho de corte(mm): 3.2 Arraste(mm): -- Ángulo de arrastre: 70° - 80° Longitud de corte (mm): 63	
6. EVALUACIÓN CALIDAD DE CORTE (Marcar con una X)	
6.1 Apariencia Superficial	6.2 Borde
Plano <input type="checkbox"/> Irregular <input checked="" type="checkbox"/>	Cuadrado <input type="checkbox"/> Socavamiento borde inferior <input checked="" type="checkbox"/> Socavamiento borde superior <input checked="" type="checkbox"/>
6.3 Escoria	6.4 Defectos Superficiales
Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Grietas <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
6.5 Deformaciones	6.6 Color Superficie Cortada
Medida (mm):n/a Dirección:n/a	Gris Negro Mate (<i>carburizado</i>): <input checked="" type="checkbox"/> Azul Brillante: <input type="checkbox"/>
*AG= Aplicación general	

ANEXO C: HOJAS DE DATOS MACROGRAFÍAS

REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: O1Q1-4 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 1,7 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O1Q2-4 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 2,1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O1Q3-4 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 2,1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P1Q1-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 1,25 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P1Q2-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P1Q3-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 1,7 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	







REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: C1Q1-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 3,25 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C1Q2-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C1Q3-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O1Q1-6 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 2,85 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O1Q2-6 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 1,7 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O1Q3-6 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 6,3 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	


REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: P1Q1-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 1,7 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P1Q2-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 1,9 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P1Q3-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 1,45 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C1Q1-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 5,9 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C1Q2-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 3,35 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C1Q3-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 4,6 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	







REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: O1Q1-10 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,05 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O1Q2-10 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 0,9 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O1Q3-10 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 4,3 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P1Q1-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2,25 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P1Q2-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,4 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P1Q3-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2,1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	







REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: C1Q1-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2,2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C1Q2-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2,63 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C1Q3-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero de bajo carbono Composición: 0.15 - 0.2 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 3,3 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q1-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 2,4 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q2-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 1,25 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q3-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 1,3 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	




REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: C2Q1-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 2,05 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C2Q2-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 2,7 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C2Q3-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 4 Medida del tinte de calor (mm): 2,2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q1-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 1,5 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q2-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 2,5 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q3-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 1,35 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	

REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: C2Q1-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 4 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C2Q2-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 2,2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C2Q3-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 6 Medida del tinte de calor (mm): 1,6 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q1-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2,2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q2-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2,1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P2Q3-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,25 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	






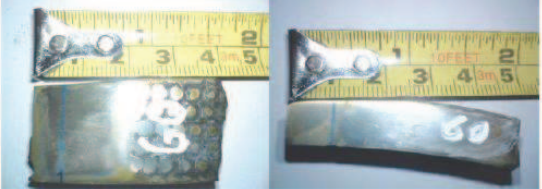
REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: C2Q1-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,15 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C2Q2-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,8 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C2Q3-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q1-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,5 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q2-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,4 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q3-4 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: fundición nodular Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	







REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: C3Q1-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,35 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C3Q2-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 0,9 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C3Q3-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,3 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q1-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q2-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q3-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	







REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: C3Q1-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 3,1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C3Q2-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 2,2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C3Q3-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 3,15 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q1-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q2-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P3Q3-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 8 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	







REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: C3Q1-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 4,8 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C3Q2-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 2,5 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C3Q3-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Hierro Fundido Composición: Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 2,55 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O4Q1-10 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 3,45 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O4Q2-10 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2,7 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O4Q3-10 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 3,45 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	

REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: P4Q1-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,45 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P4Q2-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 1,5 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P4Q3-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C4Q1-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C4Q2-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2,7 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: C4Q3-10 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 10 Medida del tinte de calor (mm): 2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	

REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO



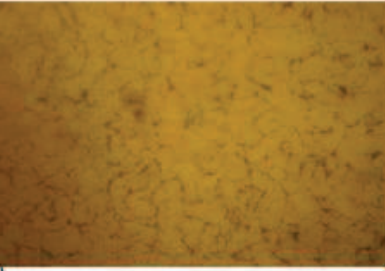
IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
No. Probeta: O4Q1-15 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero medio carbono Composición: 0,45 - 0,5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 4,23 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O4Q2-15 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero medio carbono Composición: 0,45 - 0,5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 3,4 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: O4Q3-15 Proceso de Corte: Oxicorte Material: Acero medio carbono Composición: 0,45 - 0,5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 4,3 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P4Q1-15 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero medio carbono Composición: 0,45 - 0,5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P4Q2-15 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero medio carbono Composición: 0,45 - 0,5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 1,5 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	
No. Probeta: P4Q3-15 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero medio carbono Composición: 0,45 - 0,5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 2,2 Fecha: 22 de Diciembre de 2009	

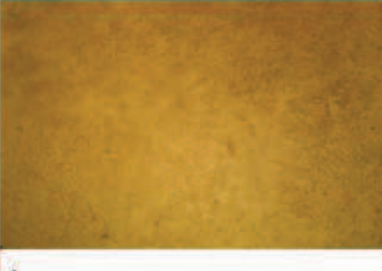


REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

IDENTIFICACIÓN	MACROGRAFÍA (ZAC)
<p>No. Probeta: C4Q1-15 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 3 Fecha: 22 de Diciembre de 2009</p>	
<p>No. Probeta: C4Q2-15 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 1,8 Fecha: 22 de Diciembre de 2009</p>	
<p>No. Probeta: C4Q3-15 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero medio carbono Composición: 0.45 - 0.5 %C Espesor(mm): 15 Medida del tinte de calor (mm): 2,1 Fecha: 22 de Diciembre de 2009</p>	

**ANEXO D: HOJAS DE DATOS
METALOGRAFÍAS**

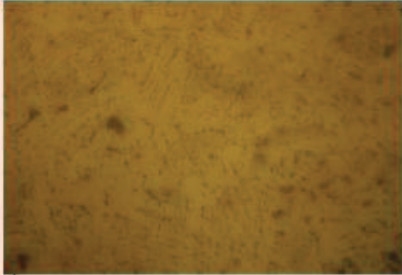
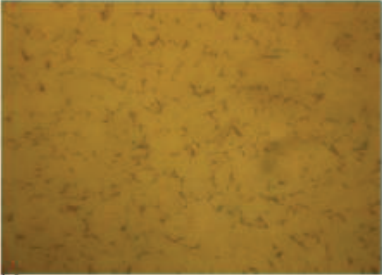
REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: O1Q3-4	Composición: 0.15 - 0.2 %C	
Proceso de Corte: Oxycorte	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero de bajo carbono	Fecha: 7 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: P1Q2-4	Composición: 0.15 - 0.2 %C	
Proceso de Corte: Plasma	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero de bajo carbono	Fecha: 7 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		


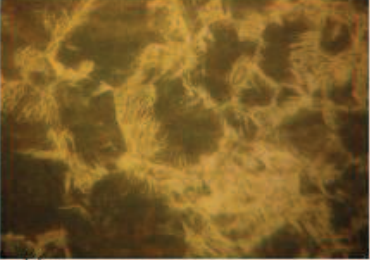

REGISTRO ANÁLISIS METALOGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL	
No. Probeta: C1Q2-4	Composición: 0.15 - 0.2 %C
Proceso de Corte: Arcair	Reactivo utilizado: Nital al 2%
Material: Acero de bajo carbono	Fecha: 7 de Enero de 2010

2. METALOGRAFÍA	
	
a) Aumento: 400X	b) Aumento:400X







3. OBSERVACIONES	
a) Zona Afectada Térmicamente a 400X y b) Material original a 400X	

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL	
No. Probeta: O1Q1-6	Composición: 0.15 - 0.2 %C
Proceso de Corte: Oxicorte	Reactivo utilizado: Nital al 2%
Material: Acero de bajo carbono	Fecha: 7 de Enero de 2010

2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X

3. OBSERVACIONES	
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X	

REGISTRO ANÁLISIS METALOGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: P1Q1-6	Composición: 0.15 - 0.2 %C	
Proceso de Corte: Plasma	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero de bajo carbono	Fecha: 7 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: C1Q2-6	Composición: 0.15 - 0.2 %C	
Proceso de Corte: Arcair	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero de bajo carbono	Fecha: 7 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

