

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E INDUSTRIAL

SOLDABILIDADE DO AÇO 12Cr1MoV

Por: Sérgio Paulo Marques Alentado

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Soldadura

Orientador Científico: Prof. Dr. Francisco Manuel Braz Fernandes

2010

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao meu orientador científico, Prof. Dr. Francisco Manuel Braz Fernandes pela sua ajuda, partilha de conhecimento, disponibilidade e orientação na elaboração desta tese de mestrado.

Gostaria também de agradecer à minha esposa e filha pela força que me deram, pela compreensão e apoio nos momentos mais difíceis.

Gostaria de agradecer ao Prof. João Pedro Veiga pela disponibilidade e apoio na realização do ensaio de caracterização de composição química do material 12Cr1MoV.

Resumo

Com uma economia crescente em larga escala nos últimos anos, a China torna-se assim economicamente viável para o fornecimento de produtos siderúrgicos entre eles os aços de baixa liga para funcionamento a alta temperatura. Esta dissertação apresenta um estudo sobre a soldabilidade do aço 12Cr1MoV de acordo com a norma GBT 713:2009 aplicado nas condutas e reactor de uma unidade de desnitrificação.

Foi efectuado um estudo dos materiais adequados à construção em causa face às condições de serviço e que diferem do aço indicado principalmente ao nível da soldabilidade, dificuldades operatórias do soldador e, conseqüentemente, eventuais defeitos de soldadura.

São realçadas as dificuldades existentes na qualificação de procedimentos de soldadura decorrentes da falta de enquadramento deste material nos agrupamentos de materiais utilizado na Europa de acordo com a norma ISO/TR 15608:2005, a dificuldade em obter consumíveis de soldadura apropriados ao material de base em questão e a inexistência de código ou norma de construção que defina as condições de pré-aquecimento e tratamento térmico após soldadura aplicáveis.

Por fim, foram analisados os resultados das qualificações de procedimento de soldadura efectuadas, os resultados dos ensaios não destrutivos na montagem, nomeadamente medições de durezas, ensaios por ultra-sons e líquidos penetrantes.

Palavras-Chave: 12Cr1MoV; Soldadura; Aço para altas temperaturas; Resistência à fluência; Desnitrificação; Denox

Abstract

With a large scale economy growth in the last years, China has become economically viable for the supply of steel products particularly low-alloy steel for high temperature services. This document presents a study regarding the weldability of 12Cr1MoV steel according the Chinese standard GBT 713:2009 applied in ducts and casing of a denitrification unit.

It is performed a study of adequate materials that should be used in this type of construction regarding operating conditions and that are different from the chosen material mainly regarding the weldability, welder operation difficulties and therefore possible welding defects.

This study refers the also the difficulties in the procedure qualification records approval due to absence of this material in the material grouping used in Europe according ISO/TR 15608:2005, the difficulty to obtain proper welding consumables for the used base material and the inexistence of construction code or standard to define the conditions for pre-heating and post weld heat treatment.

Finally it were also analyzed the results obtained in procedure qualification records approvals and non destructive testing at site, mainly by hardness testing, ultrasonic testing and dye penetrant testing.

Keywords: 12Cr1MoV; Welding; High temperature steels; Creep resistance; Denitrification; Denox

Simbologia e Notações

A – Alongamento

a – Espessura do provete

AC – Corrente alternada

ASME – American society of mechanical engineers

E_{abs} – Energia absorvida em ensaio de impacto, tipo V em Joules

b – Largura do provete calibrado

b_1 – Largura das cabeças de amarração

D – Diâmetro do punção

DC – Corrente contínua

DCEP – Corrente contínua com eléctrodo ligado ao pólo positivo

DRX – Difracção por raios X

EN – Norma Europeia

END – Ensaio não destrutivo

EPS – Especificação de procedimento de soldadura

EPSp – Especificação preliminar de procedimento de soldadura

Fe- α – Ferrite alfa

Fe- δ – Ferrite delta

GB – Norma da república da China

HV – Ensaio de dureza Vickers

ISO - International organization for standardization

J-L045 – Posição de soldadura com progressão descendente em tubo posicionado a 45°

l – Distância entre suportes [mm]

L_C – Comprimento do provete calibrado [mm]

L_O – Comprimento de referência [mm]

L_S – Largura máxima da soldadura após maquinagem [mm]

L_T – Comprimento total do provete [mm]

MB – Material de base

MD – Metal depositado

MF – Material fundido

MIG/MAG – Soldadura com protecção gasosa e fio eléctrodo sólido contínuo

NP – Norma portuguesa

PC – Posição de soldadura horizontal

PF – Posição de soldadura com progressão em vertical ascendente

PG – Posição de soldadura com progressão em vertical descendente

pH – potencial de hidrogénio

PQR – Registo de qualificação de procedimento de soldadura

r – raio de concordância

σ_{CED} – Tensão de cedência em Newton por milímetro quadrado

σ_R – Tensão de rotura em Newton por milímetro quadrado

s – Espessura da chapa em milímetros

SCR - Selective catalytic reduction

SER – Soldadura por eléctrodos revestidos

SGS – Société Générale de Surveillance

T - Temperatura

T_m – Temperatura de fusão do material

TTT – Diagrama tempo-temperatura-transformação

t – Espessura em milímetros

ZTA – Zona termicamente afectada

111 - Processo de soldadura por eléctrodos revestidos (ISO 4063:2009)

114 - Processo de soldadura por fios fluxados auto protegidos (ISO 4063:2009)

136 - Processo de soldadura por fios fluxados com protecção gasosa activa (ISO 4063:2009)

Índice de Matérias

1. Objectivos e estrutura da dissertação	13
1.1. Motivação	13
1.2. Objectivos	13
1.3. Estrutura da dissertação	13
2. Introdução	14
2.1. Processos de redução de emissões poluentes para a atmosfera	14
2.2. Princípio de funcionamento da unidade de desnitrificação	15
2.3. Escolha do material de base	16
2.4. Propriedades dos aços para altas temperaturas	17
2.4.1. Elementos de liga	20
2.4.2. Tamanho do grão	20
2.4.3. Tratamentos térmicos	21
2.4.4. Deformação plástica prévia (encruamento)	18
2.5. Fenómenos de rotura na soldadura dos aços para altas temperaturas	21
2.6. Comportamento da junta soldada a altas temperaturas	26
2.7. Qualificação de procedimentos de soldadura	27
2.8. Pré-aquecimento e tratamento térmico pós soldadura	28
2.9. Especificações preliminares de procedimento de soldadura	32
3. Materiais e métodos experimentais	33
3.1. Características do material em estudo	33
3.2. Ensaio ao material de base	35
3.3. Qualificação de procedimentos de soldadura	42
3.3.1. Material de base e seu enquadramento na norma ISO/TR 15608:2005 [21]	54
3.3.2. Processos de soldadura utilizados na construção	56
3.3.3. Consumíveis de soldadura utilizados	58
3.3.4. Pré-aquecimento e tratamento térmico pós soldadura	60
3.3.5. Especificações preliminares de procedimento de soldadura	65
3.3.6. Preparação, execução e controlo da qualificação dos procedimentos de soldadura	71
3.3.7. Ensaio realizados para qualificação dos procedimentos de soldadura	75
3.4. Ensaio não destrutivos em processo	77
4. Resultados	79

4.1.	Ensaio realizado ao material de base	79
4.1.1.	Ensaio realizado na China.....	79
4.1.2.	Ensaio realizado em obra	83
4.1.3.	Ensaio realizado em laboratório	84
4.1.4.	Análise por difração de RX (DRX).....	84
4.2.	Consumíveis de soldadura	86
4.3.	Ensaio realizado na qualificação dos procedimentos de soldadura.....	90
4.3.1.	Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0144	90
4.3.2.	Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0145	93
4.3.3.	Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0148 Rev.1	96
4.3.4.	Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0149 Rev.1	99
4.3.5.	Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0176	102
4.3.6.	Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0181	105
5.	Discussão.....	109
5.1.	Material de base	109
5.2.	Materiais aplicados face às condições de serviço	112
5.3.	Material de base e seu enquadramento com a norma de qualificação de procedimentos de soldadura.....	113
5.4.	Processos de soldadura	113
5.5.	Consumíveis de soldadura	114
5.6.	Procedimentos de soldadura.....	114
5.7.	Ensaio não destrutivo	121
6.	Conclusões	122
6.1.	Material de base	122
6.2.	Materiais aplicados face às condições de serviço	122
6.3.	Material de base e seu enquadramento com a norma de qualificação de procedimentos de soldadura.....	123
6.4.	Processos de soldadura	123
6.5.	Consumíveis de soldadura	123
6.6.	Procedimentos de soldadura.....	124
7.	Bibliografia.....	126
8.	Anexos	129

Índice de Figuras

Figura 2.01 – Sistemas de redução das emissões poluentes	14
Figura 2.02 – Eficiência do reactor na central termoelétrica de Madrid	15
Figura 2.03 – Efeito da fluência nos limites de grão	17
Figura 2.04 – Influência do teor de carbono na resistência à fluência	18
Figura 2.05 – Influência do teor de manganês na resistência à fluência	19
Figura 2.06 – Níveis de teor de hidrogénio em metal depositado em função do teor de hidrogénio do consumível para vários processos de soldadura	22
Figura 2.07 – Solubilidade do hidrogénio nos aços	22
Figura 2.08 – Difusibilidade do hidrogénio nos aços	23
Figura 2.09 – Esquema de difusão do hidrogénio na soldadura	23
Figura 2.10 – Ataque pelo hidrogénio a quente	26
Figura 2.11 – Variação da temperatura com o tempo numa junta soldada	28
Figura 2.12 – Comparação da taxa de arrefecimento numa soldadura com e sem pré-aquecimento	29
Figura 3.01 – Performance mecânica a altas temperaturas	34
Figura 3.02 – Ensaio de tracção - Curvas tipo de tensão-deformação	38
Figura 3.03 – Ensaio de dobragem – Esquema do ensaio	39
Figura 3.04 – Ensaio de impacto – Dimensões do corpo de prova	40
Figura 3.05 – Localização e remoção dos provetes	43
Figura 3.06 – Ensaio por raios X – Posição fonte, filme e provete	46
Figura 3.07 – Ensaio por ultrassons – Posições da sonda face ao corpo de prova	47
Figura 3.08 – Ensaio de tracção – Dimensões do corpo de prova	49
Figura 3.09 – Ensaio de dobragem – Proвете para dobragem de raiz ou face	50
Figura 3.10 – Ensaio de dobragem – Proвете para dobragem lateral	51
Figura 3.11 – Ensaio de dobragem – Esquema do ensaio para dobragem de raiz ou de face	51
Figura 3.12 – Ensaio de dobragem – Esquema do ensaio para dobragem lateral	52
Figura 3.13 – Ensaio de dureza – Localização das medições no corpo de prova	53
Figura 3.14 – Estaleiro de pré-fabrico da SIMI na EDP em Sines	57
Figura 3.15 – Conduitas de ligação ao reactor na EDP em Sines	57
Figura 3.16 – Preparação do corpo de prova	71
Figura 3.17 – Posições de soldadura	73
Figura 3.18 – Posição de soldadura utilizada nas qualificações de procedimento de soldadura	73

Figura 3.19 – Ciclo do tratamento térmico pós soldadura	75
Figura 4.01 – Análise dos valores da tensão de rotura	81
Figura 4.02 – Análise dos valores da tensão de cedência	81
Figura 4.03 – Análise dos valores do alongamento	82
Figura 4.04 – Difracção por raios X no Aço 12 Cr1MoV	85
Figura 4.05 – Difracção por raios X no Aço 12 Cr1MoV – Escala logarítmica	85
Figura 4.06 – Difracção por raios X no Aço 12 Cr1MoV – Fases presentes	86
Figura 4.07 – Macrografia da soldadura	92
Figura 4.08 – Filiação de durezas	92
Figura 4.09 – Macrografia da soldadura	94
Figura 4.10 – Filiação de durezas	95
Figura 4.11 – Macrografia da soldadura	97
Figura 4.12 – Filiação de durezas	98
Figura 4.13 – Macrografia da soldadura	100
Figura 4.14 – Filiação de durezas	101
Figura 4.15 – Macrografia da soldadura	103
Figura 4.16 – Filiação de durezas	104
Figura 4.17 – Macrografia da soldadura	107
Figura 4.18 – Filiação de durezas	108
Figura 5.01 – Análise dos elementos da composição química – Amostra 1	109
Figura 5.02 – Análise dos elementos da composição química – Amostra 1	110
Figura 5.03 – Análise dos elementos da composição química – Amostra 2	110
Figura 5.04 – Análise dos elementos da composição química – Amostra 2	111
Figura 5.05 – Tensões de cedência em função da temperatura para os aços 12Cr1MoV e 16Mo3	113
Figura 5.06 – Ensaio de tracção – Resultados dos provetes 1 e 2	115
Figura 5.07 – Resultado do ensaio de dureza	116
Figura 5.08 – Resultados do ensaio de tracção – Provetes de 25mm com e sem tratamento térmico	117
Figura 5.09 – Resultado do ensaio de dureza – Material de base	118
Figura 5.10 – Resultado do ensaio de dureza – ZTA	119
Figura 5.11 – Resultado do ensaio de dureza – Material fundido	119

Índice de Tabelas

Tabela 2.01 – Influência do teor de molibdénio na resistência à fluência.....	19
Tabela 3.01 – Composição química do material 12Cr1MoV	33
Tabela 3.02 – Propriedades mecânicas – Ensaio de tracção.....	33
Tabela 3.03 – Propriedades mecânicas – Ensaio de impacto e dobragem	34
Tabela 3.04 – Performance mecânica a altas temperaturas.....	34
Tabela 3.05 – Ensaio realizados ao material de base	35
Tabela 3.06 – Critério de aceitação das propriedades mecânicas para ensaio de tracção	39
Tabela 3.07 – Dimensões e tolerâncias dos provetes para ensaios de impacto.....	41
Tabela 3.08 – Ensaio de tracção – Dimensões dos provetes	49
Tabela 3.09 – Composição química.....	54
Tabela 3.10 – Grupo de materiais de acordo com a norma ISO/TR 15608:2005	55
Tabela 3.11 – Comparativo do grupo 6 da ISO/TR 15608:2005 versus material 12Cr1MoV.....	56
Tabela 3.12 – Composição química do material base vs consumíveis.....	59
Tabela 3.13 – Propriedades mecânicas do material base vs consumíveis.....	60
Tabela 3.14 – Temperaturas mínimas de pré-aquecimento e entre passes.....	61
Tabela 3.15 – Temperaturas de tratamento térmico pós soldadura (Parcial).....	63
Tabela 3.16 – Tempo de permanência de tratamento térmico pós soldadura	63
Tabela 3.17 – Comparação de temperaturas de tratamento térmico pós soldadura	64
Tabela 3.18 – Comparação de tempos de patamar de tratamento térmico pós soldadura	64
Tabela 3.19 – Domínio de qualificação para a espessura de metal depositado	65
Tabela 3.20 – Domínio de qualificação para a espessura adoptada.....	66
Tabela 3.21 – Listagem de especificações de soldadura.....	70
Tabela 3.22 – Listagem de Especificações de soldadura (Adicional)	71
Tabela 3.23 – Preparação da junta e posição de soldadura nos corpos de prova	72
Tabela 3.24 – Valores máximos de dureza permitidos (HV10)	77
Tabela 3.25 – Ensaio não destrutivos a efectuar na montagem	78
Tabela 4.01 – Amostras de ensaio	79
Tabela 4.02 – Resultados de composição química.....	80
Tabela 4.03 – Resultados de ensaios mecânicos	80
Tabela 4.04 – Resultados do ensaio de dobragem	82
Tabela 4.05 – Resultados do ensaio de impacto.....	83
Tabela 4.06 – Amostras de ensaio para determinação da composição química	83

Tabela 4.07 – Resultados do ensaio para determinação da composição química	83
Tabela 4.08 – Amostras de ensaio para determinação da composição química	84
Tabela 4.09 – Resultados do ensaio para determinação da composição química	84
Tabela 4.10 – Certificação 3.1 de acordo com a norma EN 10204:2004	87
Tabela 4.11 – Composição química dos certificados de consumíveis vs norma de referência	87
Tabela 4.12 – Ensaio mecânicos dos certificados de consumíveis vs norma de referência.....	88
Tabela 4.13 – Composição química dos certificados de consumíveis vs norma de referência	89
Tabela 4.14 – Ensaio mecânicos dos certificados de consumíveis vs norma de referência.....	90
Tabela 4.15 – Ensaio de tracção	91
Tabela 4.16 – Ensaio de dobragem.....	91
Tabela 4.17 – Ensaio de tracção	93
Tabela 4.18 – Ensaio dobragem.....	94
Tabela 4.19 – Ensaio de tracção	96
Tabela 4.20 – Ensaio de dobragem.....	97
Tabela 4.21 – Ensaio de tracção	99
Tabela 4.22 – Ensaio de dobragem.....	100
Tabela 4.23 – Ensaio de tracção	102
Tabela 4.24 – Ensaio de dobragem.....	103
Tabela 4.25 – Ensaio de tracção	105
Tabela 4.26 – Ensaio de tracção	106
Tabela 4.27 – Ensaio de dobragem.....	106
Tabela 5.01 – Composição Química do material 12Cr1MoV e 16Mo3	112
Tabela 5.02 – Listagem de procedimentos de soldadura	115
Tabela 5.03 – Listagem de procedimentos de soldadura	117
Tabela 5.04 – END realizados na montagem	121
Tabela 5.05 – Resultados dos ensaios de dureza na montagem	121

1. Objectivos e estrutura da dissertação

1.1. Motivação

A principal motivação para este estudo resultou da necessidade de utilizar em construção soldada um aço que não se enquadrava nas normas europeias e que colocava problemas de soldabilidade bem como de qualificação de soldadores e de procedimentos de soldadura.

1.2. Objectivos

Esta dissertação apresenta um estudo relativo à soldabilidade do aço 12Cr1MoV de acordo com a norma GBT 713:2009 [1] aplicado nas condutas e reactor de uma unidade de desnitrificação.

1.3. Estrutura da dissertação

Este documento está estruturado em 5 capítulos para além deste. No capítulo 2 faz-se uma abordagem aos problemas levantados por este material, do ponto de vista de fabricação soldada incluindo os problemas de soldabilidade e de preparação para soldadura, bem como de tratamentos térmicos após soldadura.

No capítulo 3 descrevem-se as metodologias de investigação e os métodos experimentais adoptados nesta investigação.

No capítulo 4 apresentam-se os resultados da investigação que se discutem no capítulo 5.

No capítulo 6 apresentam-se as principais conclusões.

2. Introdução

Numa economia cada vez mais globalizada, a China tornou-se um fornecedor importante de produtos siderúrgicos da Europa, entre eles os aços de baixa liga para funcionamento a altas temperaturas. Com vantagens económicas de custo de matéria-prima significativas, as empresas tendem a recorrer a fornecedores externos à UE. Contudo, estes aços nem sempre encontram enquadramento nas normas europeias e em particular nos códigos de construção pelo que se reveste de importância fundamental o seu estudo.

2.1. Processos de redução de emissões poluentes para a atmosfera

As unidades de desnitrificação nas centrais de produção de energia, também designadas por “Denox” ou “NOx control”, fazem parte de um processo evolutivo de redução de emissões poluentes para a atmosfera [2].

Alguns destes processos indicados na figura 2.01 são:

- “Mercury control” - Redução das emissões de mercúrio para a atmosfera
- “NOx control” – Redução das emissões dos óxidos de azoto (NOx)
- “Particulate control” – Redução das emissões de partículas para a atmosfera
- “Flue gas desulfurization” – Redução das emissões dos óxidos de enxofre (SOx)

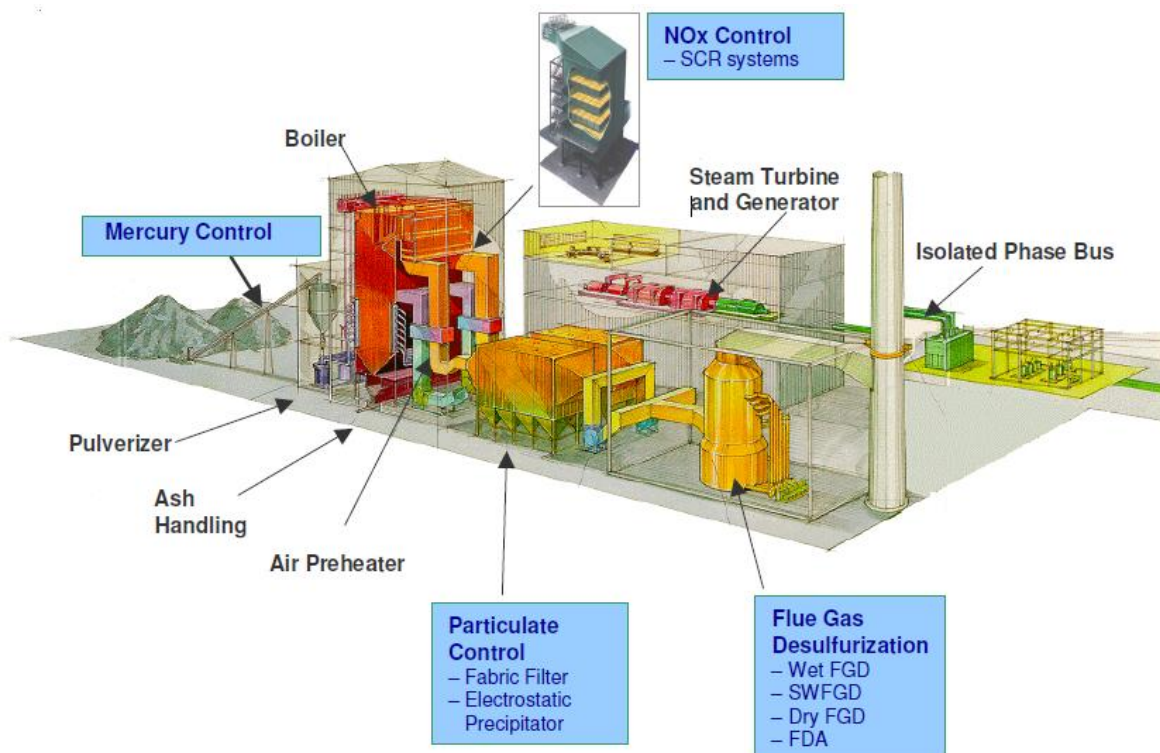
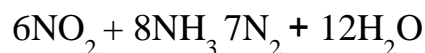
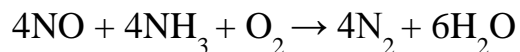


Figura 2.01 – Sistemas de redução das emissões poluentes [2]

2.2. Princípio de funcionamento da unidade de desnitrificação

Os óxidos de azoto (NOx) emitidos a partir de fontes de combustão são considerados os principais poluentes no ar. A utilização de sistemas catalíticos para reduzir as emissões de NOx tem crescido em todo o mundo nas últimas décadas. Esta evolução foi induzida pela adopção de rigorosas normas ambientais. A redução catalítica selectiva (SCR) de NOx através do amoníaco é um dos métodos mais comuns de redução das emissões de NOx provenientes de centrais eléctricas.

A redução de NOx no SCR é obtida através da adição de amoníaco, NH₃ como agente redutor ao fluxo de gás, e passar os gases ao longo de um catalisador. O processo de “Denox” baseia-se nas seguintes reacções com o amoníaco [3].



A temperatura de funcionamento do catalisador (reactor) é de 410°C

A título de exemplo demonstra-se na figura 2.02 a eficiência deste processo aplicado na unidade 2 de 600MW da Central Termoeléctrica de Madrid num teste de 4.242 horas [4].

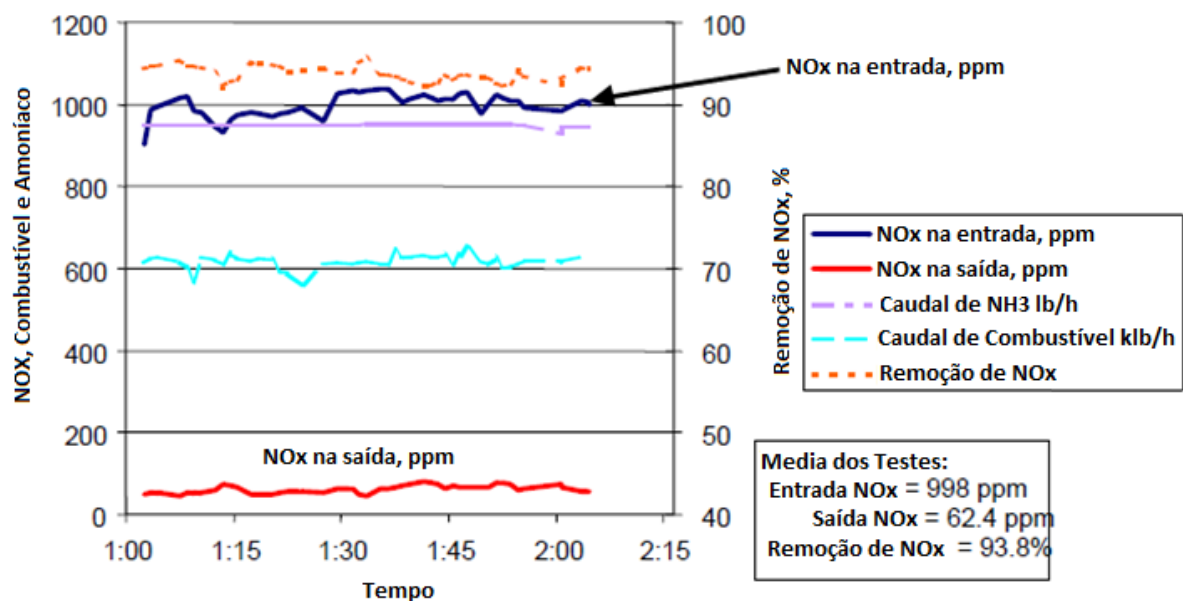


Figura 2.02 – Eficiência do reactor na central termoeléctrica de Madrid [4]

2.3. Escolha do material de base

Como referido na secção anterior a unidade de desnitrificação possui uma temperatura de funcionamento de 410°C. A esta temperatura de serviço torna-se crucial a escolha de um material para funcionamento a altas temperaturas, de modo a evitar eventuais problemas de fluência, bem como de oxidação/corrosão.

De uma forma geral, os aços ao carbono e de baixa liga com microestruturas de ferrite/perlite e ferrite/bainite são usados extensivamente em aplicações a temperaturas relativamente elevadas em centrais termoeléctricas a carvão, petroquímicas, refinarias entre outras.

Estes aços são frequentemente utilizados até cerca de 370°C sob esforço contínuo, mas também permitem tensões admissíveis até 540 °C como referido na Secção VIII do código ASME BPV (Boiler and pressure vessel code) [5].

Os aços ao carbono com percentagens de molibdénio na ordem dos 0,5% são utilizados até 540°C, e os aços de baixa liga com percentagens de molibdénio de 0,5% a 1,0% em combinação com percentagens de crómio de 0,5% a 9,0% e por vezes outros formadores de carbonetos (tais como vanádio, tungsténio, nióbio e titânio) são muitas vezes utilizados até cerca de 650°C.

Para temperaturas acima de 650°C, as ligas austeníticas são geralmente utilizadas. No entanto, esses limites de temperatura máxima de uso geral não se aplicam necessariamente em aplicações específicas com diferentes critérios de cálculo [5].

No caso em estudo foi adoptado o material 12Cr1MoV. Este material à semelhança dos aços para funcionamento a altas temperaturas referidos anteriormente possui uma combinação de 0,9% a 1,2% de Crómio e 0,25% a 0,35% de Molibdénio.

Face à temperatura de funcionamento (410°C) e numa primeira análise, parece-nos que o material em causa possui as propriedades necessárias para a temperatura de serviço.

O material 12Cr1MoV tem como principal aplicação as caldeiras e reservatórios sob pressão sujeitos a temperaturas acima da temperatura ambiente. A norma de referência é a norma chinesa GB 713:2009 [1] intitulada “Chapas em aço para caldeiras e reservatórios sob pressão”

A empresa SIMI – Sociedade Internacional de Montagens Industriais, S.A. foi a empresa responsável pela montagem da unidade de desnitrificação, sendo referida por diversas vezes ao longo da presente dissertação.

Na secção 3.1 da presente dissertação são apresentadas as propriedades deste material.

2.4. Propriedades dos aços para altas temperaturas

Dado o funcionamento a alta temperatura, torna-se necessário entender os fenómenos específicos que sucedem, nomeadamente a fluência.

A deformação por fluência é caracterizada por uma solitação permanente inelástica que ocorre quando um material é submetido a uma determinada solitação. A taxa em que ocorre essa deformação não depende apenas da intensidade da tensão aplicada, mas também do tempo e da temperatura. Assim, é apropriado considerar a fluência como um processo cinético [6].