REGISTRO ANÁLISIS METALOGRAFICO

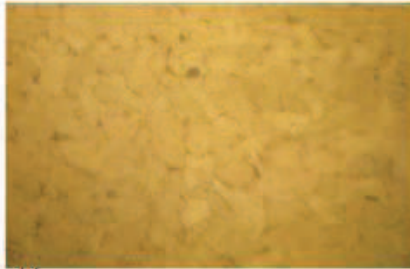
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL

No. Probeta: O1Q3-10 Composición: 0.15 - 0.2 %C
Proceso de Corte: Oxícorte Reactivo utilizado: Nital al 2%
Material: Acero de bajo carbono Fecha: 8 de Enero de 2010

2. METALOGRAFÍA



a)
Aumentos: 400X



b)
Aumentos:400X

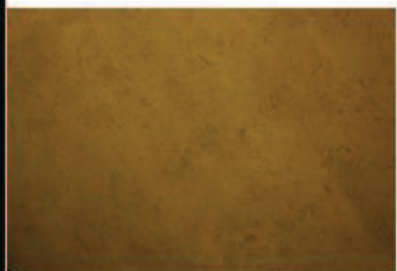
3. OBSERVACIONES

a) Zona Afectada Térmicamente a 400X y b) Material original a 400X

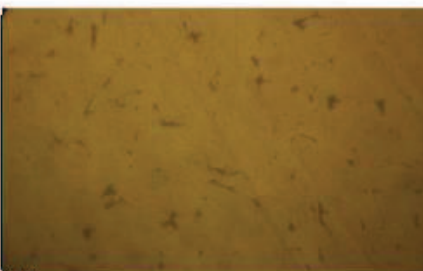
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL

No. Probeta: P1Q1-10 Composición: 0.15 - 0.2 %C
Proceso de Corte: Plasma Reactivo utilizado: Nital al 2%
Material: Acero de bajo carbono Fecha: 8 de Enero de 2010

2. METALOGRAFÍA



a)
Aumentos: 400X

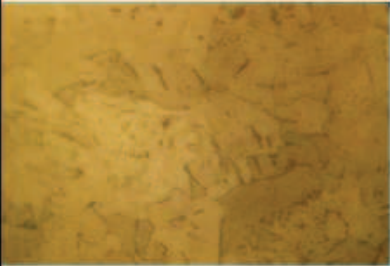
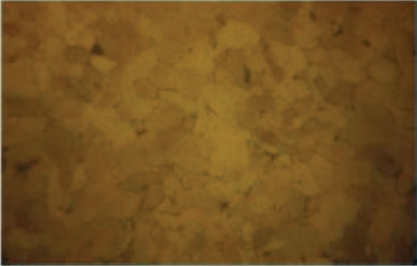




b)
Aumentos:400X

3. OBSERVACIONES

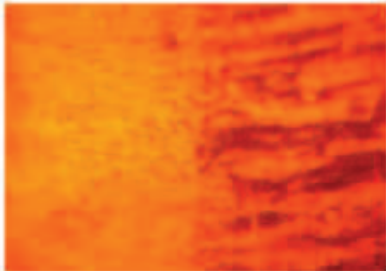

a) Zona Afectada Térmicamente a 400X y b) Material original a 400X

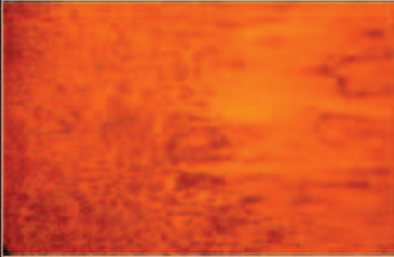


REGISTRO ANÁLISIS METALOGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL	
No. Probeta: C1Q3-10	Composición: 0.15 - 0.2 %C
Proceso de Corte: Arcair	Reactivo utilizado: Nital al 2%
Material: Acero de bajo carbono	Fecha: 8 de Enero de 2010
2. METALOGRAFÍA	
	
a) Aumentos: 400X	b) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES	
a) Zona Afectada Térmicamente a 400X y b) Material original a 400X	


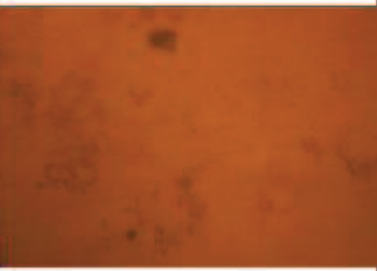
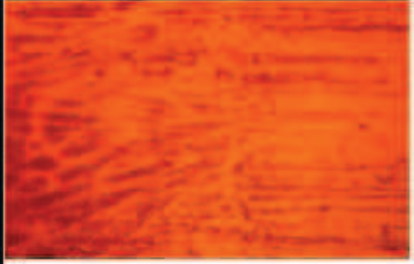

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL	
No. Probeta: P2Q1-4	Composición:
Proceso de Corte: Plasma	Reactivo utilizado: Marble
Material: Acero Inoxidable	Fecha: 8 de Enero de 2010
2. METALOGRAFÍA	
	
a) Aumentos: 400X	b) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES	
a) Zona Afectada Térmicamente a 400X y b) Material original a 400X	

REGISTRO ANÁLISIS METALOGRÁFICO

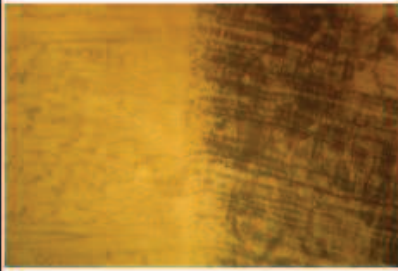

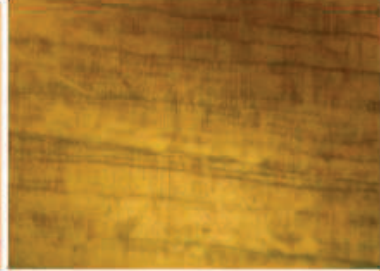
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL	
No. Probeta: C2Q2-4 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable	Composición: Reactivo utilizado: Marble Fecha: 8 de Enero de 2010
2. METALOGRAFÍA	
	
a) Aumentos: 400X	b) Aumentos: 400X
3. OBSERVACIONES	
a) Zona Afectada Térmicamente a 400X y b) Material original a 400X	

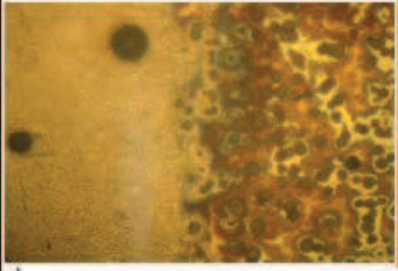
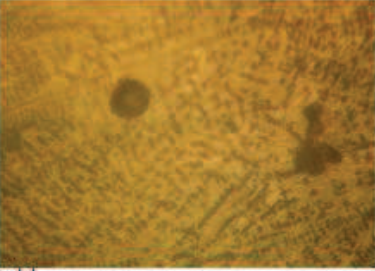
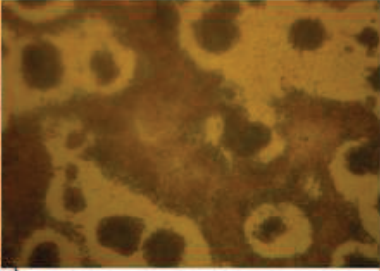
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: P2Q2-6 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable	Composición: Reactivo utilizado: Marble Fecha: 8 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos: 400X	b) Aumentos: 400X	c) Aumentos: 400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 400X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

REGISTRO ANÁLISIS METALOGRAFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: C2Q1-6 Proceso de Corte: Arcair Material: Acero Inoxidable	Composición: Reactivo utilizado: Marble Fecha: 11 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:400X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: P2Q2-10 Proceso de Corte: Plasma Material: Acero Inoxidable	Composición: Reactivo utilizado: Marble Fecha: 11 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos: 400X	b) Aumentos:400X	
3. OBSERVACIONES		
a) Zona Afectada Térmicamente a 400X y b) Material original a 400X		

REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: C2Q1-10	Composición:	
Proceso de Corte: Arcair	Reactivo utilizado: Marble	
Material: Acero Inoxidable	Fecha: 11 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:400X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 400X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: P3Q1-4	Composición:	
Proceso de Corte: Plasma	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Hierro Fundido	Fecha: 11 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:400X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 400X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

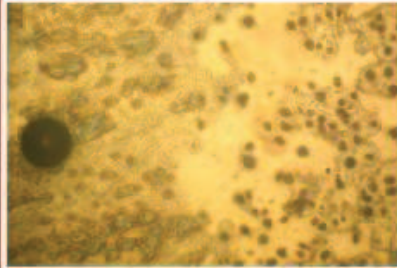
REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL

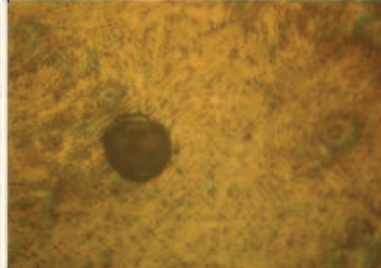
No. Probeta: C3Q1-4
Proceso de Corte: Arcair
Material: Hierro Fundido

Composición:
Reactivo utilizado: Nital al 2%
Fecha: 11 de Enero de 2010

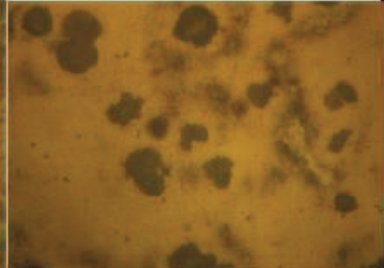
2. METALOGRAFÍA



a)
Aumentos:400X



b)
Aumentos:400X



c)
Aumentos:400X

3. OBSERVACIONES

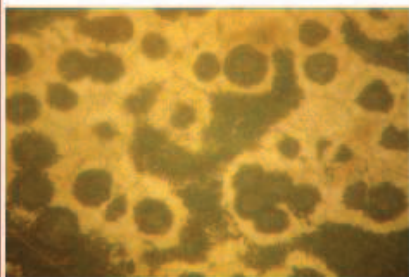
a) Zona de Transición 400X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL

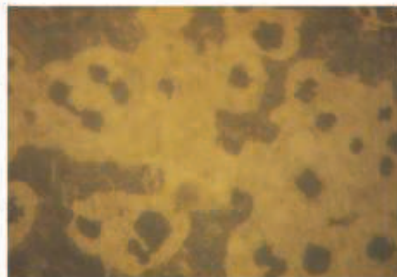
No. Probeta: P3Q1-6
Proceso de Corte: Plasma
Material: Hierro Fundido

Composición:
Reactivo utilizado: Nital al 2%
Fecha: 11 de Enero de 2010

2. METALOGRAFÍA



a)
Aumentos: 400X

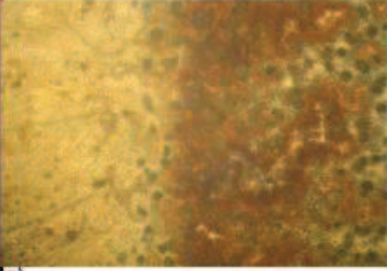

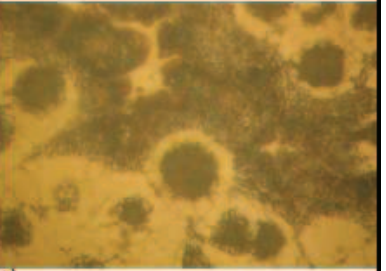

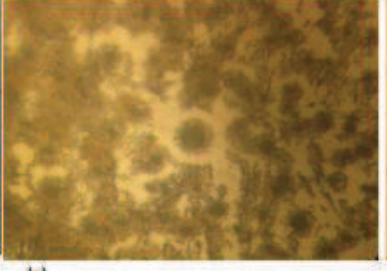
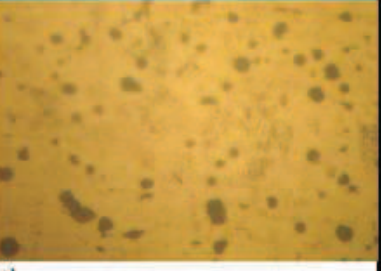