A fluência é considerada como um fenómeno de alta temperatura, embora seja importante reconhecer que esta é uma quantidade relativa para qualquer material. Em sólidos cristalinos como os metais e as cerâmicas, a deformação ocorre quando a temperatura de serviço for maior ou igual a aproximadamente $0,5 T_m$, onde T_m é a temperatura de fusão do material em Kelvin.

À medida que a temperatura aumenta os processos controlados pela difusão são progressivamente activados. Nos limites de grão verifica-se a formação e crescimento de microvazios tanto em zonas de pontos triplos como em partículas precipitadas nos limites de grão (carbonetos e carbonitreto) [7].



Figura 2.03 – Efeito da fluência nos limites de grão [7]

As variáveis metalúrgicas que afectam a fluência são:

- Elementos de liga;
- Tamanho do grão;
- Tratamentos térmicos (Condicionam o tamanho do grão);
- Deformação plástica prévia (Condicionam o tamanho do grão).

2.4.1. Elementos de liga

A introdução de outro(s) elemento(s) no sistema Fe-C tem implicações não só ao nível dos diagramas de equilíbrio mas também nos diagramas TTT.

O papel dos elementos de liga dos aços pode ser analisado pela influência que estes têm na mobilidade das deslocações aquando da deformação a altas temperaturas, na formação e estabilização de precipitados, assim como na obtenção de estruturas metalúrgicas mais ou menos favoráveis.

2.4.1.1. Carbono

O carbono tem uma influência positiva na fluência a baixas temperaturas (fluência transiente), não se verificando nenhum ganho na fluência viscosa, verificada a altas temperaturas

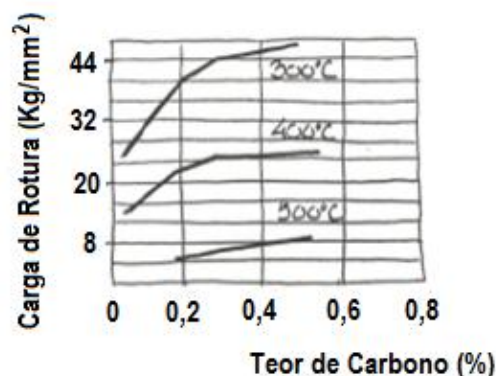


Figura 2.04 – Influência do teor de carbono na resistência à fluência [39]

2.4.1.2. Silício

A influência do silício parece ser muito variada; porém para cargas elevadas e taxas mínimas de fluência altas parece, tal como o alumínio, não apresentar grandes vantagens.

2.4.1.3. Manganês

O Manganês melhora francamente a resistência à fluência dos aços.

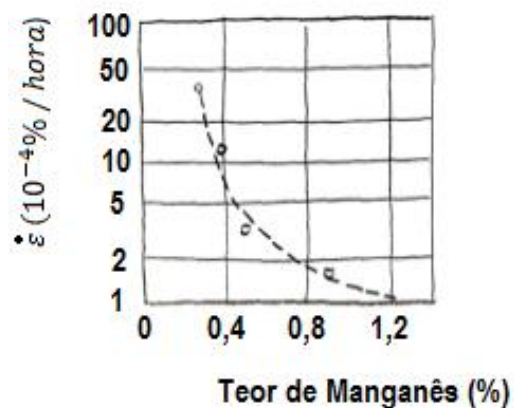


Figura 2.05 – Influência do teor de manganês na resistência à fluência – Aço Carbono (0,1%) à Temperatura de 510°C e Carga aplicada de 123,5 MPa [39]

2.4.1.4. Molibdénio e Vanádio

O molibdénio e o vanádio melhoram significativamente as propriedades de resistência à fluência dos aços devido à formação de carbonetos estáveis e de fases intermetálicas novas.

Na tabela 2.01 encontra-se indicado a melhoria de deformação face ao aumento da percentagem de molibdénio no aço.

<i>Mo</i> (%)	<i>Tx Min. Fluência</i> (Kg/mm ²)	<i>ε em 1 000 h</i> (%)
0	3,50	0,160
0,51	5,25	0,032
1,01	8,40	0,0078

Tabela 2.01 – Influência do teor de molibdénio na resistência à fluência [45]

O vanádio, mesmo em adições da ordem de 0,1% ou 0,2% nos aços com crómio e molibdénio (Cr-Mo-V) actua em conjunto com estes elementos, melhorando bastante a resistência à fluência.

2.4.1.5. Crómio

A adição de crómio melhora a resistência à fluência até um teor de 3%.

Teores mais elevados são utilizados para aplicações específicas pois permitem obter estruturas temperadas e melhor resistência à corrosão.

Em resumo, existem determinados factores que influenciam o funcionamento dos aços para altas temperaturas:

1. O tamanho do grão que quanto maior, maior a resistência à fluência;
2. O tratamento térmico que o material é sujeito no seu processo de fabrico, uma vez que estruturas tratadas termicamente (recozidas) apresentam melhor resistência à fluência;
3. A deformação plástica prévia que embora seja uma variável, na maioria dos casos ocorre alguma melhoria da resistência à fluência para deformação baixa, mas deteriorando-se posteriormente para maiores velocidades de deformação;
4. Os elementos de liga, nomeadamente o Carbono, Silício, Manganês, Molibdénio, Vanádio e Crómio que têm uma influência preponderante na resistência à fluência dos aços de baixa liga.

2.4.2. Tamanho do grão

A resistência à fluência aumenta (diminui a taxa de fluência secundária) à medida que o tamanho de grão diminui quando se trata de fluência a baixa temperatura. No caso de fluência a altas temperaturas esta relação é alterada, quanto maior o tamanho do grão maior será a resistência à fluência.

Aços desoxidados com alumínio, que têm grão muito fino, apresentam, no entanto, piores resultados de resistência à fluência que aços desoxidados com silício.

O alumínio não só refina o grão como acelera a esferoidização e grafitização dos precipitados nos limites dos grãos.

2.4.3. Tratamentos térmicos

A temperatura relativamente baixa as estruturas temperadas são favoráveis à resistência à fluência; porém, para temperaturas altas (superiores a 550°C, para aços ferríticos) as estruturas tratadas termicamente (recozidas) apresentam melhor resistência.

2.4.4. Deformação plástica prévia (encruamento)

A influência da deformação plástica prévia é variável de material para material. Na maioria dos casos verifica-se um comportamento idêntico ao aço inoxidável 18%Cr-8%Ni, onde ocorre alguma melhoria da resistência à fluência para deformação baixa, deteriorando-se posteriormente para maiores velocidades de deformação.

2.5. Fenómenos de rotura na soldadura dos aços para altas temperaturas

A soldadura dos aços para altas temperaturas induz fenómenos que podem levar à rotura. Seguidamente apresentam-se os fenómenos mais comuns na soldadura dos aços para altas temperaturas [8].

2.5.1.1. Fissuração a frio

Este tipo de aços é bastante sensível à fissuração pelo hidrogénio (também designada por fissuração a frio).

A fissuração a frio está ligada à ocorrência simultânea dos seguintes factores:

- Hidrogénio difundido no material devido à soldadura
- Elevado nível de tensões residuais
- Microestruturas duras e frágeis
- Temperaturas inferiores a 200°C

2.5.1.1.1. Hidrogénio difundido no material devido à soldadura

O hidrogénio é introduzido durante a soldadura e pode ter várias fontes:

- Humidade dos revestimentos e fluxos;
- Humidade ou gorduras na superfície das peças ou dos eléctrodos
- Presença de hidrogénio no material base ou nos gases de protecção;
- Produtos da combustão na soldadura oxiacetilénica
- Existência de óxidos hidratados nos materiais de base
- Decomposição do revestimento dos eléctrodos celulósicos

Os níveis de teor de hidrogénio em metal depositado (MD) variam em função do teor de hidrogénio do consumível, em função dos diversos processos de soldadura. Na figura 2.06 podemos ver que os processos com revestimento ou fluxo são mais susceptíveis de introduzir hidrogénio na soldadura.

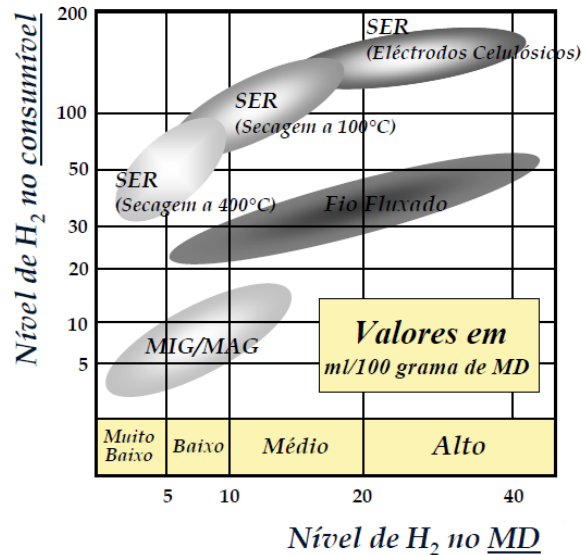


Figura 2.06 – Níveis de teor de hidrogénio em metal depositado em função do teor de hidrogénio do consumível para vários processos de soldadura [8]

A solubilidade do hidrogénio é mais elevada na austenite (fase gama) do que na ferrite (fases alfa e delta) permitindo que hidrogénio presente nos revestimentos e fluxos facilmente se integre no metal depositado.

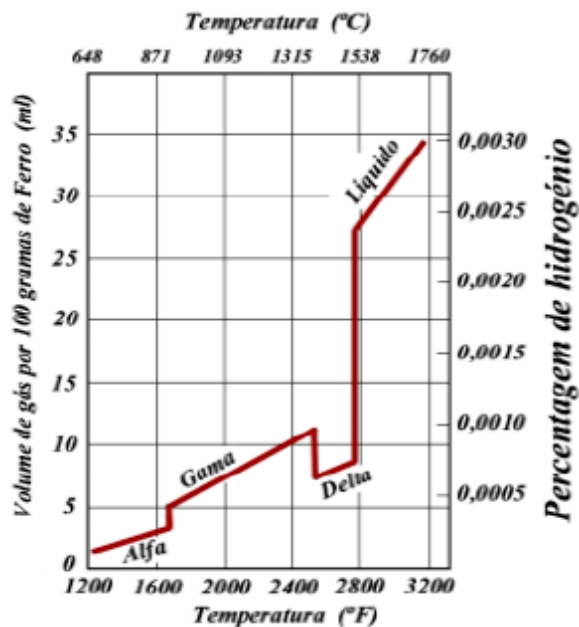


Figura 2.07 – Solubilidade do hidrogénio nos aços [8]

A difusibilidade do hidrogénio é mais elevada na ferrite (fases alfa e delta) do que na austenite (fase gama) levando o hidrogénio a difundir-se para o material de base, associando-se e podendo levar à fissuração.

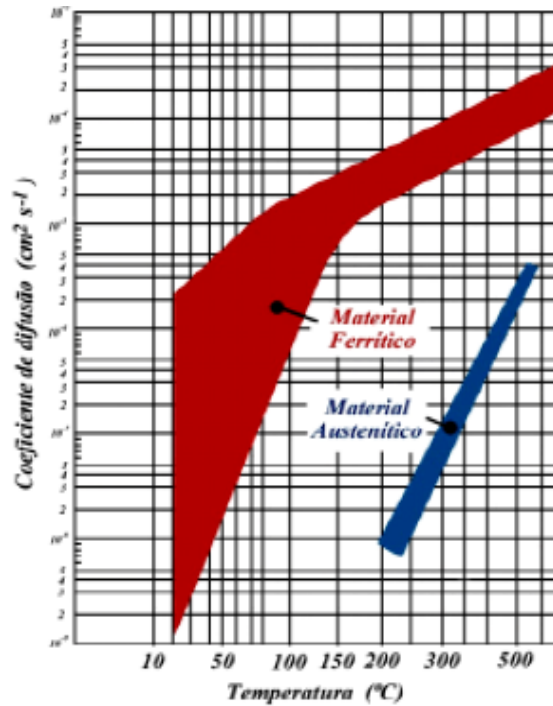


Figura 2.08 – Difusibilidade do hidrogénio nos aços [8]

Como já referido nos parágrafos anteriores o esquema de difusão do hidrogénio para a soldadura encontra-se ilustrado na figura 2.09:

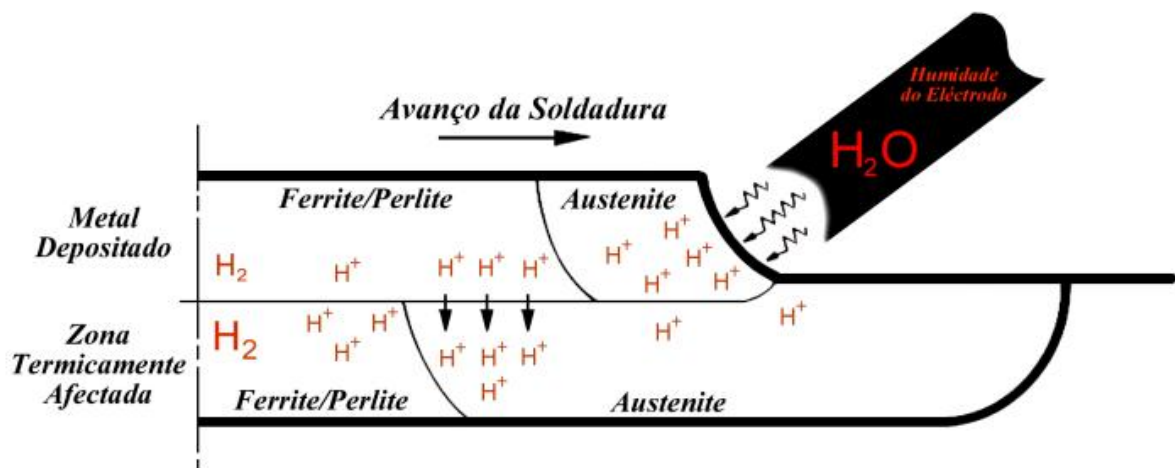


Figura 2.09 – Esquema de difusão do hidrogénio na soldadura [8]

- Difusão do hidrogénio no MD para a ZTA

- O menor teor em carbono do metal depositado origina que este sofra a transformação $\gamma \rightarrow \alpha$ a temperaturas mais altas do que a ZTA.
- O hidrogénio difunde para a ZTA e após a transformação de fase fica retido em pequenas descontinuidades passando à fase molecular.
- A acumulação de H_2 nas descontinuidades origina grandes pressões que podem produzir a fissuração da soldadura.

2.5.1.1.2. Elevado nível de tensões residuais

As tensões residuais na soldadura dependem de:

- Do tipo metal de base e de metal depositado; as tensões residuais são da ordem de grandeza da tensão de cedência dos materiais envolvidos;
- Da velocidade de arrefecimento:
 - Processo de soldadura (entrega térmica);
 - Pré-aquecimento;
 - Espessura a soldar
- Do constrangimento da junta soldada.

2.5.1.1.3. Microestruturas duras e frágeis

O tipo de microestrutura depende da:

- Composição química do metal depositado e do metal de base;
- Velocidade de arrefecimento:
 - Processo de soldadura (entrega térmica);
 - Pré-aquecimento;
 - Espessura a soldar

2.5.1.1.4. Temperaturas inferiores a 200°C

A fissuração a frio ocorre somente a temperaturas inferiores a 200°C, quando a quantidade de hidrogénio difundido no material atinge níveis de concentração significativos e já não pode ser libertado devido à redução da difusibilidade por abaixamento da temperatura.

O carácter mais ou menos tardio deste tipo de fissuração obriga a que o controlo das soldaduras (controlo não destrutivo) seja efectuado várias horas após o arrefecimento da soldadura (24 a 48 horas).

2.5.1.2. Oxidação sob tensão localizada

A acumulação de partículas sólidas arrastadas no escoamento dos fluidos ou acumuladas em pequenas cavidades das peças ou imperfeições da soldadura, assim como a formação de óxidos de baixo ponto de fusão (óxido de vanádio ou de zinco, por exemplo), poderão ser bastante perigosos, pois podem quebrar ou mesmo arrancar a fina película de óxido de ferro protectora da superfície do metal.

Este fenómeno associado à ocorrência de tensões localizadas (tensões residuais das soldaduras ou tensões de origem térmica) poderão originar graves corrosões sob tensão.

2.5.1.3. Corrosão em meios sulfurosos

Equipamentos em funcionamento a temperaturas entre 450° a 560°C com pressões superiores a 17 bar e em presença de vapor de água com mais de 1,5% de ácido sulfúrico poderão sofrer sérios ataques de corrosão.

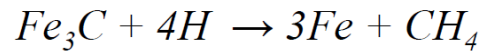
O recurso a aços de alta liga, com 10 a 17% de crómio, melhora, se bem que moderadamente, esta situação.

O problema é praticamente eliminado utilizando aços inoxidáveis ferríticos com 25 a 30% de crómio.

2.5.1.4. Ataque pelo hidrogénio a quente (“Hot hydrogen attack”)

Ambientes com altos teores de hidrogénio (com pH baixo, devido ao deficiente tratamento do vapor em caldeiras, por exemplo) associado às altas temperaturas e pressões, origina a introdução de hidrogénio (H+) difusível no metal que, quando

atinge uma concentração elevada reage com os carbonetos do aço, nomeadamente com o carboneto de ferro da perlite, libertando gás metano.



A pressão gerada pela acumulação de gás metano origina a fissuração do aço.

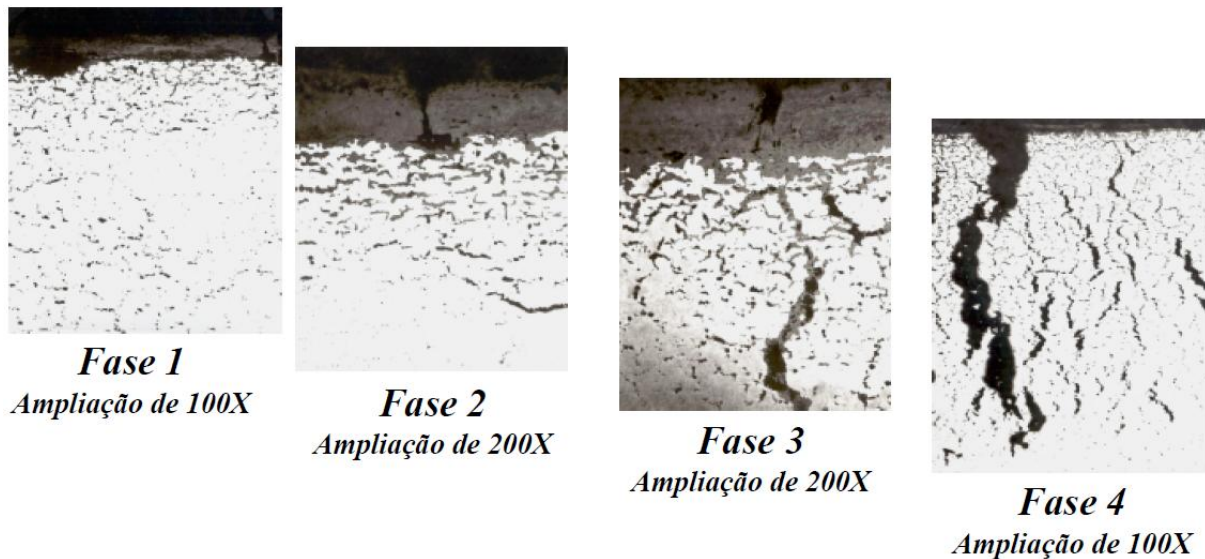


Figura 2.10 – Ataque pelo hidrogénio a quente [8]

2.6. Comportamento da junta soldada a altas temperaturas

Após referir algumas das propriedades necessárias nos aços para altas temperaturas e os fenómenos de rotura associados, torna-se necessário analisar o comportamento da junta soldada a altas temperaturas.

O efeito dos ciclos térmicos existentes durante a operação de soldadura deve ser considerado na selecção do material que é sujeito a soldadura.

Para efectuar uma soldadura por fusão, a temperatura na zona fundida é superior à temperatura de fusão do aço. As zonas adjacentes à região de fusão atingem diversas temperaturas máximas dependendo da sua distância à zona de fusão. Cada um desses ciclos térmicos provoca alterações metalúrgicas que afectam as propriedades do aço.

No metal de adição em si, a estrutura dendrítica formada durante a solidificação em um único ciclo térmico é semelhante ao de um aço vazado. Em soldadura multipasse, que é comum quando se solda com espessuras superiores a cerca de 4mm, a zona fundida vai sofrer vários ciclos térmicos, um processo que refina a estrutura de solidificação e altera as propriedades da soldadura.

Da mesma forma, a zona termicamente afectada imediatamente adjacente à soldadura, vai sofrer diversos ciclos térmicos, provocando alterações nas suas propriedades.

Ao seleccionar materiais para construção soldada, as propriedades da zona termicamente afectada devem ser consideradas juntamente com o ciclo térmico do processo de soldadura utilizado.

O arrefecimento rápido usual numa soldadura induz tensões residuais na maioria das vezes de uma magnitude que correspondem à tensão de cedência do material. As tensões residuais são adicionadas às tensões em serviço.

Nos casos em que as tensões residuais podem influenciar a integridade da estrutura durante a sua vida expectável, o projectista pode especificar um tratamento térmico pós soldadura.

2.7. Qualificação de procedimentos de soldadura

A qualificação dos procedimentos de soldadura é efectuada de acordo com a norma de referência. No caso em estudo e de acordo com os requisitos contratuais foi efectuada com base na norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] tendo em conta as seguintes variáveis:

- Material de base
- Processos de soldadura utilizados na construção
- Consumíveis de soldadura utilizados
- Tratamento térmico pós soldadura
- Especificações preliminares de procedimento de soldadura

No capítulo 3 são abordadas as variáveis referidas acima, bem como as escolhas adoptadas para as qualificações de procedimento de soldadura.

2.8. Pré-aquecimento e tratamento térmico pós soldadura

Para o cálculo do pré-aquecimento e tratamento térmico pós soldadura necessitamos de entender como se processam as distribuições de temperatura no cordão de soldadura.

Na figura 2.11 podemos analisar as linhas de temperaturas distribuídas num cordão de soldadura pelo material depositado, zona termicamente afectada e material de base [10]

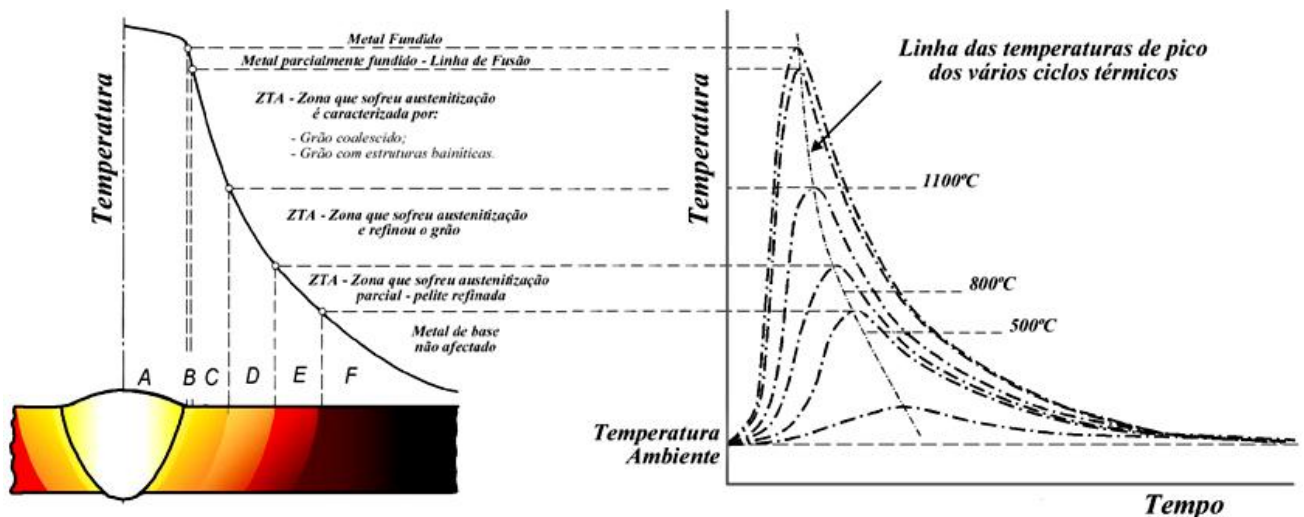


Figura 2.11 – Variação da temperatura com o tempo numa junta soldada [10]

Para melhor entender os efeitos resultantes da permanência e do alcance de determinadas temperaturas, é necessário entender que velocidade de arrefecimento entre as temperaturas de 800°C e 500°C é determinante para o estabelecimento das estruturas da ZTA e o tempo de permanência a temperaturas superiores a 1100°C irá determinar o tamanho do grão das estruturas de soldadura.

Os diagramas TTT (tempo/temperatura/transformação) podem-nos auxiliar na previsão do tipo de estruturas expectáveis de um determinado material. Infelizmente não foi possível obter o diagrama TTT para o material em estudo (12Cr1MoV). De qualquer forma é de realçar que uma soldadura em condições normais, sofre um arrefecimento rápido e como tal é susceptível de provocar estruturas duras que podem originar a rotura do material. Afim de evitar estes fenómenos recorre-se ao pré-aquecimento e ao tratamento térmico pós soldadura, embora tenham funções distintas.

1) Influência do Pré-aquecimento no ciclo térmico da soldadura

O pré-aquecimento tem como objectivo reduzir a velocidade de arrefecimento originando uma estrutura mais favorável (menor dureza na ZTA) com menores tensões residuais, minimizando a probabilidade de fissuração.

A título de exemplo demonstra-se na figura 2.12 o efeito numa soldadura de um pré-aquecimento de 150°C comparativamente com uma soldadura sem pré-aquecimento. Como podemos verificar, a velocidade de arrefecimento é menor na soldadura com pré-aquecimento.

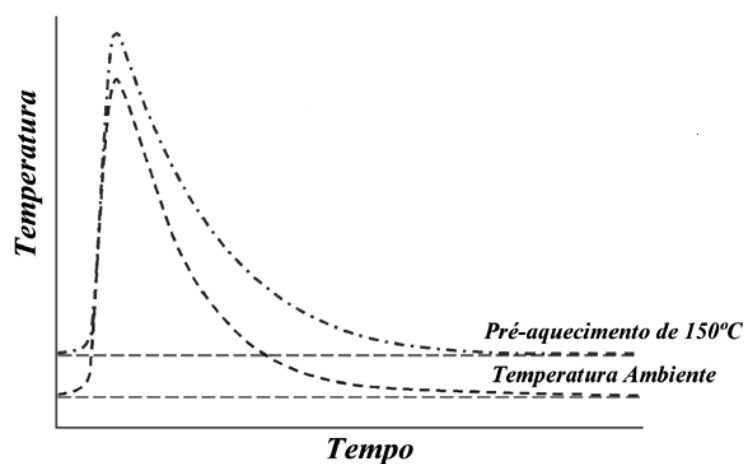


Figura 2.12 – Comparação da taxa de arrefecimento numa soldadura com e sem pré-aquecimento
[10]

2) Vantagens do pré-aquecimento

O pré-aquecimento tem como principais vantagens:

- Redução da velocidade de arrefecimento
- Produção de menos estruturas duras (martensite, bainite)
- Redução do risco de fissuração (exemplo: fissuração a frio)
- Redução de deformações
- Libertação de hidrogénio

3) Cálculo do pré-aquecimento

Para o cálculo do pré-aquecimento usaremos como referência a norma NP EN 1011-2:2008 [11].

No anexo C desta norma refere-se aos métodos para evitar a fissuração por hidrogénio (também conhecida por fissuração a frio) que é um dos fenómenos de rotura principal nos aços para altas temperaturas.

É necessário ter em consideração que existem muitos métodos para estimar a temperatura de pré aquecimento de uma soldadura, de modo a evitar a fissuração por hidrogénio. A norma referida tem por base os documentos IX-1602-90 e IX-1631-91 do IIW.

O método C.4 usado é baseado nas seguintes variáveis para a atribuição do valor mínimo da temperatura de pré aquecimento e da temperatura entre passes:

- Composição química do metal de base e do metal de adição;
- Espessura da soldadura e tipo de junta;
- Processo de soldadura e respectivas variáveis;
- Escala de hidrogénio.

Com base nestas variáveis são definidas tabelas com os valores mínimos a respeitar.

4) Influência do tratamento térmico pós soldadura

O tratamento térmico pós soldadura tem como principal objectivo:

- A relaxação de tensões residuais;
- O refinamento do grão;
- Revenir estruturas temperadas;
- A libertação de gases introduzidos durante a soldadura;
- Melhorar a ductilidade da junta soldada;

Especificamente, o tratamento de relaxação de tensões tem como principal objectivo reduzir ou mesmo anular o estado de tensões residuais devido à soldadura; porém, permite ainda efectuar um revenido das estruturas da soldadura assim como a libertação de hidrogénio.

Nestes tratamentos térmicos dever-se-á controlar as velocidades de aquecimento e arrefecimento assim como a temperatura e tempo de patamar.

Este tratamento poderá ter os seguintes inconvenientes:

- Diminuir a resistência ao impacto para certos aços;
- Diminuir a tensão limite de elasticidade e tensão de rotura para aços temperados e revenidos quando o tratamento é efectuado a temperaturas superiores às do revenido;
- Aumentar o risco de fissuração nos aços Cr-Mo;
- Aumentar o risco de precipitação de carbonetos de crómio ou de formação da fase sigma nas soldaduras heterogéneas ou em recargas com aços inoxidáveis austeníticos

5) Determinação do tratamento térmico pós soldadura

O cálculo do tratamento térmico pós soldadura é complexo dadas as variáveis existentes e a sua complexidade de cálculo.

A norma de projecto usada apenas refere que caso seja necessário um tratamento térmico pós soldadura a componentes deverá ser demonstrado que os procedimentos usados são apropriados. Deve-se referir também que sendo esta norma aplicável a estruturas metálicas não prevê a utilização de materiais usados em caldeiras.

Uma vez que não existe base para o cálculo do tratamento térmico, foram retiradas por aproximação, os parâmetros do tratamento térmico pós soldadura das seguintes normas e códigos:

- *EN 12952-5:2001 - Water-tube boilers and auxiliary installations - Part 5: Workmanship and construction of pressure parts of the boiler [12]*
- *ASME BVP (Boiler and Pressure Vessel) Section I:2010 – Rules for Construction of Power Boilers [13]*

A execução do tratamento térmico depende de diversos factores de exequibilidade, tais como as dimensões, localização e geometrias das peças. Caso sejam inexequíveis, será

necessário um estudo para poder prescindir do tratamento térmico, tendo este de ser sempre demonstrado através de procedimento de soldadura aprovado,

Numa primeira análise e face às dimensões, localização e geometrias das peças a soldar a execução de tratamento térmico poderá ser uma condicionante a ter em consideração.

2.9. Especificações preliminares de procedimento de soldadura

Para efectuar a qualificação dos procedimentos de soldadura, é necessário efectuar especificações preliminares de procedimento de soldadura que definem todos os parâmetros necessários para a realização dos corpos de prova utilizados na qualificação de procedimento de soldadura. Para tal é necessário analisar as seguintes variáveis:

- Material de base;
- Espessura do material
- Processo de soldadura
- Posições de soldadura
- Tipo de junta/soldadura
- Material de adição, designação
- Material de adição, fabrico (fabricante e designação comercial)
- Material de adição, dimensão
- Tipo de corrente
- Entrega térmica
- Temperatura de pré-aquecimento

3. Materiais e métodos experimentais

3.1. Características do material em estudo

O material utilizado neste estudo foi o aço 12Cr1MoV que tem como principal aplicação as caldeiras e reservatórios sob pressão sujeitos a temperaturas superiores à temperatura ambiente.

A norma de referência deste material é a norma GB 713:2009 [1] intitulada “Chapas em aço para caldeiras e reservatórios sob pressão”

A codificação do material é efectuada de acordo com o seu teor em carbono e as iniciais dos elementos de liga e a letra “R”, no final, significado que é aplicável em reservatórios.

As variações permissíveis da composição química no material acabado devem estar conforme a norma GB/T 222:2006 [14].

A composição química do material de acordo com a norma referida está indicada na tabela 3.01.

Material	Composição (Fracção mássica) [%]							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
12Cr1MoVR	0,08 a 0,15	0,15 a 0,40	0,40 a 0,70	0,90 a 1,20	0,25 a 0,35	0,15 a 0,30	≤ 0,025	≤ 0,010

Tabela 3.01 – Composição química do material 12Cr1MoV [1]

O aço é obtido por fusão em forno eléctrico ou convertidor de oxigénio.

A temperatura de têmpera do material não deverá ser inferior a 680°C

As propriedades mecânicas do material de acordo com a norma de referência estão indicadas nas tabelas 3.02 e 3.03.

Material	Condição de Entrega	Espessura da Chapa [mm]	Ensaio Tracção		
			Tensão de Rotura σ_R [MPa]	Tensão de Cedência σ_{CED} [MPa]	Alongamento A [%]
				Não inferior a	
12Cr1MoVR	Normalização e Têmpera	6 ≤ x ≤ 60	440 – 590	245	19
		60 < x ≤ 100	430 – 580	235	

Tabela 3.02 – Propriedades mecânicas – Ensaio de tracção [1]

Material	Condição de Entrega	Espessura da Chapa [mm]	Ensaio Impacto		Ensaio de Dobragem
			Temp. T [°C]	Impacto Tipo V E_{abs} [J]	180°
				Não inferior a	
12Cr1MoVR	Normalização e Têmpera	$6 \leq x \leq 60$	20	34	d = 3a
		$60 < x \leq 100$			

Tabela 3.03 – Propriedades mecânicas – Ensaio de impacto e dobragem [1]

A tensão de cedência em função da temperatura de funcionamento encontra-se na tabela 3.04 e figura 3.01.

Material	Espessura [mm]	Temperatura de Teste [°C]						
		200	250	300	350	400	450	500
		Tensão de Cedência σ_{CED} [MPa]						
12Cr1MoVR	$20 < x \leq 100$	200	190	176	167	157	150	142

Tabela 3.04 – Performance mecânica a altas temperaturas [1]

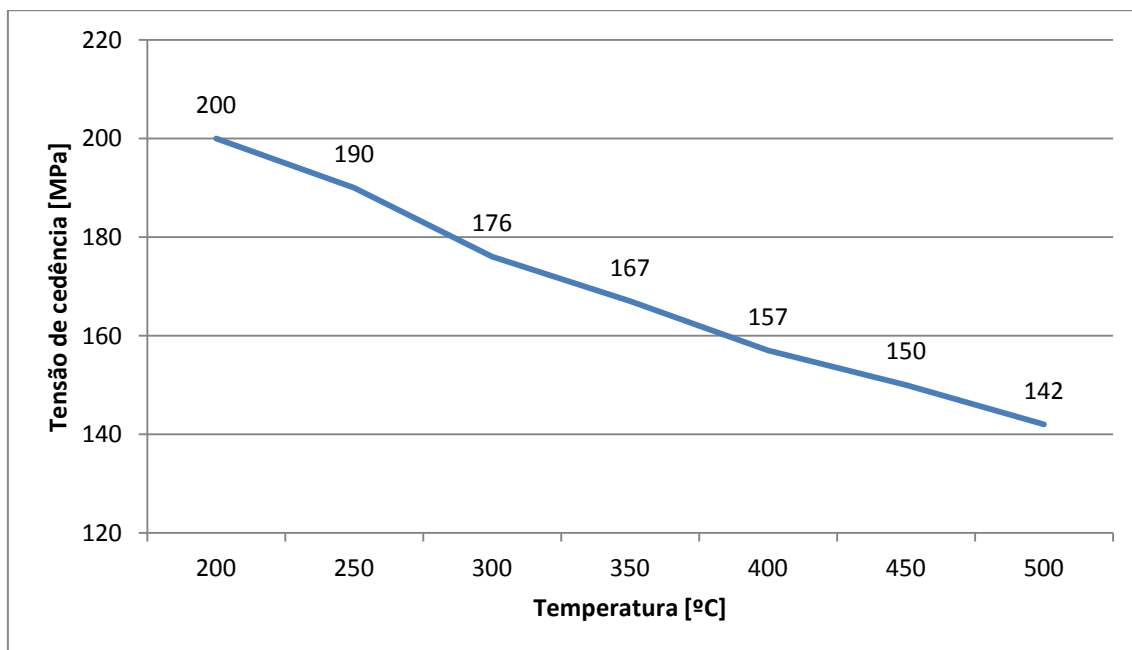


Figura 3.01 – Comportamento mecânico a altas temperaturas [1]

3.2. Ensaio ao material de base

Foram realizados ensaios ao material de base com o objectivo de verificar:

- 1) Características químicas e mecânicas do material face à norma de referência
- 2) Os valores de enxofre (S) e fósforo (P) obtidos
- 3) A relação Mn/S

Foram realizados diversos ensaios ao material de base que consistem na seguinte análise:

Ensaio	Método de ensaio
Análise da composição química	a) Espectrometria de emissão óptica
	b) Espectrometria de emissão óptica e absorção de infravermelhos para a determinação do conteúdo de carbono (C) e enxofre (S)
	c) Espectroscopia por fluorescência de raios X (FRX)
Ensaio de tracção	De acordo com a norma GB/T 228:2002 [15] (equivalente à ISO 6892-1:2009 [18])
Ensaio de dobragem	De acordo com a norma GB/T 232:1999 [17] (equivalente à ISO 7438-1:1985 [19])
Ensaio de impacto	De acordo com a norma GB/T 229:2007 [16] (equivalente à ISO 148-1:1983 [20]) Provete: Charpy V Temperatura de ensaio: 20°C
Ensaio de Caracterização da microestrutura do aço	Difracção por Raios X (DRX)

Tabela 3.05 – Ensaio realizados ao material de base

- Análise da composição química

A análise da composição química consiste na determinação quantitativa de elementos presentes no material.

Foram realizados 3 ensaios para determinação da composição química no âmbito que seguidamente se indica.

- 1) Método a) – Espectrometria de emissão óptica. Foi realizado ao material de base usado nas qualificações de procedimento de soldadura e teve como objectivo verificar apenas a composição química dos elementos requeridos pela norma do material. Não foram testados quaisquer elementos adicionais;
- 2) Método b) - Espectrometria de emissão óptica e absorção de infravermelhos. À semelhança do método a), foi realizado ao material base usado nas qualificações de procedimento de soldadura e teve como objectivo verificar todos os elementos presentes no material incluindo elementos não requeridos na norma do material.
- 3) Método c) - Espectroscopia por fluorescência de raios X (FRX). Neste caso, foi utilizado um método diferente dos anteriores, realizado ao material base usado nas qualificações de procedimento de soldadura e teve como objectivo verificar e introduzir outro termo de comparação, neste caso com um método diferente, dos resultados obtidos nos dois métodos anteriores.

a) Espectrometria de emissão óptica

Esta técnica consiste na excitação dos átomos de uma determinada amostra, através de um arco, ou faísca eléctrica. Provoca-se a excitação de electrões da camada externa à custa da energia eléctrica e das altas temperaturas atingidas aquando da descarga eléctrica de algumas centenas, ou mesmo milhares, de volts.

Os átomos, iões ou moléculas gasosas, quando excitados térmica ou electricamente, emitem radiação característica na zona do visível e ultravioleta.

A caracterização e identificação dos comprimentos de onda da emissão e das intensidades de radiação produzidas deste modo permitem o emprego destas técnicas em análise qualitativa e quantitativa de elementos.

A espectrometria de emissão é uma técnica fundamental para análise qualitativa de cerca de 70 elementos, através da excitação de apenas alguns miligramas de amostra, sem haver necessidade de qualquer tratamento prévio.

Pode fazer-se a determinação de vários elementos simultaneamente, pelo que é um método muito rápido, razão pela qual é usado em laboratório de controlo industrial onde o tempo de execução de análise é muitas vezes fundamental.

O equipamento usado no ensaio foi um Hilger Analytical Polyvac 2000

b) Espectrometria de emissão óptica e absorção de infravermelhos

O ensaio de espectrometria de emissão óptica realizado é o mesmo já referido anteriormente, mas para a determinação do conteúdo de carbono (C) e enxofre (S) recorreu-se ao método de absorção por infravermelhos.

Este método baseia-se na observação de que as ligações químicas apresentam frequências específicas às quais vibram, a níveis de energia bem definidos.

Estas frequências de vibração, ou frequências de ressonância, são determinadas pela forma da molécula, pelos seus níveis de energia e pela massa dos átomos que a constituem.

O equipamento usado neste ensaio foi um LECO CS 230.

c) Espectroscopia por fluorescência de raios X (FRX).

A fluorescência de raios-X (FRX) é uma técnica analítica multielementar e não destrutiva usada para obter informações qualitativas e quantitativas da composição elementar das amostras a testar.

Esta metodologia está baseada na produção e detecção de raios-X característicos emitidos pelos elementos constituintes da amostra quando irradiada com electrões, prótons, raios-X ou gama com energias apropriadas.

As suas principais vantagens são ser uma técnica não destrutiva que não necessita de destruição das amostras e não necessitar de uma preparação especial das amostras.

A reprodutibilidade de resultados por esta técnica é muito precisa e rápida (entre 30 segundos a 30 minutos) contudo necessita de padrões adequados.

- Ensaio de tracção

Este ensaio tem como objectivo a determinação da tensão de rotura, tensão de cedência e alongamento numa amostra de material de base.

Este ensaio foi realizado à temperatura ambiente de $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

O corpo de prova foi obtido por maquinagem e tem uma forma prismática.

Este ensaio consistiu inicialmente em colocar o dinamómetro do equipamento no “zero” antes de fixar o corpo de prova. O dinamómetro após ser fixo não pode ser alterado durante o teste.

O corpo de prova é fixo por meios adequados ao equipamento. É garantido que a força aplicada ao corpo de prova é axial para minimizar dobragens. Para obter o alinhamento do corpo de prova, é usada uma força desde que não exceda 5% da tensão de cedência do material do corpo de prova.

É medido e marcado no corpo de prova o comprimento inicial do provete “ L_0 ” na secção de teste que foi usada para determinação do alongamento.

A tensão de cedência é obtida pela curva de tensão-deformação, como indicada a título de exemplo na figura 3.02, sendo o valor de tensão correspondente à linha recta paralela à porção elástica, passando pela deformação de 0,2% da deformação total.

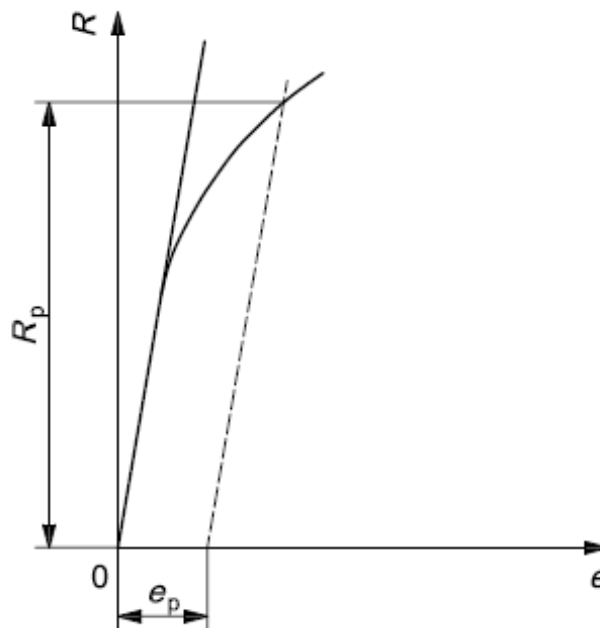


Figura 3.02 – Ensaio de tracção - Curva tipo de tensão-deformação [18]

Para a determinação do alongamento após rotura, é medido o valor do comprimento inicial (L_0) e final (L_u) do corpo de prova e calculado através da equação (1).

$$A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \quad (1)$$

Em que no caso em estudo o comprimento inicial é obtido de acordo com a equação (2).

$$L_0 = 5,65 \times \sqrt{S_0} \quad (2)$$

De acordo com as características do material os valores obtidos tem de estar conforme com a tabela 3.06.

R_m [MPa]	R_{eL} [MPa]	A [%]
≥430	≥235	≥19

Tabela 3.06 – Critério de aceitação das propriedades mecânicas para ensaio de tracção [1]

- Ensaio de dobragem

Este ensaio tem como objectivo avaliar a ductilidade do material.

Consistiu na dobragem a 180° de um corpo de prova de acordo com a figura 3.03.

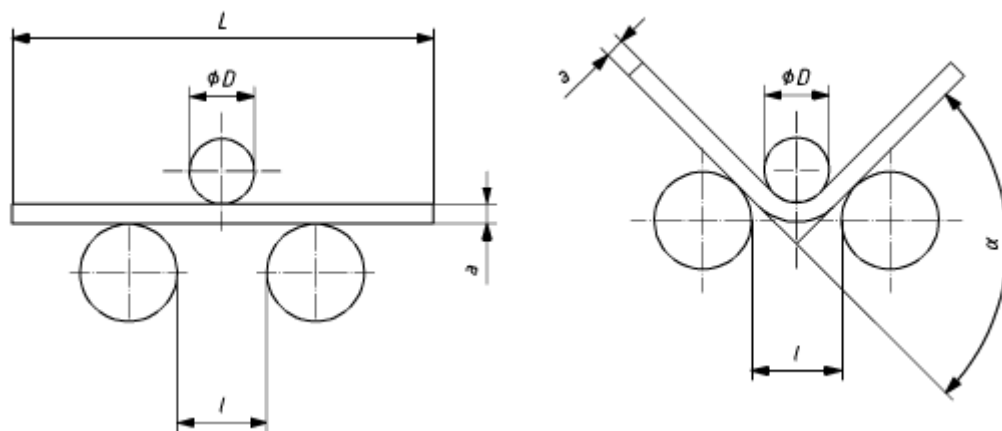


Figura 3.03 – Ensaio de dobragem – Esquema do ensaio [19]

A distância entre suportes (l) deve respeitar a seguinte formula (3):

$$l = (D + 3a) \pm \frac{a}{2} \quad (3)$$

As arestas do corpo de prova devem possuir um raio mínimo de:

- 1mm para espessuras do provete inferiores a 10mm
- 1,5mm espessuras do provete superiores a 10mm e inferiores a 50mm.

A largura do corpo de prova deverá estar compreendida entre 20mm a 50mm.

A força aplicada deverá ser aplicada lentamente de modo a permitir a deformação plástica livre do material. Pode ser usada uma taxa de $1 \pm 0,2 \text{ mm/s}$.

Após a dobragem do corpo de prova num ângulo de 180° , deve-se proceder à inspecção visual, não sendo aceite qualquer tipo de fissura visível no corpo de prova

- Ensaio de impacto

Este ensaio tem como objectivo definir a energia absorvida num ensaio de impacto usando um pêndulo gravítico.

O corpo de provete deve ter 55mm de comprimento com secção quadrada de 10mm de lado possuindo a meio do comprimento um entalhe em V. Se a peça não possuir a espessura mínima de 10mm para obter a secção, podemos obter uma secção com 5mm de lado e 2,5mm de lado como foi utilizado para os provetes com espessura reduzida.

O ensaio foi realizado à temperatura ambiente (20°C)

O entalhe deve ser cuidadosamente preparado de modo a garantir que o raio existente na raiz do entalhe não possui marcas de maquinaria que possam afectar os resultados.

As dimensões do entalhe e corpo de prova encontram-se definidos na figura 3.04 e tabela 3.07.

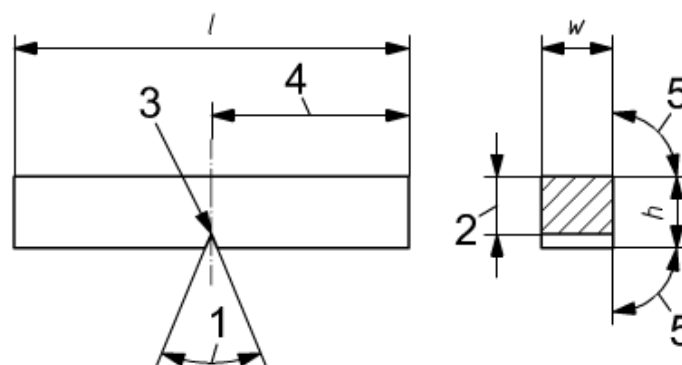


Figura 3.04 – Ensaio de impacto – Dimensões do corpo de prova [20]

Designação	Símbolo	Dimensão nominal	Tolerância de maquinagem
Ângulo do entalhe	1	45°	±2°
Altura abaixo do entalhe	2	8mm	±0,075mm
Raio de curvatura na raiz do entalhe	3	0,25mm	±0,025mm
Distância o plano de simetria do entalhe aos extremos do provete	4	27,5mm	±0,42mm
Ângulo entre as faces do provete	5	90°	±2°

Tabela 3.07 – Dimensões e tolerâncias dos provetes para ensaios de impacto [20]

Foram realizados 3 ensaios por cada amostra

O critério de aceitação requerido para o material é:

- Média obtida nos 3 ensaios $\geq 31J$
- Valor individual por ensaio $\geq 21,7J$

Estes valores são definidos para os corpos de prova com 10mm de secção quadrada. Para os corpos de prova com secção reduzida é necessário interpolar os valores

- Ensaio de Caracterização da microestrutura do aço

A análise do perfil dos picos de difracção é um método não destrutivo de estudo da microestrutura dos materiais.

A difracção de raios-X permite estudar as características cristalografias dos materiais. O equipamento de difracção de raios-X é basicamente um tubo emissor de raios-X, uma câmara circular onde se situa a amostra (goniómetro) e um detector que recebe os raios difractados. A técnica de ensaio consiste em incidir um feixe de raios-X (de comprimento de onda conhecido), sobre uma determinada amostra. Como consequência o feixe difracta-se e reflecte com ângulos que são característicos do retículo cristalino, obtendo-se o correspondente difratograma.

O equipamento utilizado é constituído por um sistema Rigaku, modelo DMAX III-C e um sistema SIEMENS baseado num gerador de ânodo rotativo.

3.3. Qualificação de procedimentos de soldadura

No caso em estudo foi efectuado nas qualificações de procedimento de soldadura para as espessuras de 25mm um tratamento térmico pós soldadura com o objectivo de reduzir estas tensões residuais. Ao nível da fluência não nos foi possível efectuar testes de forma a analisar o comportamento da junta a este fenómeno, bem como a redução da vida expectável do material face à diminuição das propriedades na zona termicamente afectada.

Como já referido na introdução, a qualificação dos procedimentos de soldadura foi efectuada com base na norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] tendo em conta as seguintes variáveis:

- Material de base e seu enquadramento na norma ISO/TR 15608:2005 [21]
- Processos de soldadura utilizados na construção
- Consumíveis de soldadura utilizados

Os ensaios realizados com base nos corpos de prova e os requisitos da norma foram os seguintes:

- 1) Inspeção visual da soldadura
- 2) Ensaio de tracção transversal (2 provetes retirados do corpo de prova)
- 3) Ensaio de dobragem transversal (4 provetes retirados do corpo de prova)
- 4) Ensaio de dureza
- 5) Ensaio por radiografia ou ultrassons
- 6) Ensaio por líquidos penetrantes
- 7) Exame macroscópico

a) Remoção dos provetes

Os provetes para ensaios foram removidos de acordo com a figura 3.05.

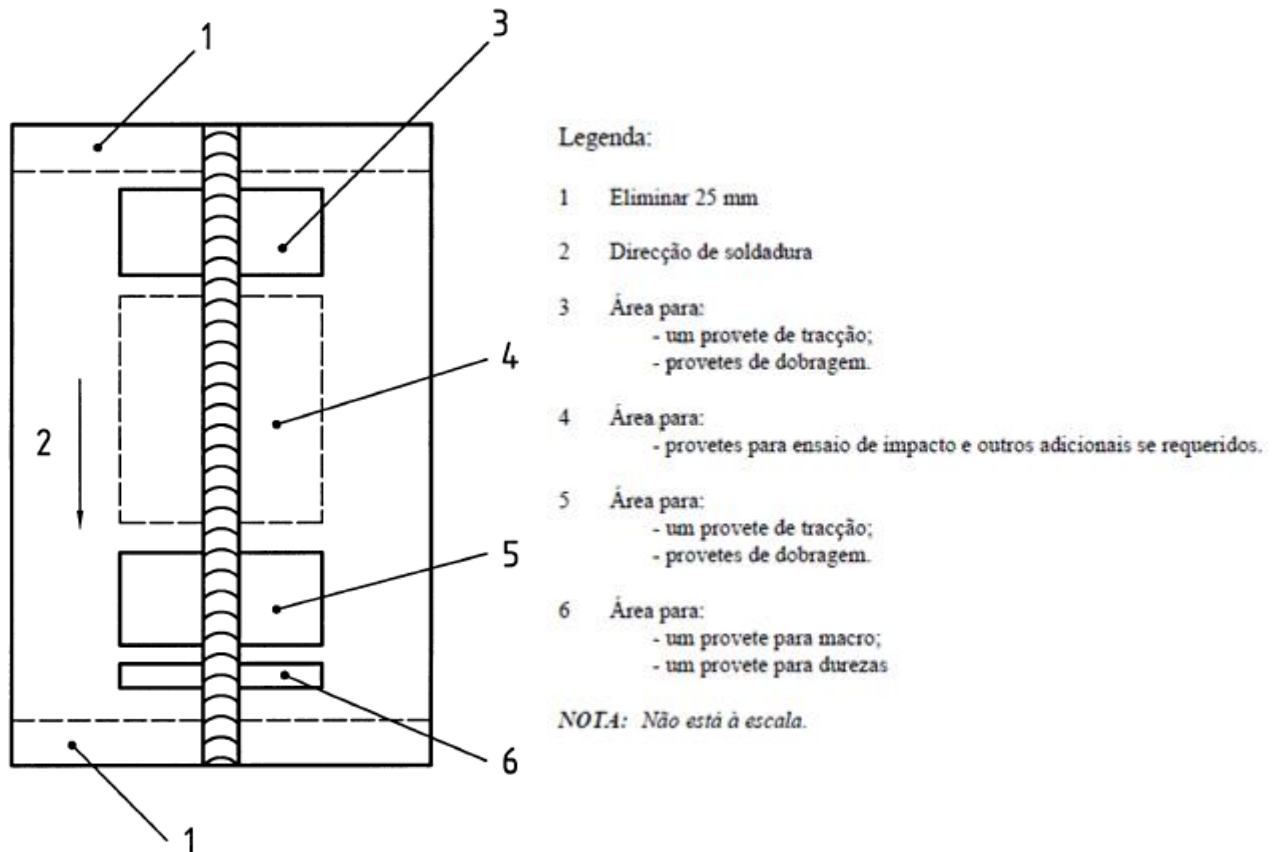


Figura 3.05 – Localização e remoção dos provetes [9]

Os provetes são removidos após todos os ensaios não destrutivos (END) terem sido realizados e aceites no critério de inspecção relevante para o tipo de END utilizado.

É aceitável que os provetes sejam removidos de locais que evitem zonas que possuam imperfeições dentro dos limites de aceitação para o tipo de END utilizado.

b) Requisitos dos ensaios não destrutivos

Todos os ensaios não destrutivos realizados, no caso particular ensaio de inspecção visual, ensaio por radiografia e ensaio por líquidos penetrantes são realizados antes do corte dos provetes.

Qualquer tratamento térmico após soldadura que seja especificado, é completado antes dos ensaios não destrutivos.

Os ensaios não destrutivos, para os materiais que sejam susceptíveis à fissuração por hidrogénio e onde não tenha sido especificado tratamento térmico após soldadura, não são efectuados imediatamente após o término da soldadura.

Dependendo da geometria da junta, dos materiais e dos requisitos para o trabalho, os END são realizados de acordo as seguintes normas:

- Inspeção visual da soldadura - EN 970:1997 [22]
- Ensaio por radiografia ou ultrassons - EN 1435:1997 [23] ou EN 1714:1998 [24]
- Ensaio por líquidos penetrantes - EN 571-1:1997 [25]

Estes ensaios têm como objectivo a detecção de descontinuidades. Para a detecção de descontinuidades superficiais é utilizado o ensaio por líquidos penetrantes. Para a detecção de descontinuidades internas poderá ser utilizado o ensaio por radiografia ou ultrassons, dependendo da espessura do corpo de prova. Usualmente poderemos substituir o ensaio por radiografia pelo ensaio por ultrassons em corpos de prova cuja espessura seja superior a 8mm.

Seguidamente se descrevem os procedimentos para execução dos ensaios referidos.

- Inspeção visual da soldadura

A Inspeção visual da soldadura consiste na inspecção antes, durante e após soldadura do corpo de prova. Este ensaio tem como objectivo a detecção de descontinuidades na soldadura.

Os equipamentos usados na inspecção visual são:

- a) Régua graduada com escala mínima de 1mm;
- b) Escantilhão de soldadura adequado para medição de soldaduras topo-a-topo em chapa;
- c) Espelho para zonas inacessíveis;
- d) Lupa com ampliação de 2x a 5x com escala na lente.

As condições de iluminação da soldadura possuem um mínimo de 350 lx, sendo preferencial o uso de 500 lx.

A inspecção visual tem como objectivo a verificação dos factores enunciados seguidamente nas diversas fases da soldadura.

Antes da soldadura:

- a) A forma e dimensões da preparação dos corpos de prova encontram-se de acordo com a especificação de procedimento de soldadura;
- b) O chanfro e zonas adjacentes encontram-se devidamente limpos;
- c) Os corpos de prova a soldar estão fixos entre si.