b)
Aumentos:400X

3. OBSERVACIONES

a) Zona Afectada Térmicamente a 400X y b) Material original a 400X

REGISTRO ANÁLISIS METALOGRAFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: C3Q3-6	Composición:	
Proceso de Corte: Arcair	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Hierro Fundido	Fecha: 11 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: P3Q1-10	Composición:	
Proceso de Corte: Plasma	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Hierro Fundido	Fecha: 11 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL

No. Probeta: C3Q1-10
Proceso de Corte: Arcair
Material: Hierro Fundido

Composición:
Reactivo utilizado: Nital al 2%
Fecha: 12 de Enero de 2010

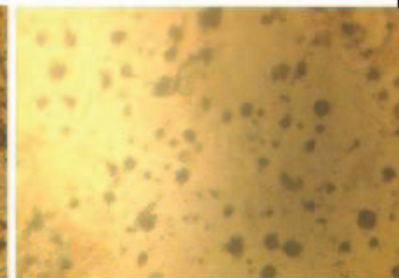
2. METALOGRAFÍA



a)
Aumentos:100X



b)
Aumentos:400X



c)
Aumentos:400X

3. OBSERVACIONES

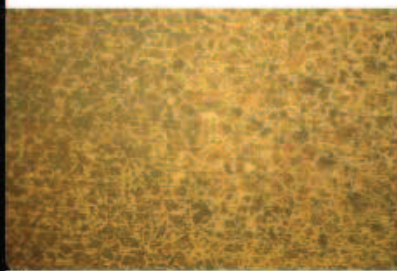
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL

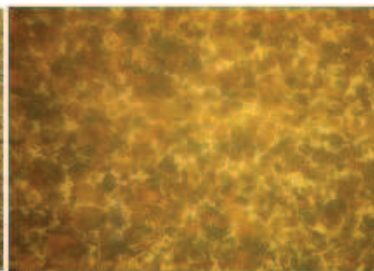
No. Probeta: O4Q1-10
Proceso de Corte: Oxicorte
Material: Acero medio carbono

Composición: 0.45 - 0.5 %C
Reactivo utilizado: Nital al 2%
Fecha: 12 de Enero de 2010

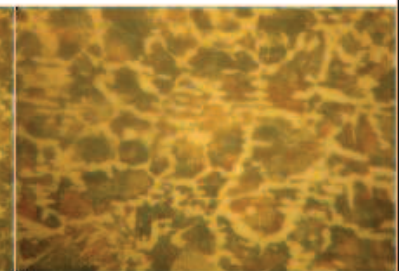
2. METALOGRAFÍA



a)
Aumentos:100X



b)
Aumentos:400X

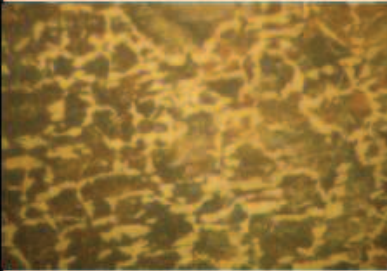
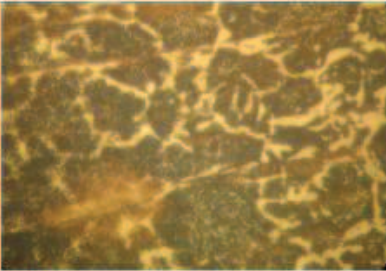