Durante a soldadura:

- d) Em cada passe de soldadura é efectuada uma limpeza com rebarbadora com especial atenção para a zona de junção do material depositado com a face do material de base;
- e) Não existem imperfeições visíveis tais como fissuras ou cavidades. Caso existam devem ser tomadas acções para correcção antes de efectuar outro cordão ou camada:
- f) A transição entre passes e entre o material depositado e o metal de base possui uma forma suave de forma a permitir uma fusão aceitável na soldadura dos passes seguintes;
- g) A forma do cordão de soldadura está de acordo com o mencionado na especificação de procedimento de soldadura

Após soldadura:

- a) Limpeza e Alisamento do cordão de soldadura
 - 1) A escória foi removida com escova de arame ou rebarbadora para evitar que as imperfeições fiquem escondidas;
 - 2) Não existem marcas de ferramentas na soldadura nomeadamente utilização de escopros ou cunhas para limpeza;
 - 3) Quando é requerido o alisamento à face do cordão de soldadura, este não deve ser efectuado imediatamente após a conclusão da soldadura pois irá provocar um aquecimento excessivo do cordão. Não devem existir marcas de rebarbagem e acabamento irregular;
 - 4) Quando é requerido o alisamento à face do cordão de soldadura para costuras de topo e de canto a junção do material depositado com o material de base deve ser suave, sem irregularidades.

b) Dimensões do cordão de soldadura

- 1) A concavidade / convexidade do cordão de soldadura estão uniformes e similares ao esquema representado nas especificações de procedimento de soldadura;
- 2) A superfície do cordão é regular, o padrão e a distância das marcas resultantes da oscilação na soldadura são uniformes e apresentam uma aparência satisfatória;
- 3) A largura do cordão de soldadura é consistente (uniforme) em toda a soldadura inspeccionada.

c) Raiz e Superfície do cordão de Soldadura

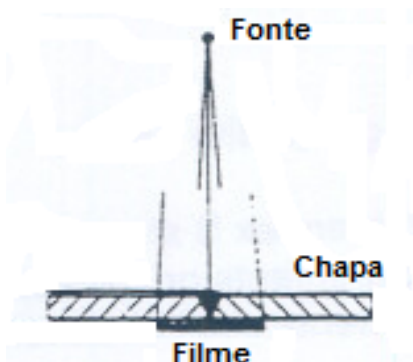
- 1) No caso da soldadura de topo ser efectuada de um só lado e quando é possível examinar o lado da raiz, a concavidade do passe de raiz apresenta-se uniforme e similar ao esquema representado nas especificações de procedimento de soldadura, não evidenciando excesso nem falta de penetração.
- 2) Na transição entre o passe de raiz e o metal de base não existem fendas e este apresenta uma transição suave.
- 3) Não existem imperfeições tais como fendas ou poros, no passe de raiz ou na zona termicamente afectada no lado do passe de raiz.

- Ensaio por radiografia

O ensaio por radiografia tem como objectivo no caso em estudo a detecção de descontinuidades na soldadura através da emissão de radiação e possui uma capacidade de detecção volumétrica (permite a detecção de descontinuidades na soldadura em todo o seu volume).

Foi usado nos ensaios um equipamento de raios X RIX-05

A posição da fonte, do filme e provete utilizada encontra-se na figura 3.06



*Figura 3.06 – Ensaio por raios X – Posição fonte, filme e provete
[23]*

Foi usado um filme KODAK T200 da classe C4 com uma distância da fonte ao filme de 700mm e uma densidade obtida de 2,64.

A técnica de ensaio usada foi “A” correspondente às técnicas básicas de acordo com a norma do ensaio já referida.

- Ensaio por ultrassons

O ensaio por ultrassons, à semelhança do anterior, tem como objectivo no caso em estudo a detecção de descontinuidades na soldadura através da emissão de ondas acústicas de comprimento onda curto e alta frequência e possui uma capacidade de detecção volumétrica (permite a detecção de descontinuidades na soldadura em todo o seu volume).

Foi usado nos ensaios um equipamento de ultrassons KRAUTKRAMER USM 25

As sondas usadas nos ensaios foram as seguintes:

- 1) KRAUTKRAMER MSEB4-0° com frequência de 4 MHz e ângulo de incidência de 0°
- 2) KRAUTKRAMER MWB60-4E com frequência de 4 MHz e ângulo de incidência de 60°
- 3) KRAUTKRAMER MWB70-4E com frequência de 4 MHz e ângulo de incidência de 70°

As posições das sondas usadas no provete foram a E, A, B, C e D de acordo com a figura 3.07

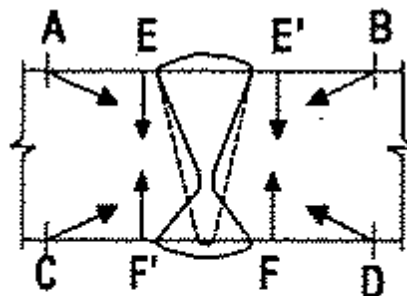


Figura 3.07 – Ensaio por ultrassons – Posições da sonda face ao corpo de prova [24]

O acoplante usado para garantir a propagação das ondas acústicas da sonda para o provete foi cola celulósica.

- Inspeção por líquidos penetrantes

O ensaio por líquidos penetrantes tem como objectivo no caso em estudo a detecção de descontinuidades na soldadura através do uso de um líquido corante capaz de evidenciar através da sua cor ou fluorescência a existência de falhas superficiais e possui uma

capacidade de detecção superficial (permite apenas a detecção de descontinuidades na superfície da soldadura ou descontinuidades abertas para a superfície).

Foi usado o método de ensaio por líquidos penetrantes coloridos removíveis com solvente.

Foram usados os seguintes produtos:

- 1) Agente de limpeza – CGM Velnet – Solnet
- 2) Penetrante – CGM Rotvel Avio B
- 3) Removedor – CGM Velnet – Solnet
- 4) Revelador – CGM Rotrivel U / White W

O tempo de penetração e revelação usado foi 10 minutos.

A inspecção foi efectuada com luz branca.

c) Requisitos dos ensaios destrutivos

Após a realização e aprovação dos ensaios não destrutivos procede-se ao corte dos provetes para a realização dos seguintes ensaios destrutivos. Os ensaios destrutivos à semelhança dos anteriores devem ser realizados de acordo com as seguintes normas:

- Ensaio de tracção transversal – NP EN 895:2002 [26]
- Ensaio de dobragem – EN 910:1996 [27]
- Inspecção macroscópica – NP EN 1321:2002 [28]
- Ensaio de dureza – EN 1043-1:1995 [29]

- Ensaio de tracção transversal

Este ensaio tem como objectivo a determinação da tensão de rotura e a localização da fractura numa junta soldada topo-a-topo.

É aplicada, em contínuo, uma carga de tracção crescente, até à sua rotura.

Os provetes são cortados e maquinados de acordo com a figura 3.08.

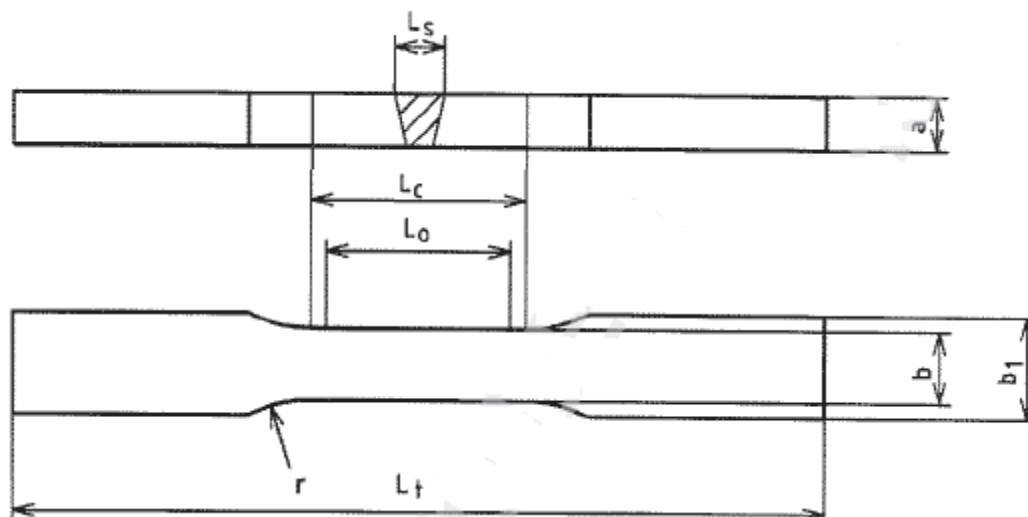


Figura 3.08 – Ensaio de tracção – Dimensões do corpo de prova [26]

O provete respeita as dimensões seguintes:

Designação	Símbolos	Dimensões [mm]
Comprimento total	L_T	Adequado à máquina de ensaio
Largura das cabeças de amarração	b_1	$b + 12$
Largura do paralelo calibrado	b	12 para $a \leq 2$ 25 para $a \geq 2$
Comprimento do paralelo calibrado	L_C	$> L_S + 60$
Raio de concordância	r	> 25

Tabela 3.08 – Ensaio de tracção – Dimensões dos provetes [26]

As fases finais de preparação são executadas por torneamento ou rectificação, sendo tomadas precauções de modo a evitar tensões superficiais devidas a endurecimento ou por excessivo aquecimento do material.

Após a rotura do provete, são examinadas as superfícies de fractura e analisada a existência de quaisquer imperfeições que possam ter prejudicado o ensaio, incluindo o seu tipo, tamanho e quantidade.

- Ensaio de dobragem

Este ensaio tem como objectivo avaliar a ductilidade do material através de ensaios de dobragem transversais na raiz e face da soldadura e ensaios laterais da soldadura em soldaduras topo-a-topo.

No caso dos provetes de 6mm são efectuadas 2 dobragens de raiz e 2 dobragens de face, nos provetes de 25mm são efectuadas 4 dobragens laterais.

Os provetes são cortados e maquinados de acordo com as figuras 3.09 e 3.10, dependendo do tipo de ensaio a realizar:

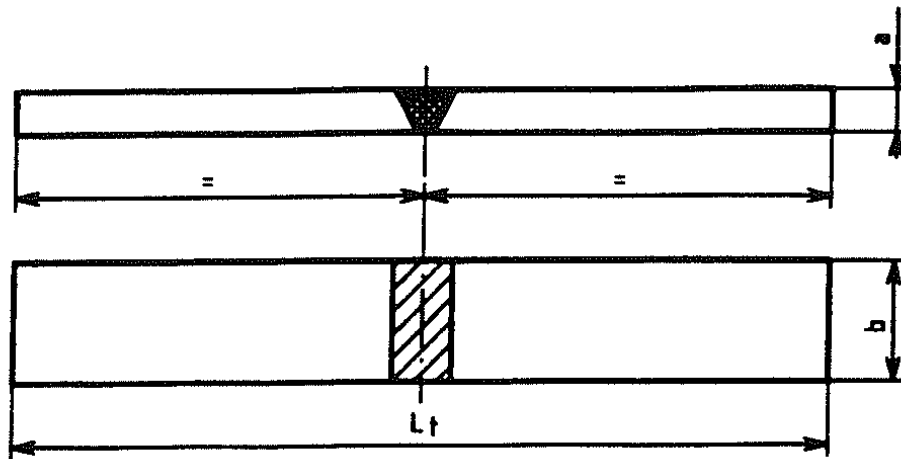


Figura 3.09 – Ensaio de dobragem – Provette para dobragem de raiz ou face [27]

As fases finais de preparação são executadas por torneamento ou rectificação, devendo ser tomadas precauções de modo a evitar tensões superficiais devidas a endurecimento ou por excessivo aquecimento do material.

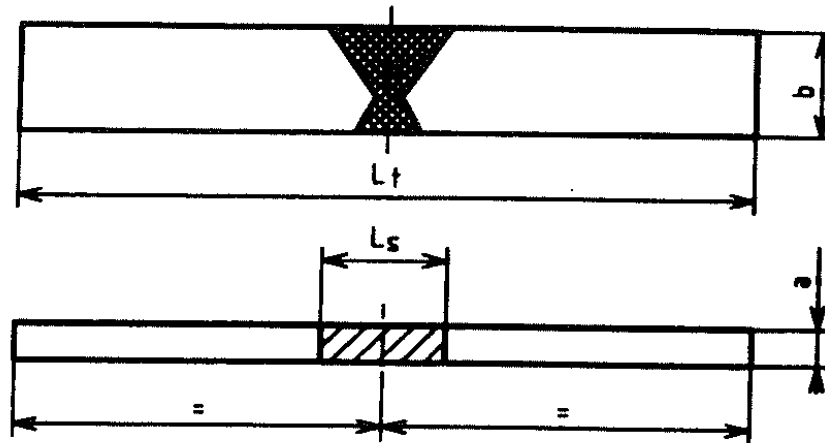


Figura 3.10 – Ensaio de dobragem – Provete para dobragem lateral [27]

O ensaio encontra-se descrito nas figuras 3.11 e 3.12, dependendo do tipo de ensaio a realizar:

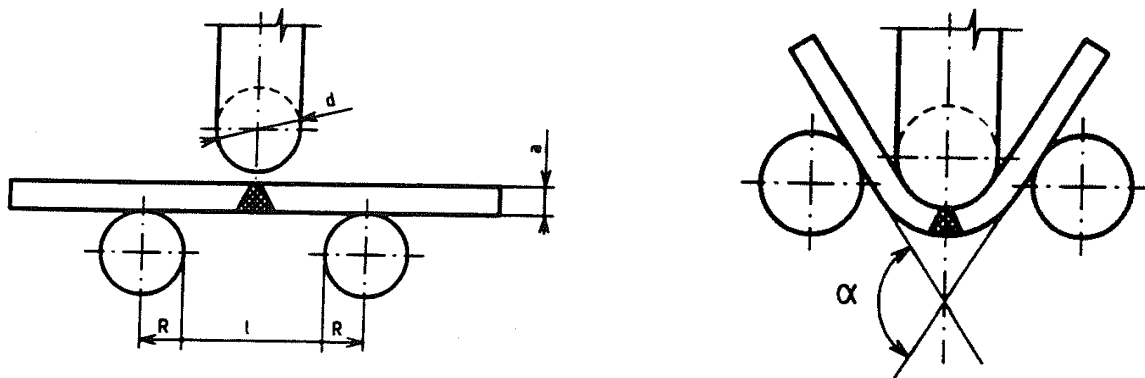


Figura 3.11 – Ensaio de dobragem – Esquema do ensaio para dobragem de raiz ou de face [27]

Na figura 3.11 encontra-se exemplificado o ensaio de dobragem de face. Para proceder ao ensaio de dobragem de raiz, a face da soldadura está na direcção do macho.

É importante referir que para executar o ensaio descrito, é necessário verificar a seguinte condição inicial:

$$d + 2a < l \leq d + 3a$$

No ensaio de dobragem lateral, para além de ser necessário verificar a condição inicial, é necessário assegurar a seguinte condição final:

$$d \geq 1,3L_s - a$$

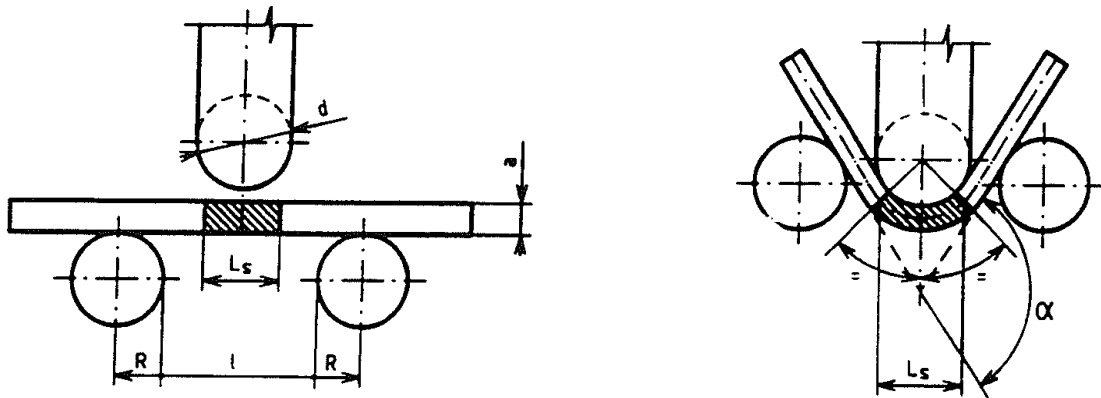


Figura 3.12 – Ensaio de dobragem – Esquema do ensaio para dobragem lateral [27]

Após o ensaio, ambas as superfícies (internas e externas) são analisadas.

Caso não seja especificado, imperfeições inferiores a 3mm nas extremidades do provete não originam falha do ensaio.

- Inspeção macroscópica

Este ensaio tem como objectivo revelar as características macroscópicas da junta soldada e identificar eventuais defeitos, normalmente pelo exame de secções transversais.

O ensaio foi realizado com ataque químico com Nital a 2% e permite detectar as seguintes características:

- 1) Fissuração a quente
- 2) Fissuração a frio
- 3) Arrancamento lamelar
- 4) Porosidades
- 5) Inclusões
- 6) Falta de fusão/penetração
- 7) Forma geométrica
- 8) ZTA
- 9) Passes e camadas
- 10) Estrutura de solidificação
- 11) Preparação da junta
- 12) Direcção de laminagem/extrusão
- 13) Direcção da estrutura lamelar (grão)
- 14) Segregação
- 15) Reparação e não conformidade

16) Efeitos mecânicos e térmicos

Este ensaio aplica-se a provetes orientados perpendicularmente ao eixo da soldadura, incluindo o metal depositado e as zonas termicamente afectadas em ambos os lados da soldadura.

Para os provetes de 6mm foi utilizada uma ampliação de 2,5x a 3,5x. Para os provetes de 25mm foi usada uma ampliação de 2,1x a 2,2x

A superfície é inspeccionada após o ataque químico no que respeita às características referidas anteriormente.

- Ensaio de dureza

Este ensaio tem como objectivo avaliar a dureza e consiste na impressão de uma pequena marca feita na superfície da peça, pela aplicação de pressão, com uma ponta de penetração (endentador). A medida da dureza do material é dada em função das características da marca de impressão e da carga aplicada.

O ensaio realizado foi HV10.

As medições são efectuadas de acordo com a figura 3.13, dependendo do tipo de soldadura efectuado.

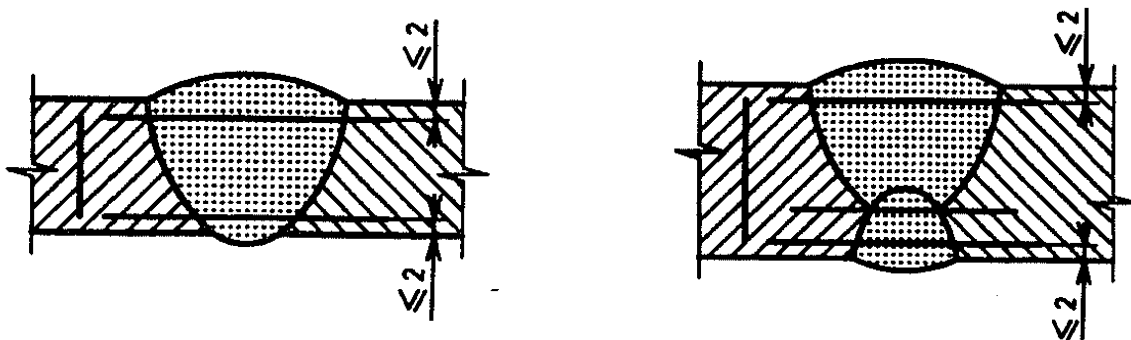


Figura 3.13 – Ensaio de dureza – Localização das medições no corpo de prova [28]

A distância recomendada entre o centro da indentação e a ZTA é de 1mm para o caso em estudo (HV1 e material ferroso)

O número de medições e distância entre si é suficiente para definir zonas endurecidas ou amaciadas devido à soldadura.

São efectuadas medições suficientes para assegurar que o material de base não afectado é testado. Na zona de metal fundido, a distância entre medições é seleccionada e verificada para garantir que os resultados obtidos permitem uma definição coerente da junta soldada.

As fases finais de preparação são executadas com as devidas precauções de modo a não afectar os valores de dureza do provete.

3.3.1. Material de base e seu enquadramento na norma ISO/TR 15608:2005 [21]

Os materiais de base de são agrupados segundo a norma ISO/TR 15608:2005 [21] afim de permitir a sua utilização num grupo de materiais com as mesmas características e não restringir a qualificação do procedimento de soldadura a um único material.

A composição química do material 12Cr1MoV está indicada na tabela 3.09.

Material	Composição (Fracção mássica) [%]							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
12Cr1MoVR	0,08 a	0,15 a	0,40 a	0,90 a	0,25 a	0,15 a	≤ 0,025	≤ 0,010
	0,15	0,40	0,70	1,20	0,35	0,30		

Tabela 3.09 – Composição química [1]

De acordo com a norma ISO/TR 15608:2005 [21], os materiais encontram-se agrupados da seguinte forma:

- Aço (Grupo 1 a 11)
- Alumínio e suas ligas (Grupo 21 a 26)
- Cobre e suas ligas (Grupo 31 a 38)
- Níquel e suas ligas (Grupo 41 a 48)
- Titânio e suas ligas (Grupo 51 a 54)
- Zircónio e suas ligas (Grupo 61 a 62)
- Ferros fundidos (Grupo 71 a 76)

Após uma análise superficial ao material de base (12Cr1MoV), este poderia eventualmente ser enquadrado num dos grupos listados na tabela 3.10, de acordo com a norma ISO/TR 15608:2005 [21]:

Grupo	Subgrupo	Tipo de Material
4		Aço de liga com baixo vanádio Cr-Mo-(Ni) com $Mo \leq 0,7\%$ e $V \leq 0,1\%$
	4.1	Aços com $Cr \leq 0,3\%$ e $Ni \leq 0,7\%$
	4.2	Aços com $Cr \leq 0,7\%$ e $Ni \leq 1,5\%$
5		Aços Cr-Mo sem vanádio com $C \leq 0,35\%$
	5.1	Aços com $0,75\% \leq Cr \leq 1,5\%$ e $Mo \leq 0,7\%$
	5.2	Aços com $1,5\% < Cr \leq 3,5\%$ e $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$
	5.3	Aços com $3,5\% < Cr \leq 7,0\%$ e $0,4\% < Mo \leq 0,7\%$
	5.4	Aços com $7,0\% < Cr \leq 10,0\%$ e $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$
6		Aço de liga com alto vanádio Cr-Mo-(Ni)
	6.1	Aços com $0,3\% \leq Cr \leq 0,75\%$, $Mo \leq 0,7\%$ e $V \leq 0,35\%$
	6.2	Aços com $0,75\% < Cr \leq 3,5\%$, $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$ e $V \leq 0,35\%$
	6.3	Aços com $3,5\% < Cr \leq 7,0\%$, $Mo \leq 0,7\%$ e $0,45\% \leq V \leq 0,55\%$
	6.4	Aços com $7,0\% < Cr \leq 12,5\%$, $0,7\% < Mo \leq 1,2\%$ e $V \leq 0,35\%$

Tabela 3.10 – Grupo de materiais de acordo com a norma ISO/TR 15608:2005 [21]

a) Grupo 4

Após análise concreta, conclui-se que os teores de vanádio existentes no material de base 12Cr1MoV na ordem dos 0,15 a 0,30, não cumprem a premissa do grupo 4 que é $V \leq 0,1\%$. Para além deste teor de vanádio, temos também o teor em cromo que no caso mais favorável (grupo 4.2) é inferior a 0,7% e o material de base estipula teores deste elemento de 0,90 a 1,20.

Como tal este material não poderá ser enquadrado no grupo 4.

b) Grupo 5

O material de base enquadrado no grupo 5 não poderá ter como elemento de liga especificado o vanádio. O material de base 12Cr1MoV possui este elemento com uma ordem de grandeza de 0,15 a 0,30.

Conclui-se então a impossibilidade de enquadrar este material no grupo 5.

c) Grupo 6

Na tabela 3.11 encontram-se indicados os valores permitidos para os subgrupos do grupo 6. A **vermelho** encontram-se os valores que o material de base não respeita, a **verde**, por oposição, aqueles que satisfazem os requisitos.

Elementos	Subgrupos (ISO/TR 15608:2005 [21])				Material 12Cr1MoV
	6.1	6.2	6.3	6.4	
Crómio	0,3 a 0,75	0,76 a 3,5	3,6 a 7,0	7,1 a 12,5	0,90 a 1,20
Molibdénio	0 a 0,7	0,8 a 1,2	0 a 0,7	0,8 a 1,2	0,25 a 0,35
Vanádio	0 a 0,35	0 a 0,35	0,45 a 0,55	0 a 0,35	0,15 a 0,30

Tabela 3.11 – Comparativo do grupo 6 da ISO/TR 15608:2005 versus material 12Cr1MoV [1], [21]

Pela análise efectuada conclui-se que a qualificação de procedimento de soldadura tem de ser efectuada especificamente para o material 12Cr1MoV uma vez que não é possível enquadrar o material nos grupos da norma ISO/TR 15608:2005 [21].

3.3.2. Processos de soldadura utilizados na construção

O material de base é fabricado na China e chega ao local de montagem em contentores de 20 e 40 pés.

Existe um local ao ar livre de pré-fabrico das condutas e reactores. Nas figuras 3.14 e 3.15 demonstra-se o referido estaleiro com o tipo de material a soldar.



Figura 3.14 – Estaleiro de pré-fabrico da SIMI na EDP em Sines



Figura 3.15 – Conduatas de ligação ao reactor na EDP em Sines

Uma vez que o material a soldar é constituído maioritariamente por chapas e a soldadura efectuada ao ar livre o processo de soldadura adoptado para este caso é o processo 136 (Processo de soldadura por fios fluxados com protecção gasosa activa) e 111 (Processo de soldadura por eléctrodos revestidos) de acordo com a norma ISO 4063:2009 [30].

Nas ligações a efectuar à montagem serão utilizados os mesmos processos, embora com maior predominância do processo 111 (Processo de soldadura por eléctrodos revestidos) devido às condicionantes de acessibilidade existentes no local de montagem.

É de referir que o processo 136 com o consumível escolhido utiliza como gás de protecção 100% CO₂ que economicamente é mais viável que os outros tipos de gás utilizados neste processo, com resultados aceitáveis e baixo índice de projecções.

A escolha do processo foi efectuada com base em razões económicas de rentabilidade da operação, adaptação dos soldadores da SIMI ao processo em questão, tipo de soldadura a efectuar, acessibilidades e condicionantes existentes no local de pré-fabrico e montagem

Ponderou-se também o eventual uso do processo 114 (Processo de soldadura por fios fluxados auto protegidos), mas os consumíveis para este material base não se encontravam disponíveis no momento da consulta no mercado. Além do mais face ao leque de soldadores existentes na SIMI, a diferença de operação do processo 136 para o 114, obriga à formação dos soldadores pois não é um processo comum de utilização na área da metalomecânica comparativamente com o processo 136.

Considera-se no entanto, sempre que possível, o uso do processo 114 neste tipo de montagem devido à sua menor sensibilidade às correntes de ar devido à ausência de gás de protecção face ao processo 136.

3.3.3. Consumíveis de soldadura utilizados

Como regra geral deve ser seleccionado um consumível de composição idêntica à do metal de base.

Neste caso específico e face à dificuldade de obter consumíveis para soldadura deste material, foi analisado e aceite juntamente com o cliente e o projectista o uso de material quimicamente similar mas com ausência de vanádio. Esta proposta prende-se com a utilização do material 12Cr1MoV numa aplicação bastante inferior ao potencial deste. Em instalações similares com a mesma temperatura de serviço é comum o uso do material 16Mo3, cujas características químicas e mecânicas estão bastante abaixo das apresentadas pelo material em estudo.

Pela análise dos consumíveis existentes no mercado, verificou-se que os consumíveis usados para as soldaduras dos aços do tipo 1,25% Cr e 0,5% Mo são aquelas cuja composição química mais se aproxima com o material em estudo.

Na tabela 3.12 podemos comparar as características químicas do material de base e dos consumíveis usados nos dois processos de soldadura (111 e 136).

Material / consumível	Composição (Fracção mássica) [%]							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
12Cr1MoVR	0,08 a 0,15	0,15 a 0,40	0,40 a 0,70	0,90 a 1,20	0,25 a 0,35	0,15 a 0,30	≤ 0,025	≤ 0,010
Eléctrodo Revestido EN 1599:1997 [31]: E CrMo 1 B 42 H 5	0,05 a 0,12	≤ 0,8	0,4 a 1,5	0,90 a 1,40	0,45 a 0,65	---	≤ 0,030	≤ 0,025
Fio Fluxado ISO 17634:2004 [32]: T CrMo 1 P C 2	0,05 a 0,12	≤ 0,8	0,4 a 1,3	0,90 a 1,40	0,45 a 0,65	≤ 0,03	≤ 0,020	≤ 0,020

Tabela 3.12 – Composição química do material base vs consumíveis [1, 31, 32]

O molibdénio e vanádio melhoram significativamente as propriedades de resistência à fluência dos aços devido à formação de carbonetos estáveis. Como tal pela análise da tabela 3.12. conclui-se que a ausência de vanádio nos consumíveis é compensada pelo aumento do molibdénio. No que respeita aos restantes elementos existe um ligeiro aumento dos limites do silício e manganês. A influência do silício parece ser muito variada; porém para cargas elevadas e taxas mínimas de fluência altas parece, tal como o alumínio, não apresentar grandes vantagens. O manganês por outro lado melhora francamente a resistência à fluência dos aços.

Na tabela 3.13 podemos comparar as características mecânicas do material de base e dos consumíveis usados nos dois processos de soldadura (111 e 136).

Material / consumível	Espessura da Chapa [mm]	Ensaio Tracção		
		Tensão de Ruptura σ_R [MPa]	Tensão de Cedência σ_{CED} [MPa]	Alongamento A [%]
			Não inferior a	
12Cr1MoVR	$6 \leq x \leq 60$	440 – 590	245	19
	$60 < x \leq 100$	430 – 580	235	
Eléctrodo Revestido EN 1599:1997 [31]: E CrMo 1 B 42 H 5	N.A.	> 510	355	20
Fio Fluxado ISO 17634:2004 [32]: T CrMo 1 P C 2	N.A.	> 510	355	20

Tabela 3.13 – Propriedades mecânicas do material base vs consumíveis [1, 31, 32]

Após análise das propriedades mecânicas do material de base comparativamente com os consumíveis de soldadura utilizados leva-nos a concluir que as propriedades dos consumíveis de soldadura são superiores às do material de base cumprimento a premissa das propriedades mecânicas dos consumíveis serem iguais ou superiores ao material de base.

3.3.4. Pré-aquecimento e tratamento térmico pós soldadura

Como já referido na introdução e de acordo com a norma de projecto, o cálculo do pré-aquecimento deverá estar em conformidade com a norma NP EN 1011-2:2008 [11].

No anexo C desta norma refere-se aos métodos para evitar a fissuração por hidrogénio (também conhecida por fissuração a frio).

O método A (anexo C.2) e método B (anexo C.3) são métodos expeditos de cálculo do pré-aquecimento. No entanto, dadas as limitações na composição química do material de base que estes dois métodos exigem, não nos é possível efectuar este cálculo do pré-aquecimento. Como tal usámos o método C.4 que recorre ao uso de tabelas para definição da temperatura de pré-aquecimento.

- Método C.4 - Anexo C.4 da norma NP EN 1011-2:2008 [11]

Os metais de base abrangidos pelo presente método, são alguns dos aços resistentes à fluência e dos aços para baixas temperaturas dos grupos 4, 5, 6 e 7 da norma ISO/TR 15608:2005 [21].

Como já referido anteriormente, o material em estudo possui uma composição química aproximada ao grupo 6 e como tal usaremos este método para o cálculo do pré-aquecimento.

A tabela 3.14 indica para os aços resistentes à fluência, os limites para a temperatura de pré-aquecimento e para a temperatura entre passes aplicáveis a chapas, barras, tubos e forjados. Pode ser necessário efectuar alterações para ter em conta requisitos especiais, experiência ou determinadas aplicações (por exemplo soldaduras de ângulo, soldaduras parcialmente executadas, soldaduras de tubuladuras ou soldaduras em estaleiro). Mesmo que a especificação de projecto não exija ensaios de qualificação de procedimento de soldadura, estes deverão ser sempre realizados.

O valor mínimo da temperatura de pré aquecimento e da temperatura entre passes depende dos seguintes factores:

- Composição química do metal de base e do metal de adição;
- Espessura da soldadura e tipo de junta;
- Processo de soldadura e respectivas variáveis;
- Escala de hidrogénio.

A temperatura de pré-aquecimento e a temperatura entre passes apresentadas na tabela 3.14 são válidas para soldaduras topo a topo. Devido à maior dissipação térmica, as soldaduras de ângulo ou as soldaduras parcialmente executadas poderão requerer, eventualmente, temperaturas mínimas mais altas. A soldadura em estaleiro pode exigir precauções adicionais.

De modo a evitar a fissuração por hidrogénio é aconselhável:

- Manter a temperatura mínima obtida na tabela 3.14 durante todo o processo de soldadura;
- Arrefecer lentamente;

Tipo de Aço	Espessura [mm]	Temperatura mínima de pré-aquecimento			Temperatura máxima entre passes
		Escada de hidrogénio D $\leq 5\text{ml}/100\text{g}$ [°C]	Escada de hidrogénio C $5 \leq 10\text{ml}/100\text{g}$ [°C]	Escada de hidrogénio A $\geq 15\text{ml}/100\text{g}$ [°C]	
1 Cr 0,5 Mo	≤ 15	20	100	150	300
1,25 Cr 0,5 Mo	> 15	100	150	Não aplicável	

Tabela 3.14 – Temperaturas mínimas de pré-aquecimento e entre passes [11]

Com base na tabela 3.14 e considerando que:

- Os consumíveis de soldadura usados, quer para o processo 111, quer para o processo 136, introduzem no cordão de soldadura um valor de hidrogénio difusível igual ou inferior a 5ml por 100gr de metal depositado equivalente na tabela 3.14 à Escala de Hidrogénio D.
- O valor para espessuras a soldar acima dos 15mm
- A composição química de 1Cr 0,5Mo como uma aproximação aceitável ao material em estudo (0,9 a 1,2 Cr e 0,25 a 0,35 Mo)
- A soldadura é efectuada ao ar livre e requer precauções especiais e que existem soldaduras de ângulo a efectuar que possuem maior dissipação térmica e poderão requerer, eventualmente, temperaturas mínimas de pré-aquecimento mais altas

Com base na tabela 3.14 e os factores referidos acima, adoptou-se para o pré-aquecimento um valor de 120°C para espessuras superiores a 15mm.

Para espessuras inferiores a 15mm, uma vez que o valor limite de hidrogénio difusível é igual ao limite da Escala de Hidrogénio D e C da tabela 3.14, adoptou-se neste caso o mais desfavorável (Escala de Hidrogénio C). Como será um estaleiro com muitos soldadores e com o objectivo de prevenir eventuais erros com os valores de pré-aquecimento, adoptou-se igualmente 120°C à semelhança das chapas com espessura superior a 15mm.

- Determinação do tratamento térmico pós soldadura

Como já referido na introdução o cálculo do tratamento térmico pós soldadura é complexo dadas as variáveis existentes e a sua complexidade de cálculo. Como tal foram retiradas por aproximação, os parâmetros do tratamento térmico de duas normas distintas.

- Hipótese 1 – De acordo com EN 12952-5:2001 [12]

De acordo com esta norma, aplicável em tubagem de água em caldeiras e instalações similares, a temperatura de tratamento térmico pós soldadura é dada de acordo com a tabela 3.15 em função dos subgrupos de material de base em conformidade com a norma ISO/TR 15608:2005 [21].

Tipo de aço	Grupo	Gama de Temperatura [°C]				
		4	5.1	5.2	6	6
1 Cr ½ Mo	5.1	----	620 – 680	680 – 700	----	----

Tabela 3.15 – Temperaturas de tratamento térmico pós soldadura (Parcial) [12]

O subgrupo 5.1 (Aços com $0,75\% \leq Cr \leq 1,5\%$ e $Mo \leq 0,7\%$) embora não permita a presença de vanádio, enquadra-se nos restantes elementos de liga, nomeadamente o crómio ($0,90\% \leq Cr \leq 1,2\%$) e o molibdénio ($0,25\% \leq Mo \leq 0,35\%$). A temperatura de tratamento térmico pós soldadura para este subgrupo é de 620°C a 680°C.

Como o material em estudo possui vanádio com uma percentagem de 0,15% a 0,30%, podemos concluir que a temperatura terá de ser ligeiramente superior ou no limite igual ao limite superior ao apresentado pela tabela 3.15 (680°C)

O tempo de permanência à temperatura de patamar é dado na norma em estudo para diferentes espessuras. No caso em estudo a qualificação de procedimento de soldadura é efectuado com chapa de espessura 25mm e como tal o tempo é dado pela condição $t=2xe=50$ min.

- Hipótese 2 – De acordo com ASME BPV (Boiler and pressure vessel) Section I:2010 [13]

De acordo com este código, que define as regras de construção de caldeiras para geração de energia, a temperatura de tratamento térmico pós soldadura é dada de acordo com a tabela 3.16.

Material	Temperatura mínima de patamar [°C]	Tempo mínimo de patamar à temperatura norma para espessura de soldadura (nominal)		
		Até 50mm	De 50mm a 125mm	Superior a 125mm
P-No 4	649	2 min/mm Mínimo 15 min	2 min/mm	5 horas mais 15 minutos adicionais por cada 25mm acima de 125mm

Tabela 3.16 – Tempo de permanência de tratamento térmico pós soldadura [13]

O agrupamento de materiais é efectuado de acordo com o ASME secção IX [13], aplicável à qualificação de procedimentos de soldadura e brasagem, soldadores e operadores de soldadura e brasagem.

De acordo com esta norma os materiais são agrupados por “P-No.” e “Group Number”. Os materiais do tipo 1Cr-0,5Mo, mais aproximados ao caso em estudo, pertencem ao P-No. 4. Como podemos ver na tabela 3.16 a temperatura de tratamento térmico pós soldadura recomendada é de 649°C.

O tempo de permanência à temperatura de patamar, para espessuras até 50mm, é dado utilizando a condição de 2 min/mm com um mínimo de 15 minutos. Para o caso em questão, a qualificação de Procedimento de soldadura é efectuada com chapa de 25mm. Aplicando a formula temos 50 minutos de tempo de patamar à temperatura indicada no paragrafo anterior.

Face à análise anterior, temos os seguintes valores para a temperatura de tratamento térmico pós soldadura:

Norma / Código	Material considerado	Temperatura de Tratamento Térmico
EN 12952:2001 [12]	1 Cr ½ Mo	620°C a 680°C
ASME BVP (Boiler and Pressure Vessel) Section I:2010 [13]	1Cr-0,5Mo	649°C

Tabela 3.17 – Comparação de temperaturas de tratamento térmico pós soldadura

Como o material em estudo possui vanádio com uma percentagem de 0,15% a 0,30%, podemos concluir que a temperatura terá de ser ligeiramente superior. Face aos valores indicados considerámos uma temperatura de tratamento térmico pós soldadura de 680°C.

Os tempos de patamar obtidos pelas normas/códigos mencionados são os seguintes:

Norma / Código	Material considerado	Tempo de Patamar
EN 12952:2001 [12]	1 Cr ½ Mo	50min
ASME BVP (Boiler and Pressure Vessel) Section I:2010 [13]	1Cr-0,5Mo	50min

Tabela 3.18 – Comparação de tempos de patamar de tratamento térmico pós soldadura

Face aos valores de patamar e por uma questão de uniformidade optamos por 60 minutos de tempo de patamar à temperatura de 680°C.

O tempo requerido de patamar é 50 minutos. A escolha dos 60 minutos prende-se essencialmente com a uniformidade dos códigos existentes nesta matéria incluindo códigos de tubagem em que o operador do equipamento de tratamento térmico encontra-se mais familiarizado. É um factor de extrema importância a ter em conta em futuros trabalhos devido ao custo associado à energia dispendida por estes equipamentos bem como a protecção do meio ambiente.

3.3.5. Especificações preliminares de procedimento de soldadura

Como referido na introdução, para efectuar a qualificação dos procedimentos de soldadura, foi necessário efectuar especificações preliminares de procedimento de soldadura que definem todos os parâmetros necessários para a realização dos corpos de prova utilizados na qualificação de procedimento de soldadura. Analisamos de seguida as variáveis necessárias:

a) Material de Base

Encontra-se caracterizado na secção 4.1. Uma vez que o material não se enquadra nos grupos de materiais definidos na norma ISO/TR 15608:2005 [21] será efectuada uma qualificação particular com o material 12Cr1MoV com o domínio de validade da qualificação restrito a este material

b) Espessura do material

Após análise dos diversos desenhos do reactor e condutas da unidade desnitrificação, verificou-se que as gamas de espessuras a soldar existentes em obra encontram-se situadas entre os 5mm e 49mm

De acordo com o quadro 5 da norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9], o domínio da qualificação para a espessura do metal depositado para soldaduras topo a topo é:

Dimensões em milímetros

Espessura do corpo de prova t	Domínio da qualificação	
	Mono passe	Multi passe
$t \leq 3$	$0,7t$ a $1,3t$	$0,7t$ a $2t$
$3 < t \leq 12$	$0,5t$ (3 min.) a $1,3t^a$	3 a $2t^a$
$12 < t \leq 100$	$0,5t$ a $1,1t$	$0,5t$ a $2t$
$t > 100$	Não aplicável	50 a $2t$

Tabela 3.19 – Domínio de qualificação para a espessura de metal depositado [9]

Face às gamas de espessura a soldar em obra e à tabela 3.19, considerando soldadura multi-passe, a espessura do material de base adoptada foi a seguinte:

Material	Espessura	Domínio da Qualificação
12Cr1MoV	6,0mm	3,0mm a 12,0mm
12Cr1MoV	25,0mm	12,5mm a 50,0mm

Tabela 3.20 – Domínio de qualificação para a espessura adoptada

c) Processo de soldadura

Encontra-se caracterizado na secção 4.2. Será utilizado o processo 136 (processo de soldadura por fios fluxados com protecção gasosa activa) e o processo 111 (processo de soldadura por eléctrodos revestidos) de acordo com a norma ISO 4063:2009 [30].

Uma vez que a qualificação é apenas válida para o processo de soldadura usado na prova de qualificação de procedimento de soldadura, terão que ser efectuadas qualificação para o processo 136 e para o processo 111.

d) Posições de soldadura

A soldadura de uma prova em qualquer das posições (chapa ou tubo) qualifica para soldar em todas as posições excepto PG e J-L045, onde deve ser requerida uma prova de procedimento separada.

Onde forem especificados requisitos de impacto e/ou de dureza, os ensaios de impacto devem ser retirados da posição de soldadura com a mais alta entrega térmica e os ensaios de dureza devem ser retirados da posição de mais baixa entrega térmica, por forma a qualificar para todas as posições.

Por exemplo, em soldaduras topo a topo em chapa a posição de mais alta entrega térmica é normalmente PF e a mais baixa PC.

No caso em estudo são especificados requisitos de dureza do material e como tal a posição de soldadura adoptada será a PC (horizontal) que será a posição com mais baixa entrega térmica e consequentemente o caso mais desfavorável.

e) Tipo de junta/soldadura

O domínio da qualificação para o tipo de juntas soldadas é na prova de procedimento de soldadura sujeito a limitações especificadas em outras secções (ex. diâmetro, espessura) e adicionalmente:

- a) Soldadura topo a topo qualifica soldadura topo a topo de penetração total e parcial, e soldaduras de ângulo. Provas em soldadura de ângulo devem ser requeridas onde esta for a forma predominante da soldadura em produção;
- b) Juntas topo a topo em tubo também qualificam picagens com um ângulo $\geq 60^\circ$;
- c) Juntas em T soldadas topo a topo qualificam juntas em T soldadas topo a topo e soldaduras de ângulo (ver a);
- d) Soldaduras executadas por um só lado sem suporte, qualificam soldaduras executadas por ambos os lados e com suporte;
- e) Soldaduras executadas com suporte qualificam soldaduras executadas por ambos os lados;
- f) Soldaduras executadas por ambos os lados sem esmerilagem qualificam soldaduras executadas por ambos os lados com esmerilagem;
- g) Soldadura de ângulo qualifica apenas soldadura de ângulo;
- h) Não é permitido alterar depósito multi passe para depósito mono passe (ou mono passe de cada lado), ou vice-versa para um dado processo.

No caso em estudo foi adoptada a soldadura topo a topo para todos os procedimentos de soldadura uma vez ser esta a predominante soldadura em obra.

Para as chapas de menor espessura (6,0mm) e processo de soldadura 111 a soldadura será executada por um só lado sem suporte afim de qualificar soldaduras topo a topo de penetração total e parcial, e soldaduras de ângulo. Para o processo de soldadura 136 será utilizada uma chapa de suporte uma vez que em obra existirá esse suporte nas soldaduras a efectuar por este processo de soldadura e para as espessuras abrangidas pela gama de

aprovação deste procedimento de soldadura, e qualificar também os casos de soldaduras executadas por ambos os lados

Para as chapas de maior espessura (25,0mm) e processo de soldadura 111 a soldadura será executada por um só lado sem suporte, à semelhança da chapa de menor espessura afim de qualificar soldaduras topo a topo de penetração total e parcial, e soldaduras de ângulo. Refere-se que nas chapas de maior espessura em obra poderia ser utilizada uma chapa de suporte uma vez que em obra existirá esse suporte nas soldaduras a efectuar por este processo de soldadura e para as espessuras abrangidas pela gama de aprovação deste procedimento de soldadura. Para o processo de soldadura 136 foi efectuada a soldadura por ambos os lados pois para este processo de soldadura e para as espessuras abrangidas pela gama de aprovação deste procedimento de soldadura é possível soldar pelos 2 lados.

f) Material de adição, designação

Este aspecto já se encontra caracterizado na secção 4.3. De acordo com a norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] os materiais de adição cobrem outros materiais de adição, desde que esses tenham propriedades mecânicas equivalentes, o mesmo tipo de revestimento ou fluxo, a mesma composição nominal e o mesmo, ou menor, teor em hidrogénio de acordo com a designação da norma europeia apropriada para o material de adição em questão.

Uma vez que a qualificação do material de base é específica, os consumíveis de soldadura também serão apenas os referidos na qualificação de procedimento de soldadura.

g) Material de adição, fabrico (fabricante e designação comercial)

Quando é requerido ensaio de impacto, para os processos 111, 114, 12, 136 e 137, o domínio de validade é restringido ao fabrico específico utilizado na prova de procedimento. É permitido alterar o fabrico específico do material de adição, para outro com a mesma parte obrigatória da designação quando um corpo de prova adicional é soldado. Este corpo de prova deve ser soldado utilizando parâmetros de soldadura idênticos ao da prova original e apenas provetes de impacto ao metal depositado devem ser ensaiados.

No caso em estudo e devido à sua temperatura de funcionamento, não são requeridos ensaios de impacto, apesar da designação comercial e fabricante a utilizar sejam os mesmos da qualificação de procedimento de soldadura.

h) Material de adição, dimensão

É permitido alterar a dimensão do material de adição desde que os requisitos mencionados em j) “Entrega térmica” sejam satisfeitos.

Os requisitos são satisfeitos como mencionado em j) “Entrega térmica” e como já abordado em d) “Posições de soldadura”.

i) Tipo de corrente

A qualificação é dada para o tipo de corrente (corrente alterna (AC), corrente directa (DC), corrente pulsada) e polaridade utilizadas na prova de procedimento. Para o processo 111, corrente alterna também qualifica corrente directa (ambas as polaridades), quando não forem requeridos ensaios de impacto.

Para ambos os processos de soldadura utilizados (111 e 136) o tipo de corrente utilizada será DCEP (corrente contínua, eléctrodo ao positivo) de acordo com as especificações dos fabricantes dos consumíveis.

j) Entrega térmica

Quando os requisitos de impacto são aplicáveis, o limite máximo de entrega térmica qualificada é 25 % maior que a usada na soldadura do corpo de prova.

Quando os requisitos de dureza são aplicáveis, o limite mínimo de entrega térmica qualificada é 25 % menor que a usada na soldadura do corpo de prova.

Se tiverem sido realizadas provas de procedimento de soldadura para ambas as entregas térmicas, máxima e mínima, então todas as entregas térmica intermédias estão igualmente qualificadas.

No caso em estudo existem requisitos de dureza aplicáveis, e como já referido em d) “Posições de soldadura” a posição de soldadura adoptada na qualificação de procedimento de soldadura será a PC (horizontal) que é a posição com mais baixa entrega térmica e consequentemente o caso mais desfavorável. Como tal a entrega térmica qualificada poderá possuir um valor mínimo de 25% abaixo da entrega térmica utilizada na qualificação de procedimento de soldadura.

Quanto ao limite máximo, uma vez que não existem requisitos de impacto, não existe nenhuma limitação de entrega térmica para este limite superior.

k) Temperatura de pré aquecimento

Quando é requerido pré aquecimento o limite inferior da qualificação é a temperatura nominal de pré aquecimento, aplicada no início da prova de procedimento de soldadura. De acordo com o já desenvolvido na secção 3.3.4, a temperatura de pré-aquecimento adoptada será de 120°C

Afim englobar todo o âmbito de execução do trabalho foram efectuadas inicialmente quatro qualificações de procedimentos de soldadura com base nas especificações preliminares de procedimento de soldadura que se encontram mencionadas na tabela 3.21.

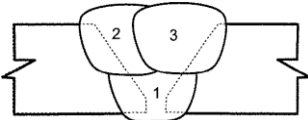
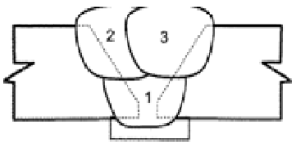
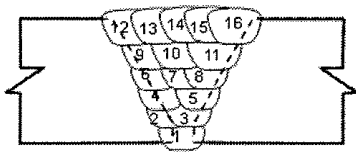
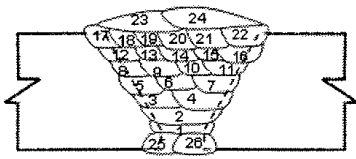
EPSp	PQR	Processo de Soldadura	Sequência de Soldadura	Espessura	Observações
42/91051	2009/0144	111		6,0mm	Pré-aquecimento $\geq 120^{\circ}$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura
45/91051	2009/0145	136		6,0mm	Pré-aquecimento $\geq 120^{\circ}$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura
44/91051	2009/0148 rev.1	111		25,0mm	Pré-aquecimento $\geq 120^{\circ}$ Com Tratamento Térmico pós soldadura
43/91051	2009/0149 rev.1	136		25,0mm	Pré-aquecimento $\geq 120^{\circ}$ Com Tratamento Térmico pós soldadura

Tabela 3.21 – Listagem de especificações de soldadura

Após análise dos resultados e da impossibilidade de realizar tratamentos térmicos pós soldadura no local devido à geometria e localização das peças, foram efectuados duas novas qualificações de procedimento de soldadura sem tratamento térmico pós soldadura nas mesmas condições, mas com uma subida da temperatura de pré-aquecimento de 120°C para 180°C..

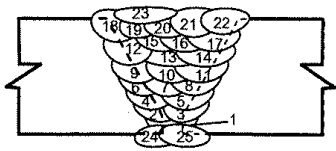
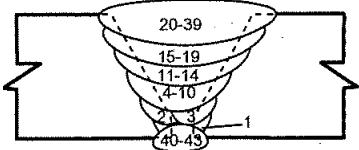
EPSp	PQR	Processo de Soldadura	Sequência de Soldadura	Espessura	Observações
52/91051	2009/0176	136		25,0mm	Pré-aquecimento $\geq 180^{\circ}$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura
53/91051	2009/0181	111		25,0mm	Pré-aquecimento $\geq 180^{\circ}$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura

Tabela 3.22 – Listagem de Especificações de soldadura (Adicional)

3.3.6. Preparação, execução e controlo da qualificação dos procedimentos de soldadura

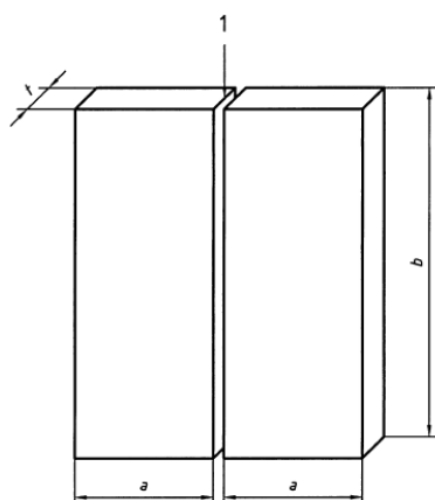
As qualificações de procedimento de soldadura foram executadas em obra.

Para efectuar estas qualificações foi necessário preparar um conjunto de recursos, materiais e equipamentos.

Seguidamente indica-se algumas das etapas fundamentais de preparação, execução e controlo das qualificações dos procedimentos de soldadura efectuados

- Preparação dos corpos de prova

Foram preparados inicialmente quatro corpos de prova de acordo com a figura 3.16. Dois corpos de prova com espessura de 6mm e dois corpos de prova com espessura de 25mm.



Legenda:

1 - Preparação da junta e montagem como detalhado na Especificação de Procedimento de Soldadura preliminar (EPSp)

a - Valor mínimo de 150 mm

b - Valor mínimo de 350 mm

t - Espessura do material do corpo de prova.

Figura 3.16 – Preparação do corpo de prova [9]

- Preparação e posicionamento e dos corpos de prova

De acordo com as EPSp é necessário preparar e posicionar os corpos de prova.

A preparação consiste na limpeza das superfícies a soldar e zonas adjacentes do material de base através de rebarbagem. As superfícies devem estar isentas de quaisquer imperfeições, gorduras, óleos e outros contaminantes que possam afectar o resultado final pretendido.

A folga e dimensões do chanfro especificada nas EPSp foram verificadas encontrando-se dentro das tolerâncias exigidas.

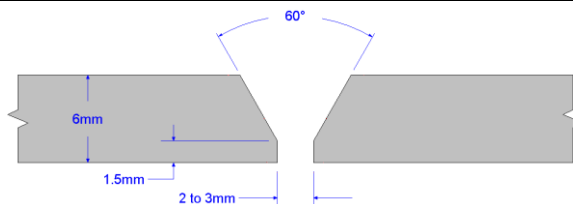
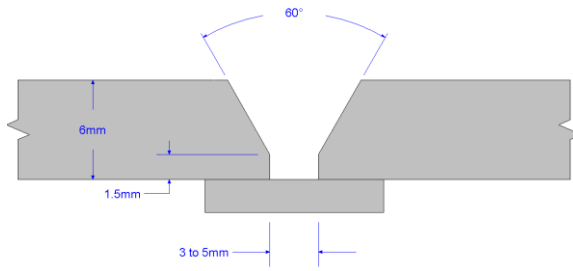
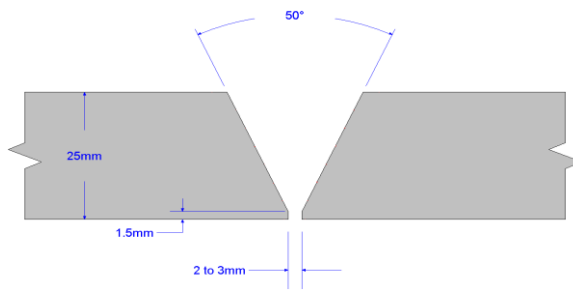
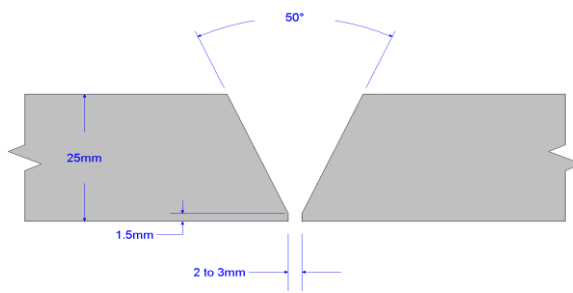
EPSp	Preparação da Junta	Posição de Soldadura
42/91051		PC
45/91051		PC
44/91051		PC
43/91051		PC

Tabela 3.23 – Preparação da junta e posição de soldadura nos corpos de prova

O posicionamento do corpo de prova foi efectuado na posição horizontal (PC). Esta posição foi imposta por ser a mais desfavorável no que respeita à dureza do material, pois introduz menor entrega térmica que leva a arrefecimentos mais rápidos e consequentemente, valores de dureza mais elevados.

Na figura 3.17 encontram-se indicadas as várias posições de soldadura.