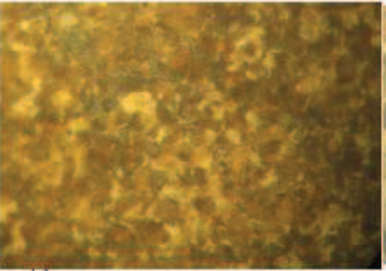
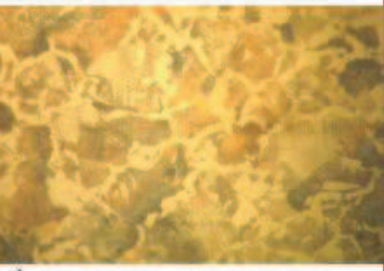


c)
Aumentos:400X


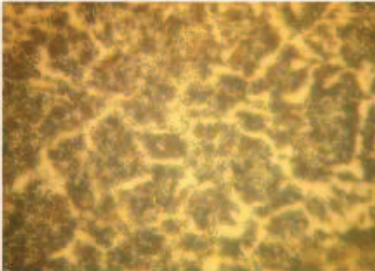
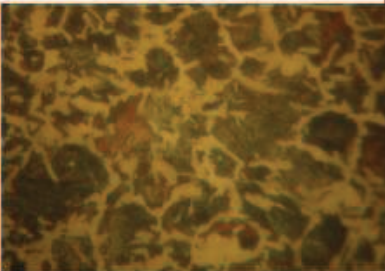

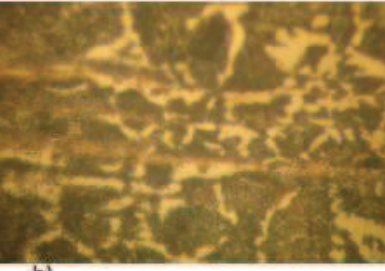
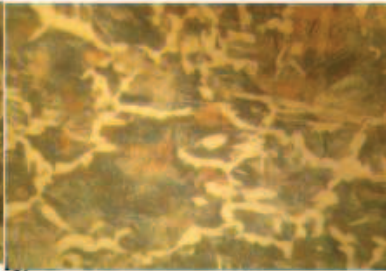
3. OBSERVACIONES

a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X




REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: P4Q2-10	Composición: 0.45 - 0.5 %C	
Proceso de Corte: Plasma	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero medio carbono	Fecha: 12 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos: 400X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 400X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: C4Q3-10	Composición: 0.45 - 0.5 %C	
Proceso de Corte: Arcair	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero medio carbono	Fecha: 12 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

REGISTRO ANÁLISIS METALOGRAFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: O4Q1-15	Composición: 0.45 - 0.5 %C	
Proceso de Corte: Oxícorte	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero medio carbono	Fecha: 12 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		
1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: P4Q2-15	Composición: 0.45 - 0.5 %C	
Proceso de Corte: Plasma	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero medio carbono	Fecha: 12 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

REGISTRO ANÁLISIS METALGRÁFICO

1. IDENTIFICACIÓN MICROESTRUCTURAL		
No. Probeta: C4Q2-15	Composición: 0,45 - 0,5 %C	
Proceso de Corte: Arcair	Reactivo utilizado: Nital al 2%	
Material: Acero medio carbono	Fecha: 12 de Enero de 2010	
2. METALOGRAFÍA		
		
a) Aumentos:100X	b) Aumentos:400X	c) Aumentos:400X
3. OBSERVACIONES		
a) Zona de Transición 100X ; b) Zona Afectada Térmicamente a 400X y c) Material original a 400X		

ANEXO E: PROFORMAS



SOLQUIP

RUC.1803225794001

**GASES INDUSTRIALES-MAQUINAS-SOLDADORAS
ELECTRODOS-SEGURIDAD INDUSTRIAL-ROPA DE TRABAJO**

Telefono: 2339-162 / 2330-822 / 093 467500 / 085 286 335

Av. Los Shyris y Altar (Diagonal al Cuerpo de Bomberos Sangolqui)

PROFORMA

FECHA: 28 de Octubre del 2009

ATENCIÓN:

SR PABLO ARCOS

Cantidad	Refe	Descripción	Valor u	Valor
PLASMA				
1	UNI	MAQUINA COTADORA DE PLASMA CEBORA PROF 37 10mm	1564,50	1564,50
1	UNI	MAQUINA COTADORA DE PLASMA CEBORA PROF 55 15mm	2079,00	2079,00
REPUESTOS PLASMA PROF 37				
1	UNI	ELECTRODO LARGO PLASMA PROF 37	4,02	4,02
1	UNI	TOBERA PLASMA PROF 37	3,98	3,98
ARCAIR				
1	UNI	ELECTRODOS DE CARBON ARCAIR	0,80	0,80
1	UNI	ANTORCHA ARCAIR	350,00	350,00
1	UNI	MAQUINA DE SOLDAR 520AMP COMPARC	2800,00	2800,00
1	UNI	COMPRESOR DE 5 HP M&H	1200,00	1200,00
SUELDA AUTOGENA				
1	UNI	CILINDRO DE OXIGENO AMERICANO	250,00	250,00
1	UNI	CILINDRO DE ACETILENO AMERICANO	250,00	250,00
1	UNI	EQUIPO DE OXICORTE MASTER	250,00	250,00
6	MTRS	CONTENIDO DE OXIGENO AGA	3,72	22,32
7	KLS	CONTENIDO DE ACETILENO AGA	13,50	94,50
NOTA DESDE EL DIA MIERCOLES 20 DE OCTUBRE PERTENECEMOS A LA RED DE DISTRIBUIDORES DE AGA ECUADOR EN LA DIVISION DE GASES Y SOLDADURA UNICOS EN EL VALLE DE LOS CHILLOS			Sub Total	8869,12
			Iva 12%	1064,29
			Total	9933,41

ING MARIA DEL CARMEN CAIZA
DEPARTAMENTO DE VENTAS SOLQUIP

SOLQUIP GARANTIA Y CALIDAD SIEMPRE A SU SERVICIO



INGENIERIA EN ABRASIVOS Y SERVICIOS INABRAS S.A.
 Panamericana Norte Km 6 1/2 PARKENOR A-15
 Telf: (02) 2473-892 / 2802-128 Fax: (02) 2802-137
 RUC: 0992146303001

PROFORMA
9464

Servicio Técnico AUTORIZADO para: LINCOLN ELECTRIC, METABO Y BUGO

SEÑOR: CONSUMIDOR FINAL
 Atención: Sr Pablo
 REFERENCIA

FECHA	20/Aug/2009
VALIDA POR	7 dias
FORMA DE PAGO	CONTADO

ITEM	NUM. PARTE	DESCRIPCION	ENTREGA	CANT	Unid. Med	P/UNI	TOTAL
1	ARC-3/16	ELECTRODO CARBON ARCAIR 3/16	inmediata	50	U	0.46	23.00T
2	ARC-3/8	ELECTRODO CARBON ARCAIR 3/8	inmediata	50	U	0.66	33.00T
3	ARC-5/16	ELECTRODO CARBON ARCAIR 5/16	inmediata	50	U	0.53	26.50T
4	AV-61082008	PISTOLA ARCAIR EXTREME K4000	inmediata	1	U	252.83	252.83T



OBSERVACIONES: ESTA OFERTA NO GARANTIZA STOCK.

SUMAN	\$335.33
IVA (12.0%)	\$40.24
TOTAL	\$375.57

Mireya Dussan
 RESPONSABLE

Por que seleccionar ?



Por Potencia
 Confiabilidad
 Rapidez
 Seguridad

Especificaciones Técnicas Equipo Plasma



Plasma Cutter Cebroa Prof 55

The Cebora Prof 55 Plasma Cutter is a 50A 415V Plasma Cutter with a 15mm Genuine Clean Cut, Ideal for Industrial cutting. Complete with 6M Plasma Cutting Torch and Accesories.

- Input Voltage 400V 50 Hz
- Max Installed Power kW 10.0
- Max Absorbed Power kVA 13.1
- Current Range 50A
- Duty Cycle (10 Min/40C) 50A @ 40%
- Regulation Steps 1
- Thickness On Steel (mm) 12 - 15 (20mm Severance)
- Plasma Torch Length 6 Metre
- Air Consumption 140 Ltr/Min 4.7 Bar
- Protection Class IP 21C S Class
- Weight Kg 63.5
- Dimensions (mm) 514 x 560 x 772
- Free Delivery to UK mainland
- 12 Months Warranty Cover
- Free 'on-site' demonstration available