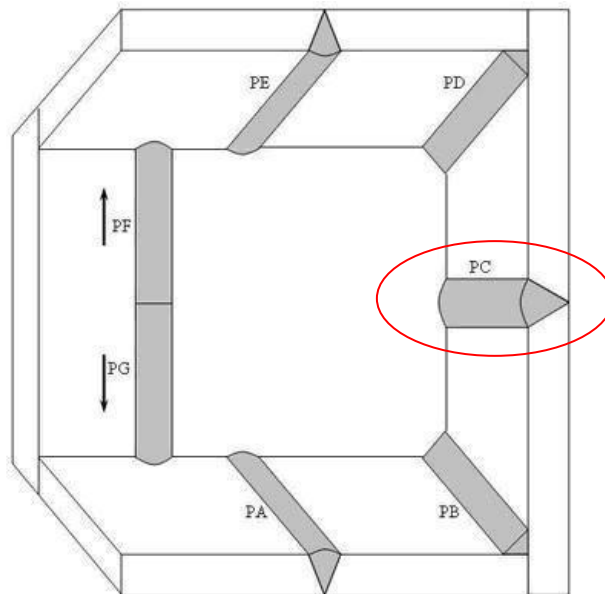


Figura 3.17 – Posições de soldadura

No caso em estudo a posição adoptada é o PC e o corpo de prova deverá ser soldado de acordo com a figura 3.18, na progressão horizontal

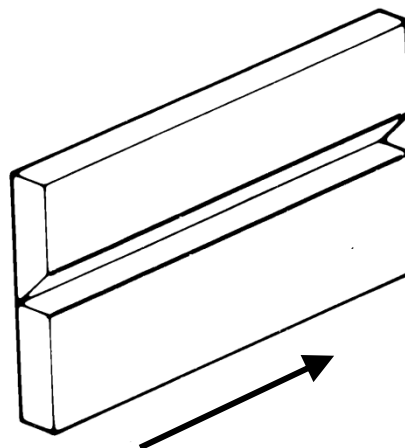


Figura 3.18 – Posição de soldadura utilizada nas qualificações de procedimento de soldadura

- Acompanhamento dos parâmetros

O pré-aquecimento foi efectuado com chama (propano). Foi utilizado um termómetro digital para garantir que a temperatura de pré-aquecimento é atingida antes do início da soldadura.

Os parâmetros eléctricos (voltagem e corrente de soldadura) foram controlados com o uso de um multímetro para garantir os parâmetros mencionados nas EPSp.

A velocidade de soldadura foi medida através do uso de um cronómetro e da verificação do comprimento de soldadura efectuado em cada passe.

Estes valores encontram-se indicados nos registos de qualificação de procedimento de soldadura.

- Tratamento térmico pós soldadura

Após a finalização do corpo de prova e após ensaio radiográfico preliminar, foi efectuado o tratamento térmico pós soldadura nos provetes com espessura de 25mm.

Este processo consiste na utilização de resistências eléctricas para elevação da temperatura. São colocados termopares para garantir que os patamares de temperatura exigidos são respeitados e isolamento térmico para garantir a manutenção da temperatura.

Os termopares utilizados foram de Níquel - Crómio / Níquel – Alumínio tipo K. A ligação do termopar deverá ser com arame para os termopares de contacto. A ligação do termopar ao cabo de extensão deverá estar afastada da zona de aquecimento.

O ciclo temporal de temperaturas a ser usado, taxas de aquecimento e arrefecimento incluídas encontram-se mencionados na respectiva EPSp.

O aquecimento deve ser efectuado com uma subida livre até 300 °C. Acima dos 300 °C a taxa de aquecimento não deverá exceder 180 °C/h.

O tempo de patamar deverá ser de 1 hora e a temperatura de 650°C±15°C

O arrefecimento não deverá exceder 180 °C/h até aos 300°C. Abaixo dos 300 °C o arrefecimento poderá ser efectuado ao ar calmo sem isolamento térmico.

Seguidamente ilustra-se o gráfico do tratamento térmico usado nas qualificações de procedimento de soldadura com espessura igual a 25mm.

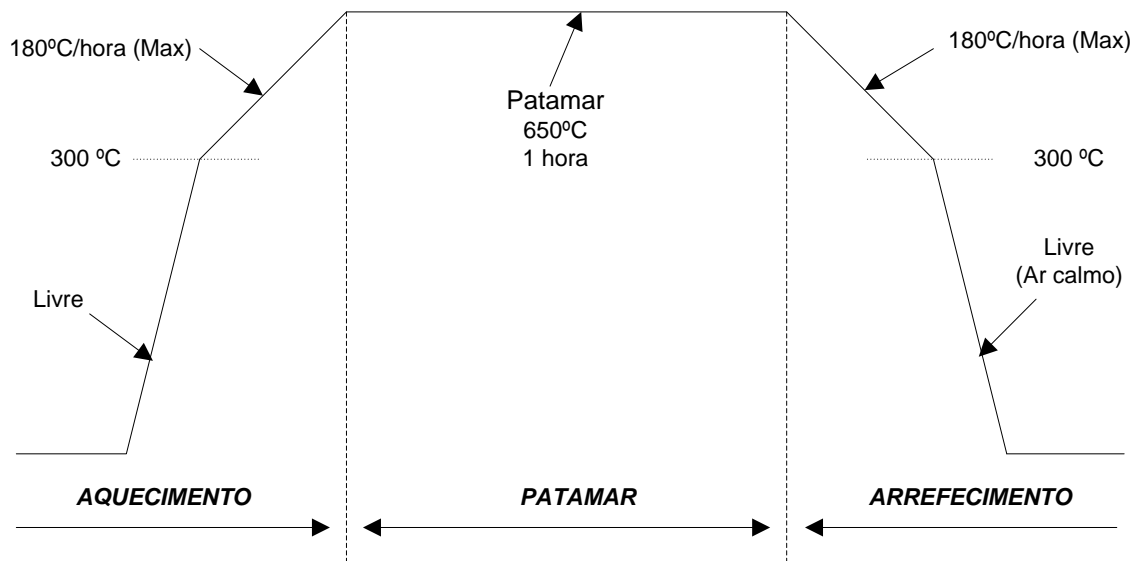


Figura 3.19 – Ciclo do tratamento térmico pós soldadura

3.3.7. Ensaios realizados para qualificação dos procedimentos de soldadura

Com base nas especificações preliminares de procedimento de soldadura foram qualificados inicialmente quatro procedimentos de soldadura no ISQ.

Os ensaios a realizar para a qualificação já referidos na introdução são os seguintes:

- Inspeção visual da soldadura
- Ensaio de tracção transversal (2 provetes retirados do corpo de prova)
- Ensaio de dobragem transversal (4 provetes retirados do corpo de prova)
- Ensaio de dureza
- Ensaio por radiografia ou ultrassons (Mediante a espessura a soldar)
- Ensaio por líquidos penetrantes
- Exame macroscópico

No que respeita aos ensaios destrutivos, os métodos de ensaio são os seguintes:

- Ensaio de tracção transversal

Os provetes e o ensaio de tracção transversal para juntas topo a topo são de acordo com a norma NP EN 895:2002 [26]. A tensão de rotura do provete não pode ser inferior ao valor

mínimo especificado para o metal de base, excepto se outro critério for especificado antes do ensaio

- Ensaio de dobragem

Os provetes e o ensaio de dobragem para juntas topo a topo estão de acordo com a norma EN 910:1996 [27]. Para espessuras < 12 mm dois provetes de dobragem de face e dois provetes de dobragem de raiz devem ser ensaiados. Para espessuras \geq 12 mm recomendam-se quatro provetes de ensaio de dobragem lateral, ao invés dos ensaios de dobragem de face e raiz.

Durante o ensaio, os provetes não podem revelar qualquer descontinuidade isolada > 3 mm em qualquer direcção. Descontinuidades que surjam nas extremidades de um provete durante o ensaio devem ser ignoradas durante a avaliação.

- Inspeção macroscópica

O provete deve ser preparado e contrastado de um dos lados, de acordo com a NP EN 1321:2002 [28], para revelar claramente a linha de fusão, a ZTA e a sequência de passes.

A inspeção macroscópica inclui o metal de base não afectado e é registada por pelo menos uma macrografia por cada prova de procedimento de soldadura.

Um procedimento de soldadura é qualificado se as imperfeições no corpo de prova estiverem dentro dos limites do nível de qualidade B da ISO 5817:2003 [33], excepto para os tipos de imperfeições seguintes: excesso de metal depositado, convexidade excessiva, espessura de garganta excessiva e penetração excessiva, para os quais o nível C da referida norma deve ser aplicado.

- Ensaio de dureza

O ensaio de dureza Vickers com uma carga HV10 é realizado de acordo com a norma EN 1043-1:1995 [29].

São efectuadas medições de dureza na soldadura, na zona termicamente afectada e no metal de base para avaliar a gama de valores de dureza ao longo da junta soldada. Para materiais de espessura inferior ou igual a 5 mm, é realizada apenas uma linha de indentações situada até 2 mm abaixo da superfície superior da junta soldada.

Para materiais de espessura superior a 5 mm, são realizadas duas linhas de indentações situadas até 2 mm abaixo da superfície superior e inferior da junta soldada.

Para juntas soldadas por ambos os lados, soldaduras de ângulo e soldaduras de penetração total em juntas em T, é realizada uma linha adicional de indentações ao longo da zona da raiz.

Para cada linha de indentações devem ser realizadas pelo menos 3 indentações individuais de cada uma das seguintes zonas:

- Soldadura;
- Ambas as zonas termicamente afectadas;
- Ambos os metais de base.

Para a ZTA a primeira indentação é colocada o mais próximo possível da linha de fusão.

Os resultados do ensaio de dureza cumprem com os requisitos da tabela 3.24. No entanto, requisitos para os Grupos 6 (não tratados termicamente), 7, 10 e 11 e quaisquer juntas de metais dissimilares, são especificados antes do ensaio.

Grupos de aço ISO/TR 15608:2005 [21]	Não tratados termicamente	Tratados termicamente
1, 2	380	320
3	450	380
4, 5	380	320
6	--	350
9.1	350	300
9.2	450	350
9.3	450	350

Tabela 3.24 – Valores máximos de dureza permitidos (HV10) [9]

3.4. Ensaio não destrutivo em processo

No decorrer dos trabalhos foram realizados ensaios não destrutivos, nomeadamente medições de durezas, ensaios por ultra-sons e líquidos penetrantes.

Os ensaios não destrutivos foram estabelecidos de acordo com a norma de projecto (EN 1090-2:2008 [34]) utilizada para a construção do reactor, condutas e estruturas metálicas.

De acordo com a norma referida foram assim definidos os seguintes ensaios:

Extensão da Inspeção	Fases de Actividade e Inspeção	
10%	Soldaduras Transversais Topo-a-topo e soldaduras de penetração parcial em juntas de topo sujeitas a esforços	Ultrassons para espessuras > 8 mm (UT)
10%	Soldaduras Transversais Topo-a-topo e soldaduras de penetração parcial em juntas cruciformes	Ultrassons para espessuras > 8 mm (UT)
5%	Soldaduras Transversais Topo-a-topo e soldaduras de penetração parcial em juntas em T	Ultrassons para espessuras > 8 mm (UT)
5%	Líquidos Penetrantes (PT) em soldaduras de canto transversais sujeitas à tensão ou corte com garganta > 12mm ou maior espessura $t > 20\text{mm}$	
100%	Ensaio de durezas em soldaduras com espessuras de material superiores a 15mm	

Tabela 3.25 – Ensaios não destrutivos a efectuar na montagem.

4. Resultados

4.1. Ensaio realizados ao material de base

4.1.1. Ensaio realizados na China

De acordo com o mencionado na secção 3.2, foram realizados ensaios ao material de base na China após fornecimento. Estes ensaios consistiam em:

- Análise da composição química – Método a) referida na secção 3.2
- Ensaio de tracção
- Ensaio de dobragem
- Ensaio de impacto

Os dados relativamente às amostras são os seguintes:

- Número da amostra: SM090403802
- Número de referência do relatório: IN-SH-PRJ-09011-01-006

Amostra	Nº Vazamento
4 mm	127810
6 mm	B2900949
8 mm	B1901233
12 mm	129501
15 mm	B2901254
16 mm	138073
20 mm	B5802689
22 mm	B2801237
25 mm	B1901334

Tabela 4.01 – Amostras de ensaio

1) Análise da composição química

Método de ensaio: Espectrometria de emissão óptica

Amostra	Composição (Fracção mássica) [%]							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
Requisito (*)	0,08 a 0,15	0,15 a 0,40	0,40 a 0,70	0,90 a 1,20	0,25 a 0,35	0,15 a 0,30	≤ 0,025	≤ 0,010
25 mm	0,10	0,27	0,43	0,92	0,26	0,16	0,015	0,005
Conclusão	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite

(*) Requisitos de acordo com a norma GB 713:2009 [1]

Tabela 4.02 – Resultados de composição química

2) Ensaio de tracção

Método de ensaio: GB/T 228:2002 [15]

Amostra	Tensão de Rotura R_m [MPa]	Tensão de Cedência R_{el} [MPa]	Alongamento A [%]	Conclusão
Requisito (*)	≥ 440	≥ 245	≥ 19	/
4 mm	570	425	28	Aceite
6 mm	525	390	34,5	Aceite
8 mm	510	375	29,5	Aceite
12 mm	485	335	28	Aceite
15 mm	550	450	25,5	Aceite
16 mm	450	285	30	Aceite
20 mm	465	265	37	Aceite
22 mm	470	255	33	Aceite
25 mm	470	275	33	Aceite

(*) Requisitos de acordo com a norma GB 713:2009 [1]

Tabela 4.03 – Resultados de ensaios mecânico

Tensão de Rotura

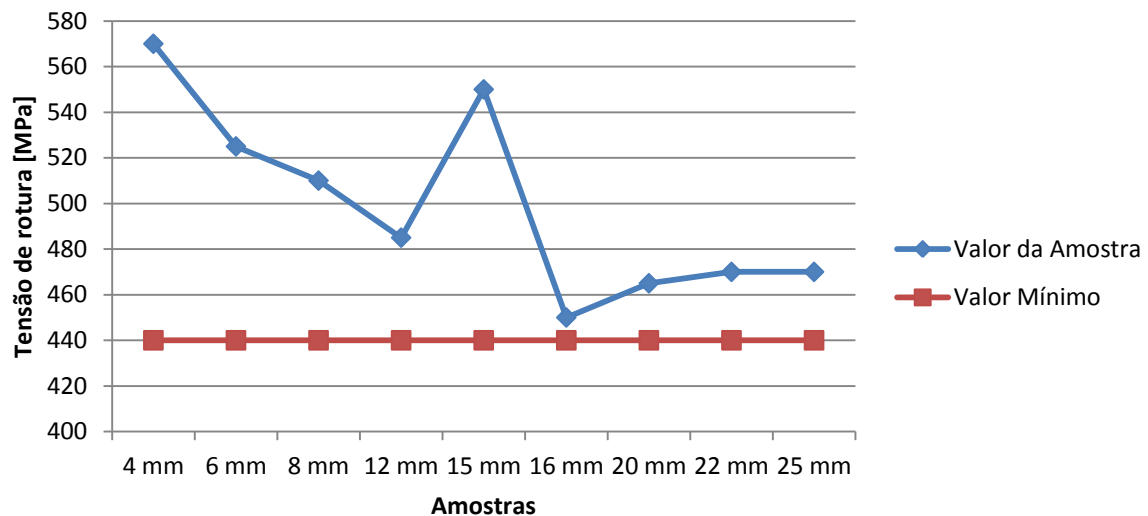


Figura 4.01 – Análise dos valores da tensão de rotura

Tensão de Cedência

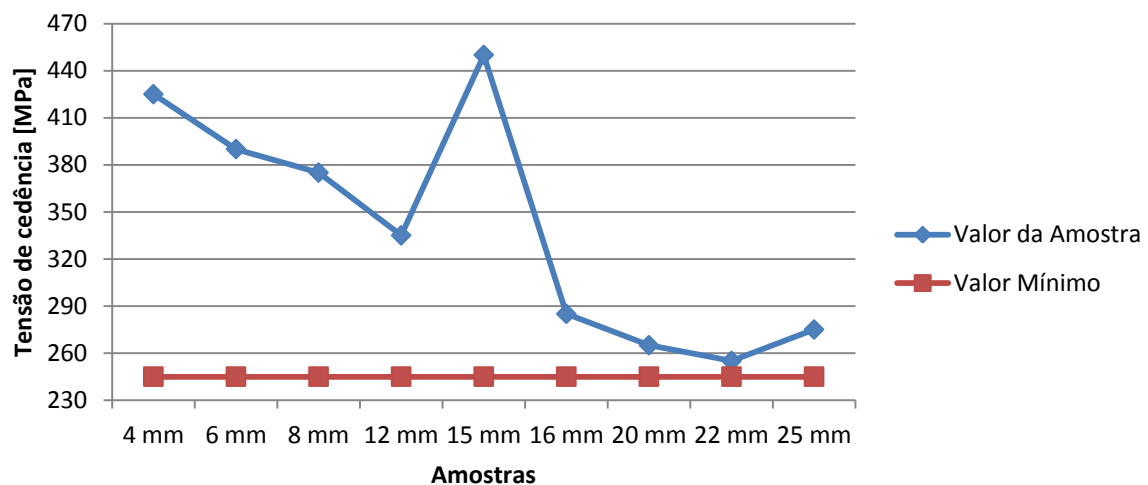


Figura 4.02 – Análise dos valores da tensão de cedência

A tensão de rotura e cedência decrescem à medida que a espessura da chapa aumenta que é consistente com o processamento termo-mecânico das chapas na sua fabricação. No entanto existe uma discrepância na chapa de 15mm que sugere uma descontinuidade nesse processamento na passagem das chapas mais finas para as chapas de espessura superior.

Alongamento

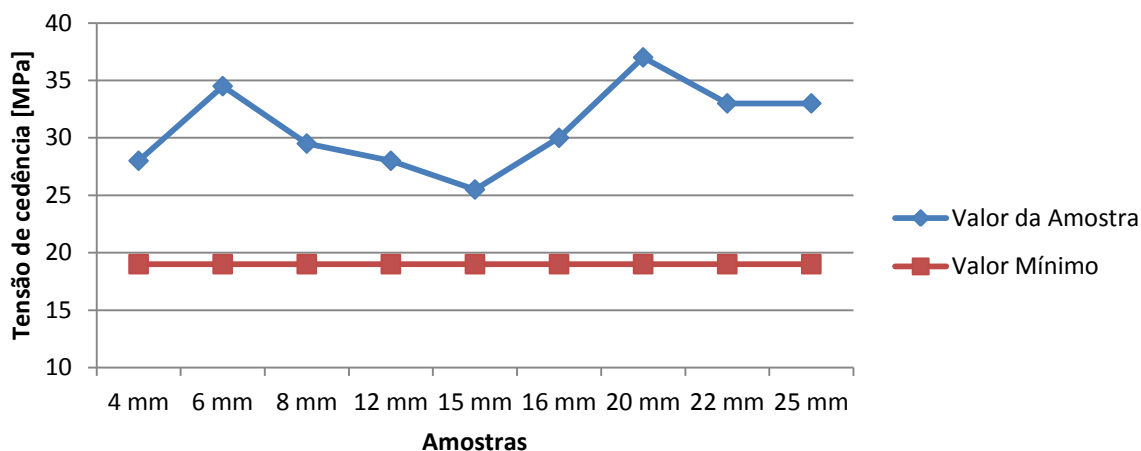


Figura 4.03 – Análise dos valores do alongamento

3) Ensaio de dobragem

Método de ensaio: GB/T 232:1999 [17]

Amostra	Diâmetro do Punção (d) [mm]	Ângulo de Dobragem [°]	Resultado	Conclusão
4 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite
6 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite
8 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite
12 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite
15 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite
16 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite
20 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite
22 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite
25 mm	3t	180°	Sem fissuras	Aceite

Tabela 4.04 – Resultados do ensaio de dobragem

4) Ensaio de impacto

Método de ensaio: GB/T 229:2007 [16]

Provete: Charpy V

Temperatura de ensaio: 20°C

Amostra	Dimensão do provete [mm]	Energia Absorvida [J]			Requisito [J]	Conclusão
4 mm	55x10x2,5	26	26	28	Provetes com 10mm Média ≥ 31 Individual ≥ 21,7	Aceite
6 mm	55x10x2,5	30	30	30		Aceite
8 mm	55x10x5	105	118	123		Aceite
12 mm	55x10x10	248	295	282		Aceite
15 mm	55x10x10	>300 (*)	>300 (*)	>300 (*)		Aceite
16 mm	55x10x10	>300 (*)	282	234		Aceite
20 mm	55x10x10	>300 (*)	>300 (*)	>300 (*)		Aceite
22 mm	55x10x10	>300 (*)	260	>300 (*)		Aceite
25 mm	55x10x10	>300 (*)	>300 (*)	>300 (*)		Aceite

Tabela 4.05 – Resultados do ensaio de impacto

4.1.2. Ensaio realizado em obra

Foram realizados ensaios ao material de base para determinação da composição química.

Os dados relativamente às amostras são os seguintes:

- Número da amostra: 1 e 2

Amostra	Nº Vazamento
15 mm	B2901254
25 mm	B1901334

Tabela 4.06 – Amostras de ensaio para determinação da composição química

Método de ensaio: Espectrometria de emissão óptica e absorção de infravermelhos para a determinação do conteúdo de carbono (C) e enxofre (S)

Amostra	Composição (Fracção mássica) [%]										
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S	Ni	Al	Cu
Requisito (*)	0,08 a 0,15	0,15 a 0,40	0,40 a 0,70	0,90 a 1,20	0,25 a 0,35	0,15 a 0,30	≤ 0,025	≤ 0,010	N.A	N.A	N.A
15 mm	0,125	0,254	0,541	1,04	0,323	0,184	0,012	0,003	0,014	0,019	0,038
25 mm	0,084	0,293	0,452	0,991	0,291	0,178	0,014	0,002	0,036	0,040	0,014
Conclusão	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	N.A	N.A	N.A

Tabela 4.07 – Resultados do ensaio para determinação da composição química

4.1.3. Ensaio realizado em laboratório

Foram realizados ensaios ao material de base constantes no relatório do CENIMAT de 28/01/2010.

Foi realizado o ensaio para determinação da composição química.

Os dados relativamente às amostras são os seguintes:

- Número da amostra: 1 e 2

Amostra	Nº Vazamento
15 mm	B2901254
25 mm	B1901334

Tabela 4.08 – Amostras de ensaio para determinação da composição química

Método de ensaio: Espectroscopia por fluorescência de raios X (FRX)

Amostra	Composição (Fracção mássica) [%]							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
Requisito (*)	0,08 a 0,15	0,15 a 0,40	0,40 a 0,70	0,90 a 1,20	0,25 a 0,35	0,15 a 0,30	≤ 0,025	≤ 0,010
15 mm	(*)	(*)	0,6	1,0	0,3	0,2	≈ 0	≈ 0
25 mm	(*)	(*)	0,4	1,0	0,4	0,2	≈ 0	≈ 0
Conclusão	N/A	N/A	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite

(*) – Elementos não medidos

Tabela 4.09 – Resultados do ensaio para determinação da composição química

4.1.4. Análise por difracção de RX (DRX)

Para além dos ensaios referidos anteriormente foi também realizado um ensaio de difracção por raio-X com o objectivo de caracterização da microestrutura do aço em estudo.

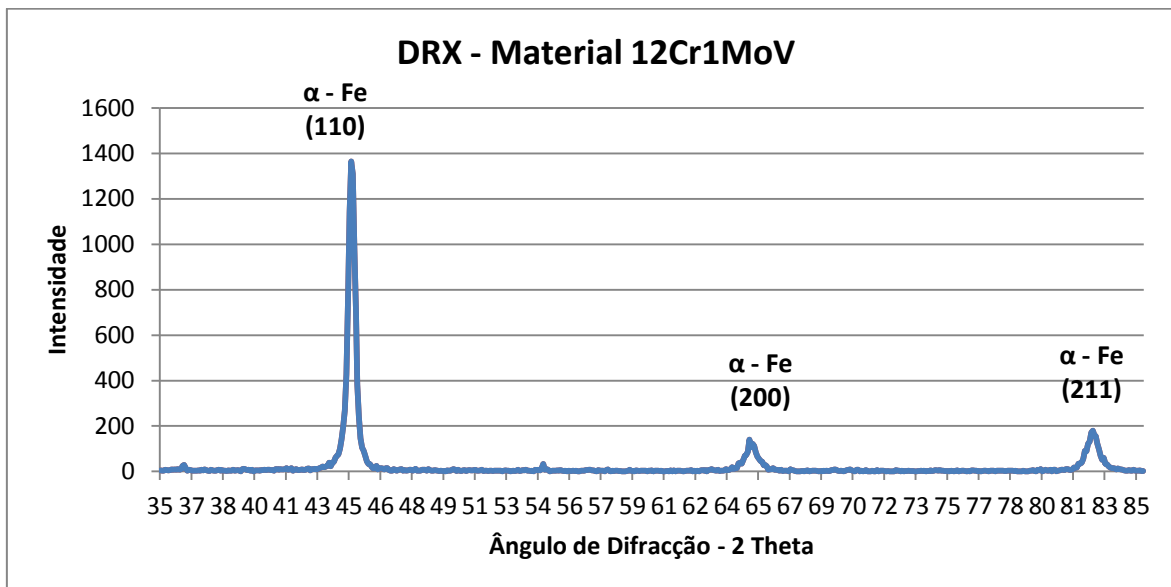


Figura 4.04 – Difraccção por raios X no Aço 12 Cr1MoV

Da figura 4.04 obtemos com clareza os três picos de difracção da ferrite de estrutura cúbica de corpo centrado que é característica do material em estudo.

Para analisarmos as fases presentes neste material utilizaremos então uma escala logarítmica que terá a configuração indicada na figura 4.05.

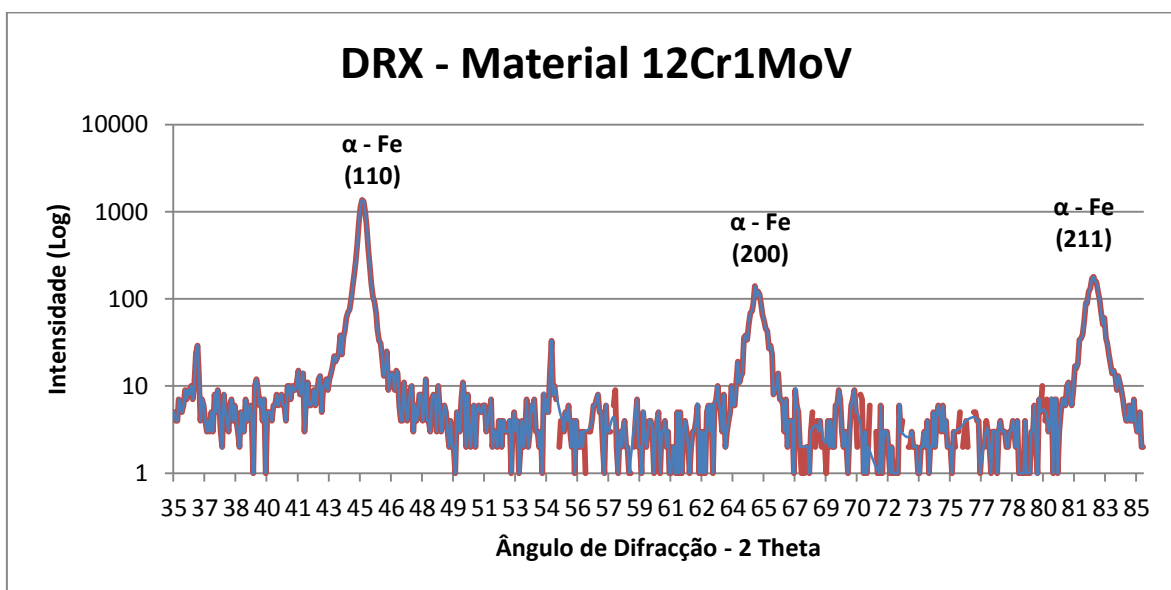


Figura 4.05 – Difraccção por raios X no Aço 12 Cr1MoV – Escala logarítmica

As fases presentes no material de base encontram-se definidas na figura 4.06.

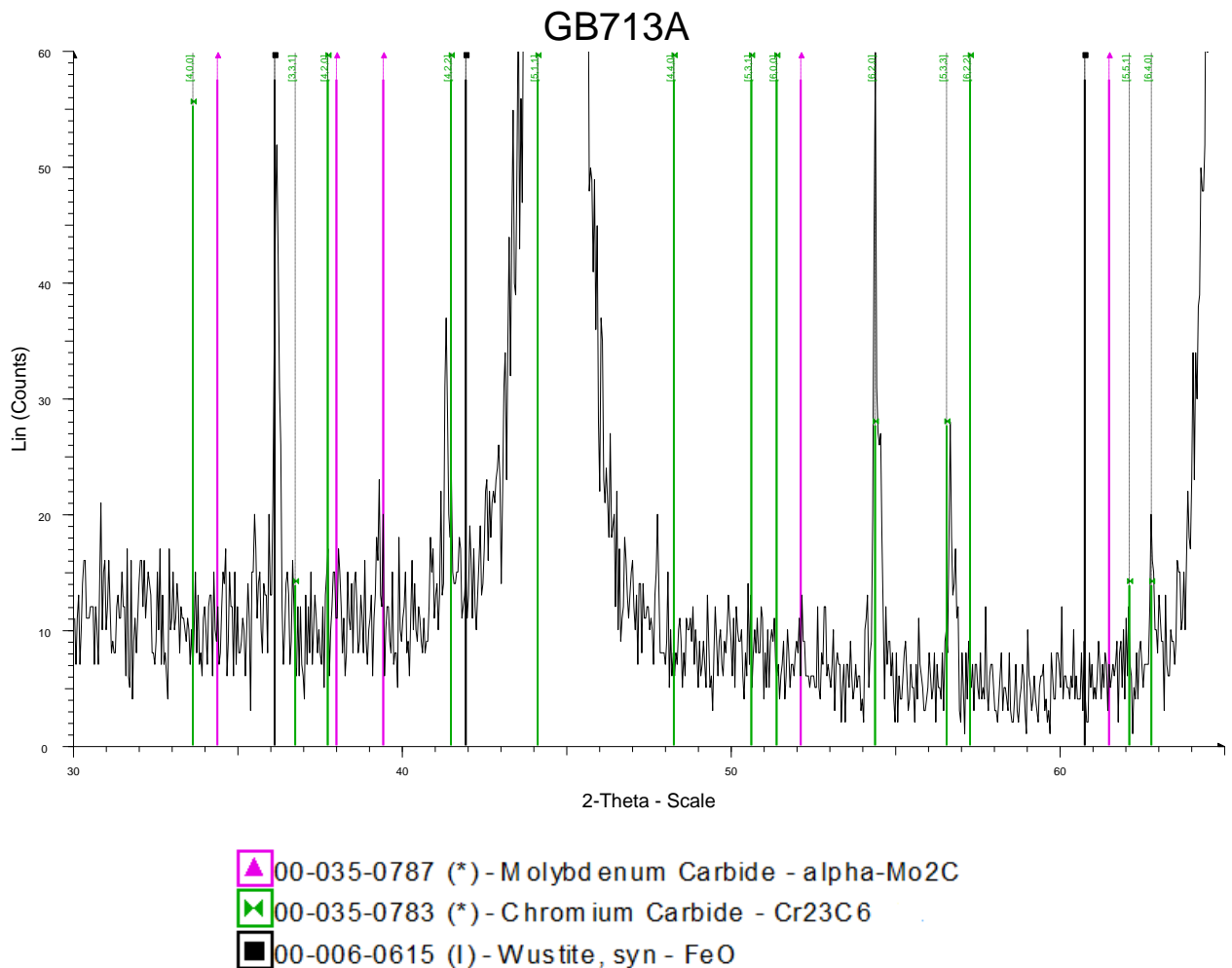


Figura 4.06 – Difracção por raios X no Aço 12Cr1MoV – Fases presentes

4.2. Consumíveis de soldadura

Nas tabelas seguintes podemos verificar uma análise de alguns certificados dos consumíveis de soldadura por processo recebidos em obra e a sua comparação com os requisitos da norma.

Os certificados dos consumíveis tipo 3.1 encontram-se em conformidade com a norma EN 10204:2004 [35]. Os requisitos deste tipo de certificado encontram-se descritos na tabela 4.10 e garantem que aos resultados mencionados nos certificados dos consumíveis foram realizados aos lotes mencionados e recepcionados em obra.

Designação	Documento	Tipo de inspeção	Conteúdo do documento	Documento validado por
3.1	Certificado de inspeção 3.1	Específica	Com evidência dos resultados dos ensaios da inspeção específica	Representante autorizado do controlo da produção, independente do fabrico

Tabela 4.10 – Certificação 3.1 de acordo com a norma EN 10204:2004 [35]

Relativamente ao processo de soldadura por eléctrodos revestidos, na tabela 4.11 podemos analisar os resultados de alguns certificados de eléctrodos revestidos face aos requisitos de composição química da norma do referido consumível.

Consumível / Lote	Composição (Fracção mássica) [%]							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
Eléctrodo Revestido EN 1599:1997 [31]: E CrMo 1 B 42 H 5	0,05 a 0,12	≤ 0,8	0,4 a 1,5	0,90 a 1,40	0,45 a 0,65	---	≤ 0,030	≤ 0,025
Certificado 439/09 EUROTROD MF 29 Lote: L-132578506 Dimensões: 2,5x350mm	0,07	0,57	0,64	1,21	0,49	---	0,017	0,013
Certificado 033/09 EUROTROD MF 29 Lote: L-133555206 Dimensões: 3,2x350mm	0,07	0,64	0,72	1,23	0,49	---	0,015	0,011

Tabela 4.11 – Composição química dos certificados de consumíveis vs norma de referência [31]

Como podemos concluir os eléctrodos revestidos recepcionados em obra possui a composição química em conformidade com a norma do consumível.

Na tabela 4.12 podemos analisar os resultados de alguns certificados de eléctrodos revestidos face aos requisitos de propriedades mecânicas da norma do referido consumível.

Consumível / Lote	Ensaio Tracção		
	Tensão de Rotura σ_R [MPa]	Tensão de Cedência σ_{CED} [MPa]	Alongamento A [%]
	Não inferior a		
Eléctrodo Revestido EN 1599:1997 [31]: E CrMo 1 B 42 H 5	> 510	355	20
Certificado 439/09	> 550	480	20
EUROTROD MF 29			
Lote: L-132578506 Dimensões: 2,5x350mm			
Certificado 033/09	> 550	480	20
EUROTROD MF 29			
Lote: L-133555206 Dimensões: 3,2x350mm			

Tabela 4.12 – Ensaios mecânicos dos certificados de consumíveis vs norma de referência [31]

Como podemos concluir à semelhança da composição química, os eléctrodos revestidos recepcionados em obra possui as propriedades mecânicas em conformidade com a norma do consumível.

Para o processo de soldadura por fios fluxados, na tabela 4.13 podemos analisar os resultados de alguns certificados dos fios fluxados face aos requisitos de composição química da norma do referido consumível.

Consumível / Lote	Composição (Fracção mássica) [%]							
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
Fio Fluxado ISO 17634:2004 [32]: T CrMo 1 P C 2	0,05 a 0,12	≤ 0,8	0,4 a 1,3	0,90 a 1,40	0,45 a 0,65	≤ 0,03	≤ 0,020	≤ 0,020
Certificado 928/09 SC – 81B2	0,07	0,36	0,75	1,08	0,49	---	0,017	0,006
Lote: MF9610F								
Dimensões: 1,2mm								
Certificado 1262/09 SC – 81B2	0,08	0,34	0,72	1,01	0,44	---	0,018	0,005
Lote: MF9610J								
Dimensões: 1,2mm								

Tabela 4.13 – Composição química dos certificados de consumíveis vs norma de referência [32]

Como podemos concluir os fios fluxados recepcionados em obra possui a composição química em conformidade com a norma do consumível. É de realçar face aos eléctrodos revestidos uma diminuição significativa do silício e enxofre nos fios fluxados.

Na tabela 4.14 podemos analisar os resultados de alguns certificados de fios fluxados face aos requisitos de propriedades mecânicas da norma do referido consumível.

Consumível / Lote	Ensaio Tracção		
	Tensão de Rotura R_m [MPa]	Tensão de Cedência R_{el} [MPa]	Alongamento A [%]
	Não inferior a		
Fio Fluxado ISO 17634:2004 [32]: T CrMo 1 P C 2	> 510	355	20
Certificado 928/09	> 665	593	21,6
SC – 81B2			
Lote: MF9610F Dimensões: 1,2mm			
Certificado 1262/09	> 646	569	24,2
SC – 81B2			
Lote: MF9610J Dimensões: 1,2mm			

Tabela 4.14 – Ensaios mecânicos dos certificados de consumíveis vs norma de referência [32]

Como podemos concluir, à semelhança da composição química, os fios fluxados recepcionados em obra possui as propriedades mecânicas em conformidade com a norma do consumível.

4.3. Ensaios realizados na qualificação dos procedimentos de soldadura

4.3.1. Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0144

Os relatórios de ensaios encontram-se anexos aos procedimentos de soldadura. Seguidamente indicam-se os resultados obtidos nos referidos ensaios por cada procedimento de soldadura efectuado.

- Ensaios não destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Controlo radiográfico	Bom
Controlo por líquidos penetrantes	Conforme critério de aceitação

- Ensaios destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de tracção	Aprovado

Os resultados do ensaio de tracção encontram-se descritos na tabela 4.15. Conclui-se que os valores de tensão de rotura obtidos nos dois provetes encontram-se acima do valor mínimo estipulado para o material de base (440 MPa). Também é de referir que a rotura do provete deu-se no material base garantido assim a resistência da zona soldada (Material depositado e zona termicamente afectada)

Provete / Test specimen					Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ initial/ section So mm ²	Comp. Ref/ Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
111-PC-6_T1	4,7	25,0	117,5	----	22	----	613	----	----	----	----	MB
111-PC-6_T2	4,7	25,0	117,5	----	22	----	611	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture;

RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

Tabela 4.15 – Ensaios de tracção

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de dobragem	Aprovado

Os resultados do ensaio de dobragem encontram-se descritos na tabela 4.16. Conclui-se que os quatro provetes não apresentam qualquer descontinuidade.

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento ref/ Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter a mm	Largura/ Width b mm								
111-PC-6_DF1	4,5	20,0	18	4	29	180	----	----	----	NA
111-PC-6_DF2	4,5	20,0	18	4	29	180	----	----	----	NA
111-PC-6_DR1	4,5	19,9	18	4	29	180	----	----	----	NA
111-PC-6_DR2	4,5	20,0	18	4	29	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Tabela 4.16 – Ensaios de dobragem

Tipo de controlo	Resultado
Inspeção macroscópica	Aprovado

A inspeção macroscópica encontra-se na figura 4.07. Não existem defeitos face ao critério de aceitação definido.

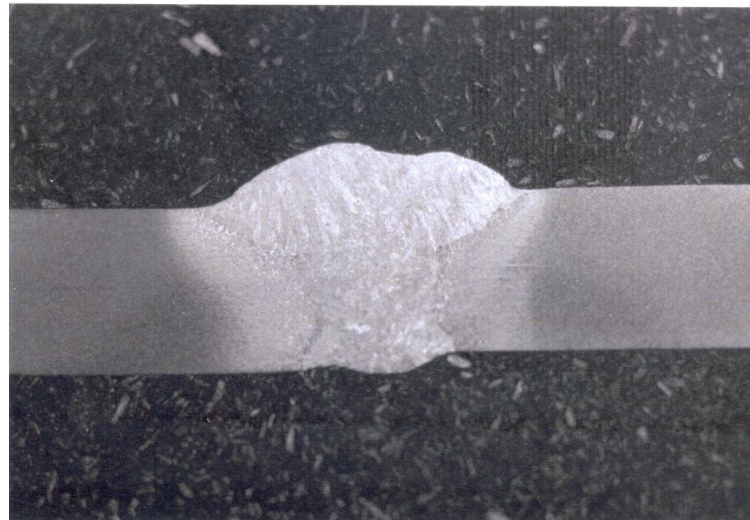
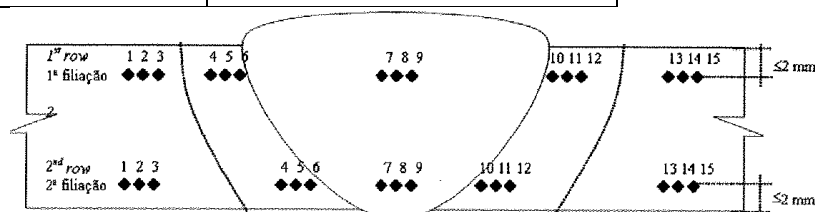


Figura 4.07 – Macrografia da soldadura

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de durezas	Aprovado



Localização Location	Indentação Indentation	1ª Filiação 1st row	2ª Filiação 2nd row
MB1/PM1	1	176	178
	2	179	180
	3	182	180
ZTA1/HAZ1	4	201	223
	5	239	242
	6*	230	227
MF/WM	7	231	220
	8	241	220
	9	240	223
ZTA1/HAZ1	10*	256	250
	11	254	226
	12	209	216
MB1/PM1	13	169	167
	14	165	167
	15	167	164

Figura 4.08 – Filiação de durezas

O critério de aceitação do ensaio de dureza foi estabelecido por analogia dos grupos 4,5,6 estipulados na norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] e foi estabelecido o valor máximo de 300HV10.

Verifica-se na filiação de durezas que este valor não foi ultrapassado.

4.3.2. Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0145

- Ensaios não destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Controlo radiográfico	Bom
Controlo por líquidos penetrantes	Conforme critério de aceitação

- Ensaios destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de tracção	Aprovado

Os resultados do ensaio de tracção encontram-se descritos na tabela 4.17. Conclui-se que os valores de tensão de rotura obtidos nos dois provetes encontram-se acima do valor mínimo estipulado para o material de base (440 MPa). Também é de referir que a rotura do provete deu-se no material base garantido assim a resistência da zona soldada (Material depositado e zona termicamente afectada)

Provete / Test specimen					Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ initial/ section So mm ²	Comp. Ref#/ Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
136-PC-6_T1	4,5	24,9	112,1	----	22	----	624	----	----	----	----	MB
136-PC-6_T2	4,5	24,9	112,1	----	22	----	631	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture;

RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

Tabela 4.17 – Ensaios de tracção

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de dobragem	Aprovado

Os resultados do ensaio de dobragem encontram-se descritos na tabela 4.18. Conclui-se que os quatro provetes não apresentam qualquer descontinuidade.

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento ref ¹ / Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter a mm	Largura/ Width b mm								
136-PC-6_DF1	4,6	20,0	18	4	30	180	----	----	----	NA
136-PC-6_DF2	4,6	20,0	18	4	30	180	----	----	----	NA
136-PC-6_DR1	4,6	20,0	18	4	30	180	----	----	----	NA
136-PC-6_DR2	4,6	20,0	18	4	30	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;

NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

OBS:

Tabela 4.18 – Ensaio dobragem

Tipo de controlo	Resultado
Inspecção Macroscópica	Aprovado

A inspeção macroscópica encontra-se na figura 4.09. O defeito assinalado na figura refere-se a um poro esférico com dimensão de 0,172mm. Segundo o critério de aceitação da norma ISO 5817:2003 [33], Nível B, a dimensão máxima permitida de um poro esférico isolado igual ou inferior a 0,2s, sendo “s” a espessura da chapa. No nosso caso temos uma chapa de espessura 6mm e como tal $d \leq 1,2$. No caso em estudo a dimensão do poro é 0,172mm e como tal encontra-se aceitável.

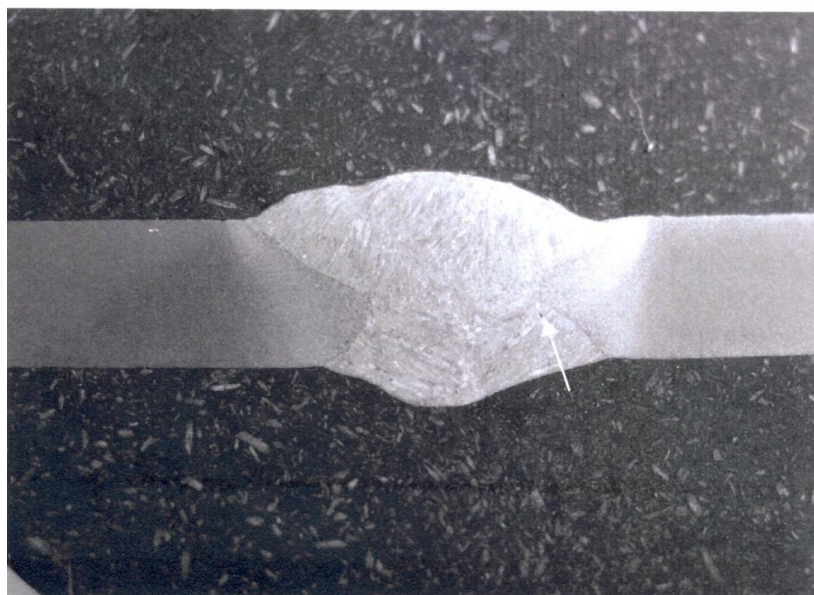
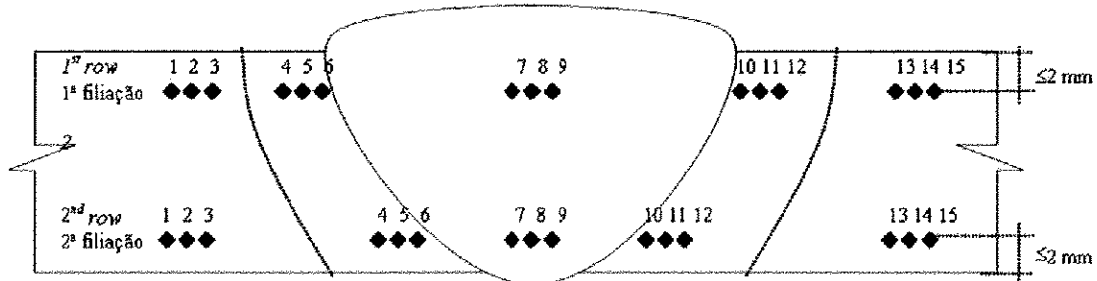


Figura 4.09 – Macrografia da soldadura

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de durezas	Aprovado



Localização Location	Indentação Indentation	1ª Filiação 1st row	2ª Filiação 2nd row
MB1/PM1	1	170	171
	2	173	170
	3	177	170
ZTA1/HAZ1	4	209	227
	5	240	254
	6*	254	245
MF/WM	7	230	232
	8	232	234
	9	231	237
ZTA1/HAZ1	10*	235	223
	11	230	221
	12	233	198
MB1/PM1	13	182	182
	14	180	182
	15	182	182

Figura 4.10 – Filiação de durezas

* - As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância inferior a 0,5mm da linha de fusão

Como já referido anteriormente, o critério de aceitação do ensaio de dureza foi estabelecido por analogia dos grupos 4,5,6 estipulados na norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] e foi estabelecido o valor máximo de 300HV10.

Verifica-se na filiação de durezas que este valor não foi ultrapassado.

4.3.3. Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0148 Rev.1

- Ensaios não destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Controlo por ultrassons	Conforme critério de aceitação
Controlo por líquidos penetrantes	Conforme critério de aceitação

- Ensaios destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de tracção	Aprovado

Os resultados do ensaio de tracção encontram-se descritos na tabela 4.19. Conclui-se que os valores de tensão de rotura obtidos nos dois provetes encontram-se acima do valor mínimo estipulado para o material de base (440 MPa). Também é de referir que a rotura do provete deu-se no material base garantido assim a resistência da zona soldada (Material depositado e zona termicamente afectada)

Referência/ reference	Provete / Test specimen				Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ section So mm ²	Comp. Ref/ Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
111-PC-25_T1	21,2	25,1	532,1	----	22	----	470	----	----	----	----	MB
111-PC-25_T2	21,1	25,1	529,6	----	22	----	466	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture;

RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

Tabela 4.19 – Ensaios de tracção

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de dobragem	Aprovado

Os resultados do ensaio de dobragem encontram-se descritos na tabela 4.20. Conclui-se que os quatro provetes não apresentam qualquer descontinuidade.

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento ref ^o / Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter a mm	Largura/ Width b mm								
111-PC-25_DL1	10,1	24,8	40	4	65	180	----	----	----	NA
111-PC-25_DL2	10,1	24,8	40	4	65	180	----	----	----	NA
111-PC-25_DL3	10,1	24,7	40	4	65	180	----	----	----	NA
111-PC-25_DL4	10,1	24,7	40	4	65	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;
NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

Tabela 4.20 – Ensaio de dobragem

Tipo de controlo	Resultado
Inspecção macroscópica	Aprovado

A inspecção macroscópica encontra-se na figura 4.11. Não existem defeitos face ao critério de aceitação definido

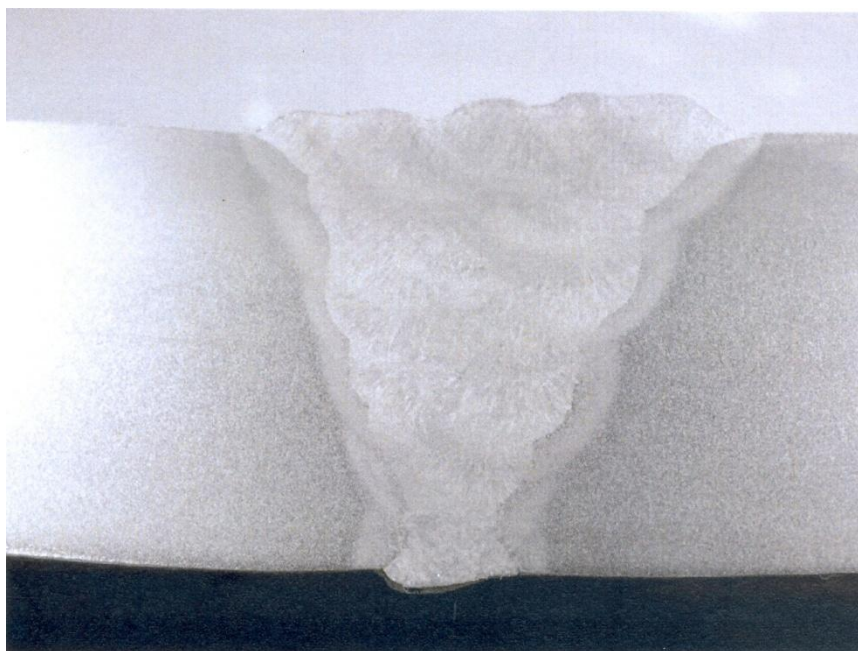
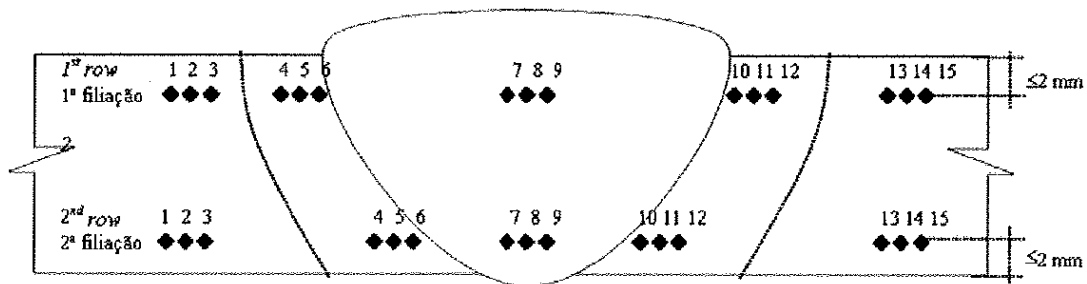


Figura 4.11 – Macrografia da soldadura

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de durezas	Aprovado



Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filação <i>1st row</i>	2ª Filação <i>2nd row</i>
MB1/PM1	1	169	174
	2	168	165
	3	169	171
ZTA1/HAZ1	4	249	269
	5	265	285
	6*	266	262
MF/WM	7	232	216
	8	222	224
	9	244	237
ZTA1/HAZ1	10*	264	265
	11	242	262
	12	255	234
MB1/PM1	13	159	166
	14	163	165
	15	160	164

Figura 4.12 – Filação de durezas

* - As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância inferior a 0,5mm da linha de fusão

Como já referido, o critério de aceitação do ensaio de dureza foi estabelecido por analogia dos grupos 4,5,6 estipulados na norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] e foi estabelecido o valor máximo de 300HV10.

Verifica-se na filiação de durezas que este valor não foi ultrapassado.

4.3.4. Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0149 Rev.1

- Ensaios não destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Controlo por ultrassons	Conforme critério de aceitação
Controlo por líquidos penetrantes	Conforme critério de aceitação

- Ensaios Destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de tracção	Aprovado

Os resultados do ensaio de tracção encontram-se descritos na tabela 4.21. Conclui-se, à semelhança do procedimento anterior, que os valores de tensão de rotura obtidos nos dois provetes encontram-se acima do valor mínimo estipulado para o material de base (440 MPa). Também é de referir que a rotura do provete deu-se no material base garantido assim a resistência da zona soldada (Material depositado e zona termicamente afectada)

Referência/ reference	Provete / Test specimen				Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ initial/ section So mm ²	Comp. Ref ¹ / Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
136-PC-25_T1	22,0	25,1	552,2	----	22	----	467	----	----	----	----	MB
136-PC-25_T2	22,0	25,1	552,2	----	22	----	468	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture;

RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

Tabela 4.21 – Ensaios de tracção

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de dobragem	Aprovado

Os resultados do ensaio de dobragem encontram-se descritos na tabela 4.22. Conclui-se que três dos provetes não apresentam qualquer descontinuidade e um dos provetes com

referência 136-PC-25_DL3 apresenta uma imperfeição inferior a 3mm, valor este aceitável face ao critério de aceitação.

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento refº/ Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter a mm	Largura/ Width b mm								
136-PC-25_DL1	10,1	24,8	40	4	65	180	----	----	----	NA
136-PC-25_DL2	10,1	24,8	40	4	65	180	----	----	----	NA
136-PC-25_DL3	10,1	24,7	40	4	65	180	----	----	----	NA
136-PC-25_DL4	10,1	24,7	40	4	65	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face; NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

OBS:

(1) - Imperfeição Superior a 3mm

(2) - Imperfeição Inferior a 3mm

Tabela 4.22 – Ensaios de dobragem

Tipo de controlo	Resultado
Inspecção macroscópica	Aprovado

A inspecção macroscópica encontra-se na figura 4.13. Existem duas descontinuidades assinaladas como inclusão de escória com dimensão de 0,219mm. Face ao critério de aceitação, consideram-se aceites estas imperfeições.

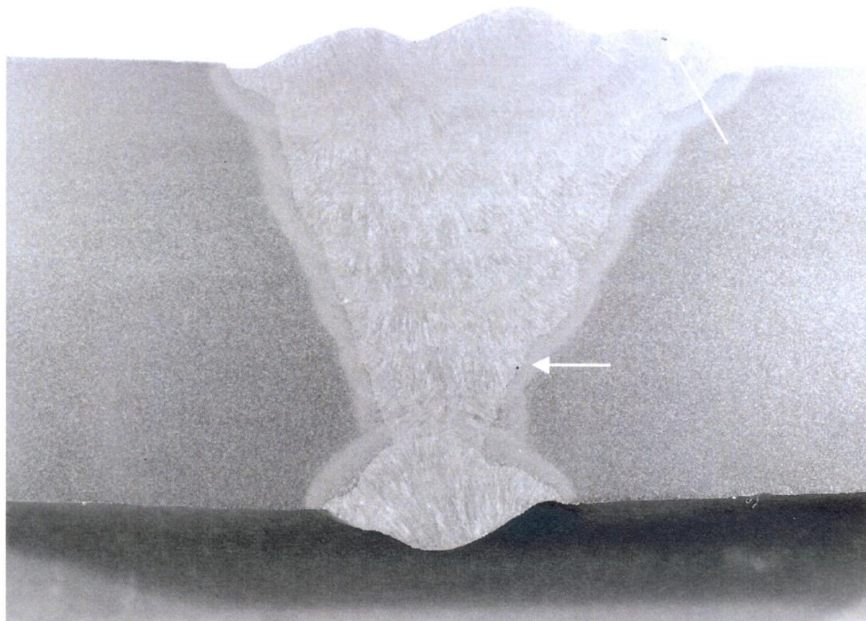
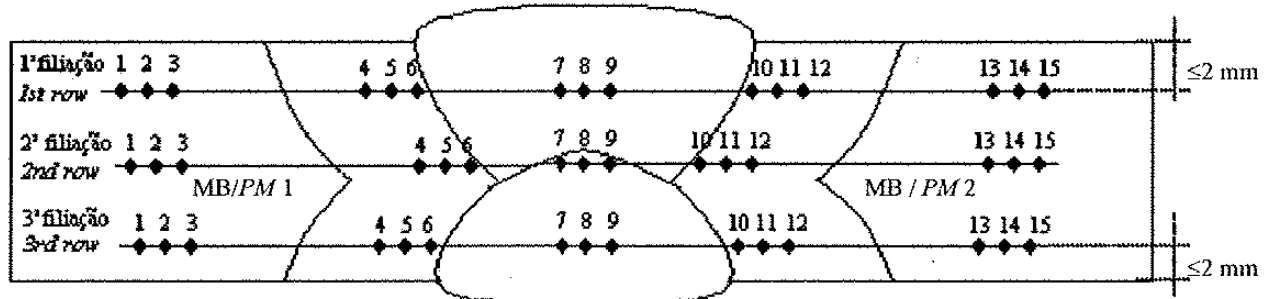


Figura 4.13 – Macrografia da soldadura

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de durezas	Aprovado



Localização Location	Indentação Indentation	1ª Filiação 1st row	2ª Filiação 2nd row	3ª Filiação 3rd row
MB1/PM1	1	168	153	160
	2	167	156	159
	3	170	157	161
ZTA1/HAZ1	4	260	241	269
	5	254	237	272
	6*	255	264	267
MF/WM	7	225	236	257
	8	225	247	247
	9	205	241	243
ZTA1/HAZ1	10*	258	234	256
	11	257	247	249
	12	245	261	242
MB1/PM1	13	164	159	157
	14	165	151	156
	15	165	155	155

Figura 4.14 – Filiação de durezas

* - As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância inferior a 0,5mm da linha de fusão

Como já referido, o critério de aceitação do ensaio de dureza foi estabelecido por analogia dos grupos 4,5,6 estipulados na norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] e foi estabelecido o valor máximo de 300HV10.

Verifica-se na filiação de durezas que este valor não foi ultrapassado.

4.3.5. Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0176

Este procedimento de soldadura, como já referido anteriormente, visa eliminar o tratamento térmico pós soldadura efectuado no Procedimento 2009-0149 rev.1 já referido acima.

- Ensaios não destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Controlo por ultrassons	Conforme critério de aceitação
Controlo por magnetoscopia	Conforme critério de aceitação

- Ensaios destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de tracção	Aprovado

Os resultados do ensaio de tracção encontram-se descritos na tabela 4.23. Conclui-se que os valores de tensão de rotura obtidos nos dois provetes encontram-se acima do valor mínimo estipulado para o material de base (440 MPa). Também é de referir que a rotura do provete deu-se no material base garantido assim a resistência da zona soldada (Material depositado e zona termicamente afectada)

Referência/ reference	Provete / Test specimen				Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force Agt # %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ initial/ section So mm ²	Comp. Ref ^o / Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
QP-136-PC_T1	22.1	25.1	554.9	----	22	----	472	----	----	----	----	MB
QP-136-PC_T2	22.0	25.1	553.0	----	22	----	463	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

T-Ensaio de tracção/Tensile test; TS-Ensaio de resistência ao corte/Shear strength test; MS-rotura na soldadura/Weld rupture;

MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture; RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

Tabela 4.23 – Ensaios de tracção

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de dobragem	Aprovado

Os resultados do ensaio de dobragem encontram-se descritos na tabela 4.24. Conclui-se que os quatro provetes não apresentam qualquer descontinuidade.

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento ref ⁹ / Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter a mm	Largura/ Width b mm								
DL1	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL2	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL3	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL4	10.8	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;

NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

Tabela 4.24 – Ensaio de dobragem

Tipo de controlo	Resultado
Inspecção macroscópica	Aprovado

A inspecção macroscópica encontra-se na figura 4.15. Não existem defeitos face ao critério de aceitação definido.

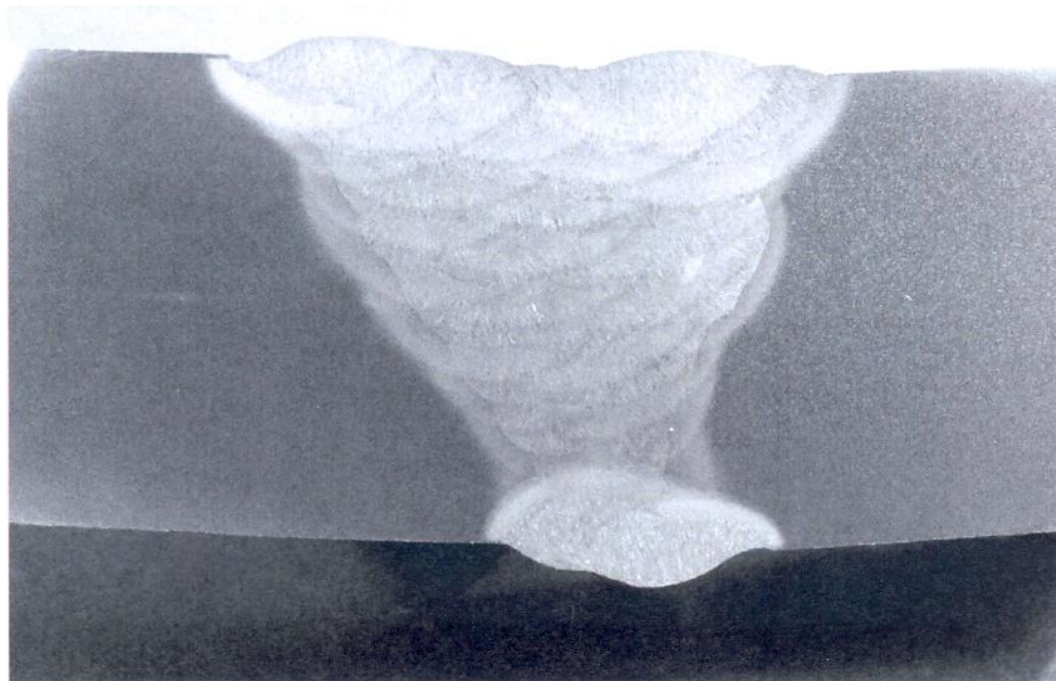
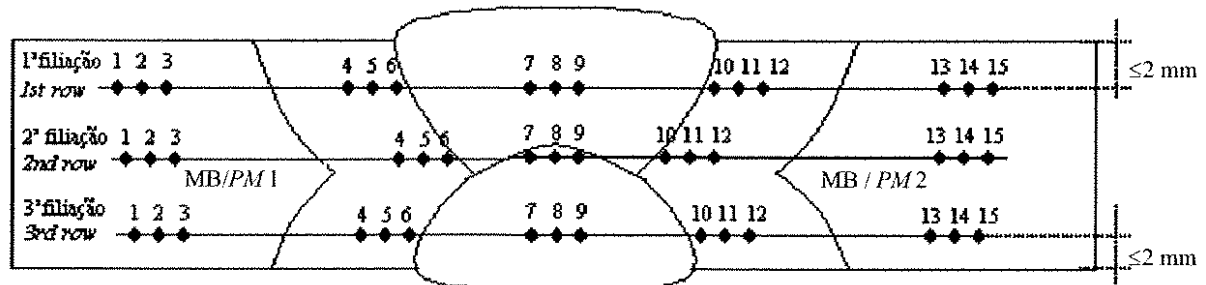


Figura 4.15 – Macrografia da soldadura

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de durezas	Aprovado



Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filiação <i>1st row</i>	2ª Filiação <i>2nd row</i>	3ª Filiação <i>3rd row</i>
MB1/PM1	1	142	146	150
	2	145	151	152
	3	150	152	159
ZTA1/HAZ1	4	262	245	277
	5	260	259	286
MF/WM	6*	243	261	286
	7	240	235	255
	8	236	238	246
ZTA1/HAZ1	9	240	231	244
	10*	238	246	285
	11	247	251	286
MB1/PM1	12	238	239	217
	13	147	155	150
	14	149	154	152
	15	149	154	147

Figura 4.16 – Filiação de durezas

* - As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância inferior a 0,5mm da linha de fusão

Como já referido, o critério de aceitação do ensaio de dureza foi estabelecido por analogia dos grupos 4,5,6 estipulados na norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] e foi estabelecido o valor máximo de 300HV10.

Verifica-se na filiação de durezas que este valor não foi ultrapassado.

4.3.6. Resultados dos ensaios – Procedimento de soldadura 2009/0181

Este procedimento de soldadura, como já referido anteriormente, visa eliminar o tratamento térmico pós soldadura efectuado no Procedimento 2009-0148 rev.1 já referido acima.

- Ensaios não destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Controlo por ultrassons	Conforme critério de Aceitação
Controlo por magnetoscopia	Conforme critério de Aceitação

- Ensaios destrutivos

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de tracção	Reprovado

Os resultados do ensaio de tracção encontram-se descritos na tabela 4.25. Conclui-se que o valor de tensão de rotura obtido num dos provetes encontra-se abaixo do mínimo estipulado para o material de base (440 MPa). Foi então efectuado um novo ensaio com dois provetes adicionais.

Referência/ reference	Provete / Test specimen				Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force Agt # %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ inicial/ section So mm ²	Comp. Ref°/ Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
	QP-111-PC T1	22.0	25.1	553.6		----	22					
QP-111-PC T2	22.1	25.1	553.5	----	22	----	466	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

T-Ensaio de tracção/Tensile test; TS-Ensaio de resistência ao corte/Shear strength test; MS-rotura na soldadura/Weld rupture;

MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture; RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

Tabela 4.25 – Ensaios de tracção

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de tracção - Adicional	Aprovado

Após ensaio em dois provetes adicionais conclui-se que o valor encontra-se acima do valor mínimo estipulado para o material de base (440 MPa). À semelhança dos procedimentos

anteriores, a rotura deu-se no material de base garantido assim a resistência da zona soldada (Material depositado e zona termicamente afectada)

Provete / Test specimen					Temp. Ensaio/ Test temp.	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force	Coef. Estricção/ Reduction of Area	Módulo de Elasticidade/ Young modulus	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ Thickness	Largura/ diâmetro Width diameter	Secção inicial/ initial/ section	Comp. Ref#/ Gauge length		Cedência/ Yield Strength	Rotura/ Tensile Strength					
	a mm	b mm	So mm ²	Lo mm	Re MPa	Rm MPa	A %	Agt # %	Z %	E GPa		
QP-111-PC_T1	22,6	25,0	564,5	----	21	----	454	----	----	----	----	MB
QP-111-PC_T2	22,3	25,1	559,6	----	21	----	466	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

T-Ensaio de tracção/Tensile test; TS-Ensaio de resistência ao corte/Shear strength test; MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture; RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

Tabela 4.26 – Ensaio de tracção

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de dobragem	Aprovado

Os resultados do ensaio de dobragem encontram-se descritos na tabela 4.27. Conclui-se que os quatro provetes não apresentam qualquer descontinuidade.

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento ref#/ Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter	Largura/ Width								
	a mm	b mm	mm		mm	Graus °	Graus °	mm	%	
DL1	10.1	24.7	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL2	10.1	24.7	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL3	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL4	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face; NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

Tabela 4.27 – Ensaio de dobragem

Tipo de controlo	Resultado
Inspecção macroscópica	Aprovado

A inspeção macroscópica encontra-se na figura 4.17. Não existem defeitos face ao critério de aceitação definido.

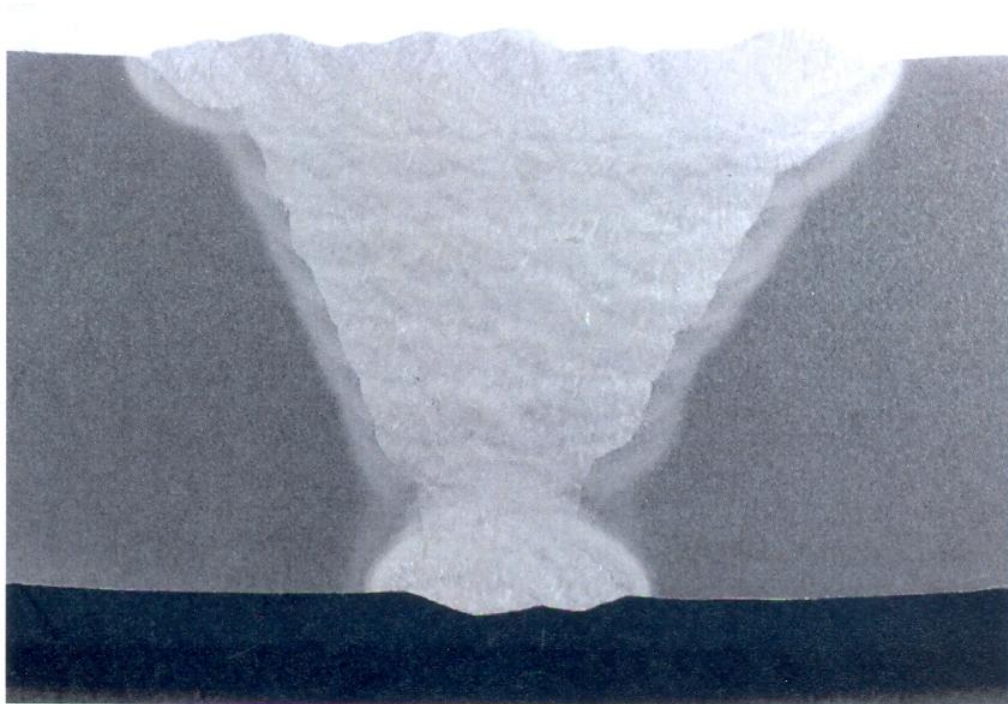
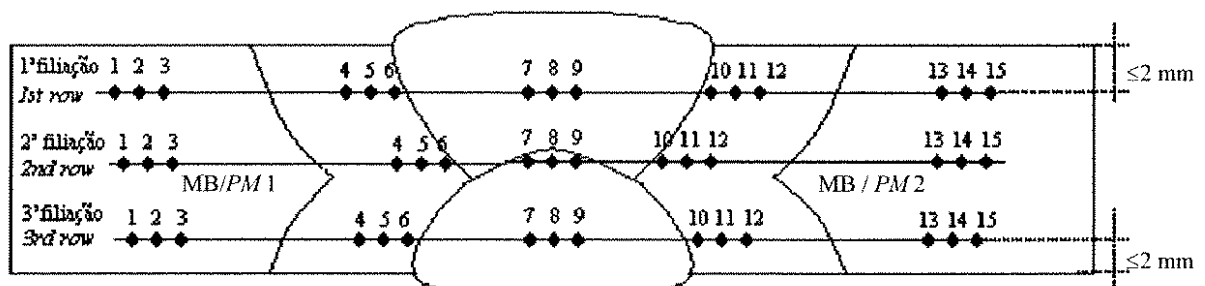


Figura 4.17 – Macrografia da soldadura

Tipo de controlo	Resultado
Ensaio de durezas	Aprovado



Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filiação <i>1st row</i>	2ª Filiação <i>2nd row</i>	3ª Filiação <i>3rd row</i>
MB1/PM1	1	147	155	160
	2	150	161	164
	3	151	158	159
ZTA1/HAZ1	4	248	210	215
	5	264	223	224
	6*	261	225	244
MF/WM	7	238	255	274
	8	228	253	280
	9	247	269	283
ZTA1/HAZ1	10*	247	234	263
	11	224	230	277
	12	208	235	262
MB1/PM1	13	151	147	152
	14	146	148	154
	15	148	152	155

Figura 4.18 – Filiação de durezas

* - As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância inferior a 0,5mm da linha de fusão

Como já referido, o critério de aceitação do ensaio de dureza foi estabelecido por analogia dos grupos 4,5,6 estipulados na norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9] e foi estabelecido o valor máximo de 300HV10.

Verifica-se na filiação de durezas que este valor não foi ultrapassado.

5. Discussão

A presente dissertação apresenta um estudo relativo à soldabilidade do aço 12Cr1MoV de acordo a norma GBT 713:2009 [1] aplicado nas condutas e reactor de uma unidade de desnitrificação. Com base dos resultados obtidos podemos efectuar a seguinte análise:

5.1. Material de base

No que respeita ao material de base, os valores obtidos nos diversos ensaios realizados encontram-se em conformidade com a norma de referência do material. Existem no entanto valores de Ni, Al e Cu detectados que embora estejam em conformidade com a norma como sendo valores residuais, não se entende a sua presença neste tipo de material. De qualquer forma os valores encontrados nos 3 ensaios realizados apresentam valores que nos levam a concluir a sua veracidade.

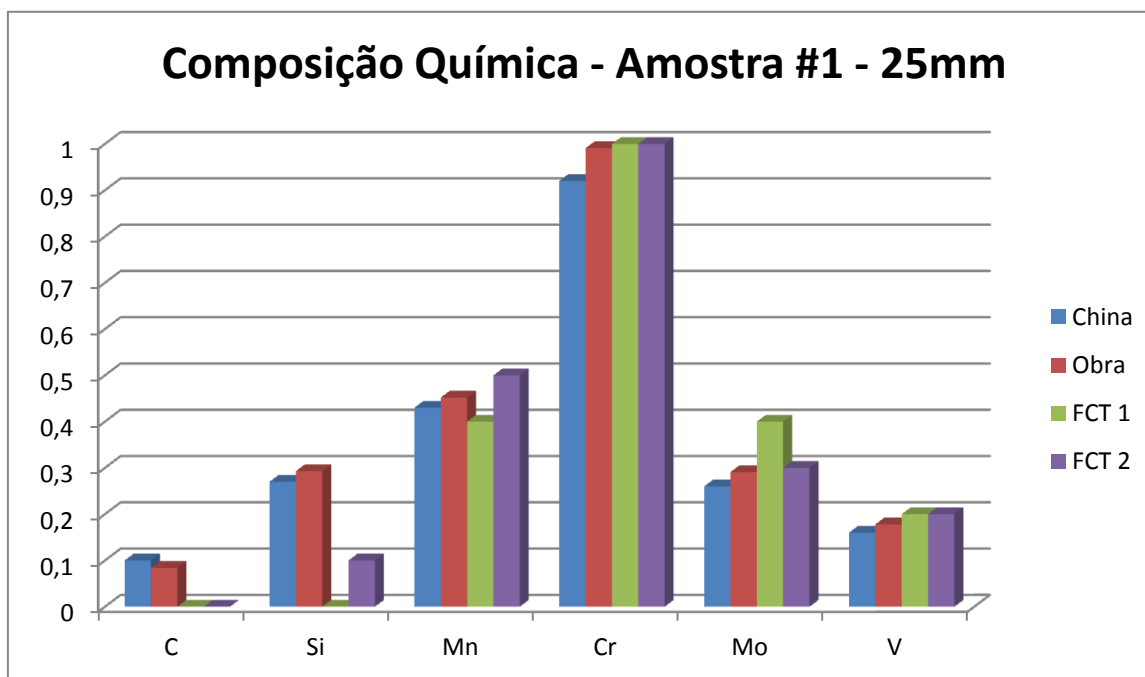


Figura 5.01 – Análise dos elementos da composição química – Amostra 1

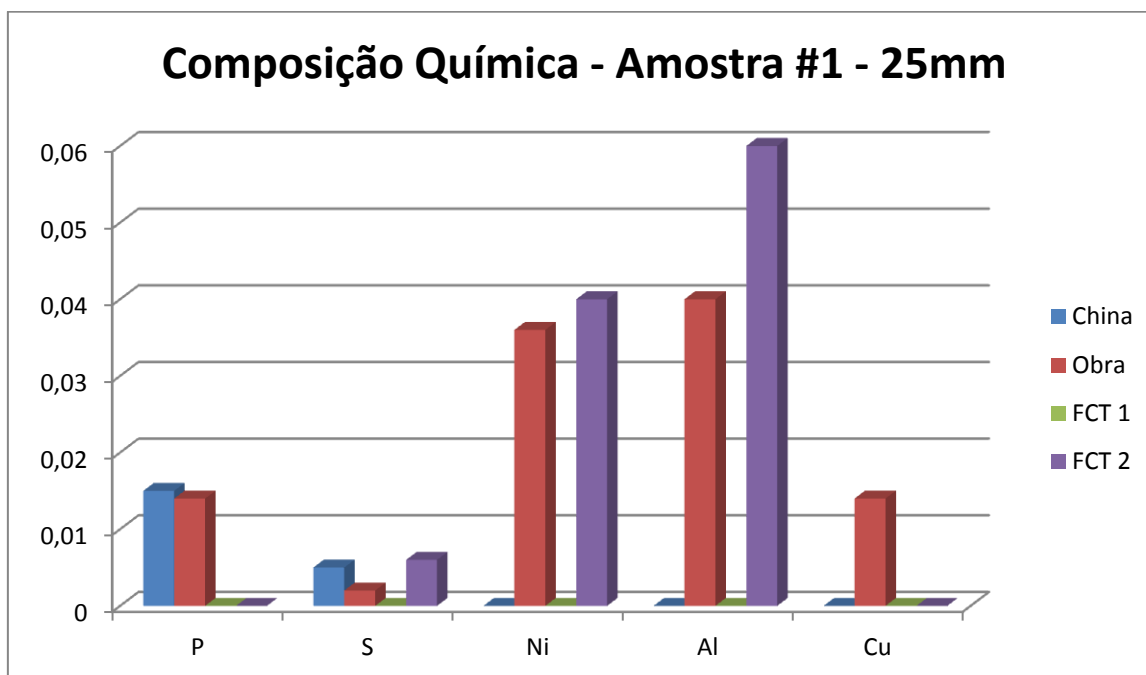


Figura 5.02 – Análise dos elementos da composição química – Amostra 1

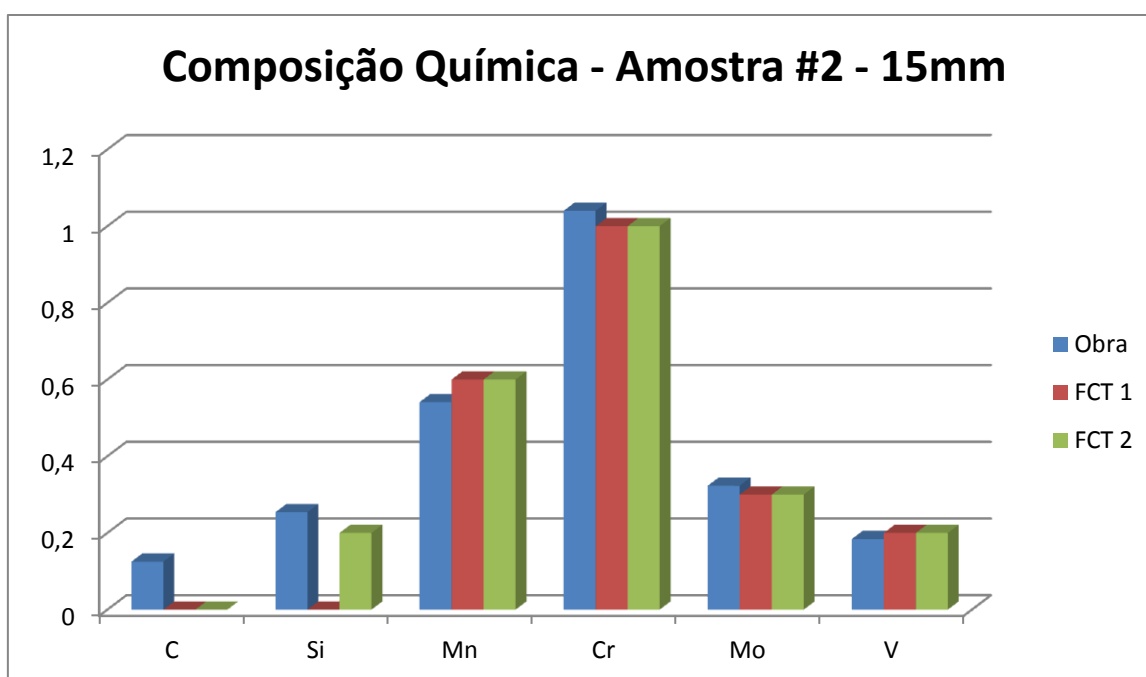


Figura 5.03 – Análise dos elementos da composição química – Amostra 2

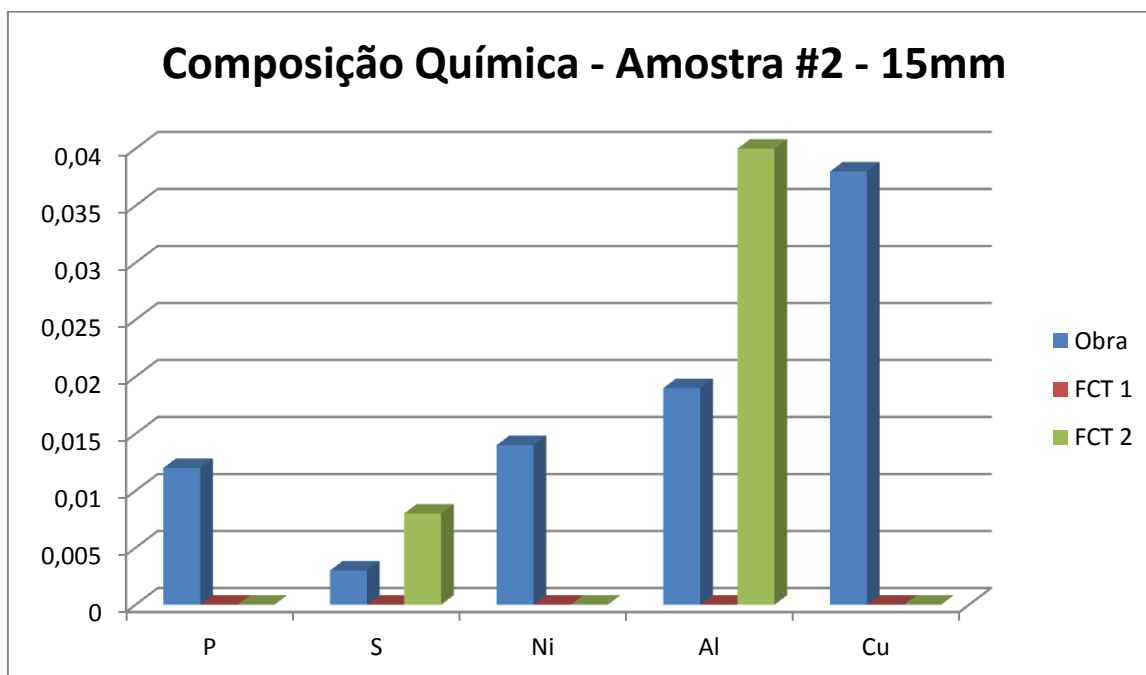


Figura 5.04 – Análise dos elementos da composição química – Amostra 2

Os ensaios mecânicos realizados apenas constantes nos ensaios realizados na China e com os resultados apresentados anteriormente encontram-se em conformidade com a norma de referência. No entanto é de salientar algumas discrepâncias nos valores da tensão de rotura, tensão de cedência e alongamento. A tensão de rotura e cedência decrescem à medida que a espessura da chapa aumenta que é consistente com o processamento termo-mecânico das chapas na sua fabricação. No entanto existe uma discrepância na chapa de 15mm que sugere uma descontinuidade nesse processamento na passagem das chapas mais finas para as chapas de espessura superior.

No que respeita ao ensaio por difracção por RX, os carbonetos nos aços de liga desempenham um papel importante no desenvolvimento de aços estruturais como por exemplo, na resistência e endurecimento dos aços microligados e na exploração secundária de aços endurecidos para o serviço de elevada temperaturas.

Da análise aos elementos presentes concluí-se:

A estabilidade do carboneto Mo_2C é diminuída pelo crómio, mas aumentada pelo vanádio. Este carboneto aumenta à custa da cementite (Fe_3C)

O carboneto de crómio resultante da combinação do crómio com o carbono aparece neste material na forma Cr_{23}C_6 que confere um aumento da resistência do material

Manganês e o enxofre dão origem ao sulfureto de manganês

O elemento FeO é designado por óxido de ferro,

5.2. Materiais aplicados face às condições de serviço

No que respeita à análise do material aplicado face às condições de serviço, iremos comparar este material a um Aço Carbono designado por 16Mo3 pertencente ao grupo 1 da ISO/TR 15608:2005 [21].

O parâmetro de base da comparação será a temperatura de funcionamento do catalisador (reactor) que é de 410°C.

Na tabela 5.01 podemos analisar a composição química dos dois materiais.

Material	Composição (Fracção mássica) [%]										
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S	Cu	N	Ni
12Cr1MoVR	0,08 a 0,15	0,15 a 0,40	0,40 a 0,70	0,90 a 1,20	0,25 a 0,35	0,15 a 0,30	≤ 0,025	≤ 0,010	---	---	---
16Mo3	0,12 a 0,20	≤ 0,35	0,40 a 0,90	≤ 0,3	0,25 a 0,35	---	≤ 0,025	≤ 0,010	≤ 0,30	≤ 0,012	≤ 0,30

Tabela 5.01 – Composição Química do material 12Cr1MoV e 16Mo3

Constata-se que as principais diferenças são o carbono que é superior no material 16Mo3, o crómio que é superior no material 12Cr1MoV, na ausência de vanádio no material 16Mo3 e a possível presença de alguns elementos no material 16Mo3 tais como o cobre, azoto e níquel.

Por esta análise e principalmente pela presença do crómio verifica-se numa primeira análise, embora com algum teor de subjectividade que o material 16Mo3 poderá eventualmente prescindir de pré-aquecimento e tratamento térmico pós soldadura. De facto poderíamos confirmar pela análise a procedimentos de soldadura neste material, que é perfeitamente dispensável em certas situações o pré-aquecimento e tratamento térmico pós soldadura.

Ao nível do soldador ao prescindirmos do pré-aquecimento garantimos assim uma operação mais facilitada e com menos erros, nomeadamente por falta de aplicação do pré-aquecimento ou temperaturas de pré-aquecimento inferiores ao especificado.

No que respeita à tensão de cedência podemos analisar pelo gráfico seguinte, os valores comparativos do material 12Cr1MoV e 16Mo3 face a diversas temperaturas de funcionamento, entre elas a temperatura de funcionamento pretendida (410°C)

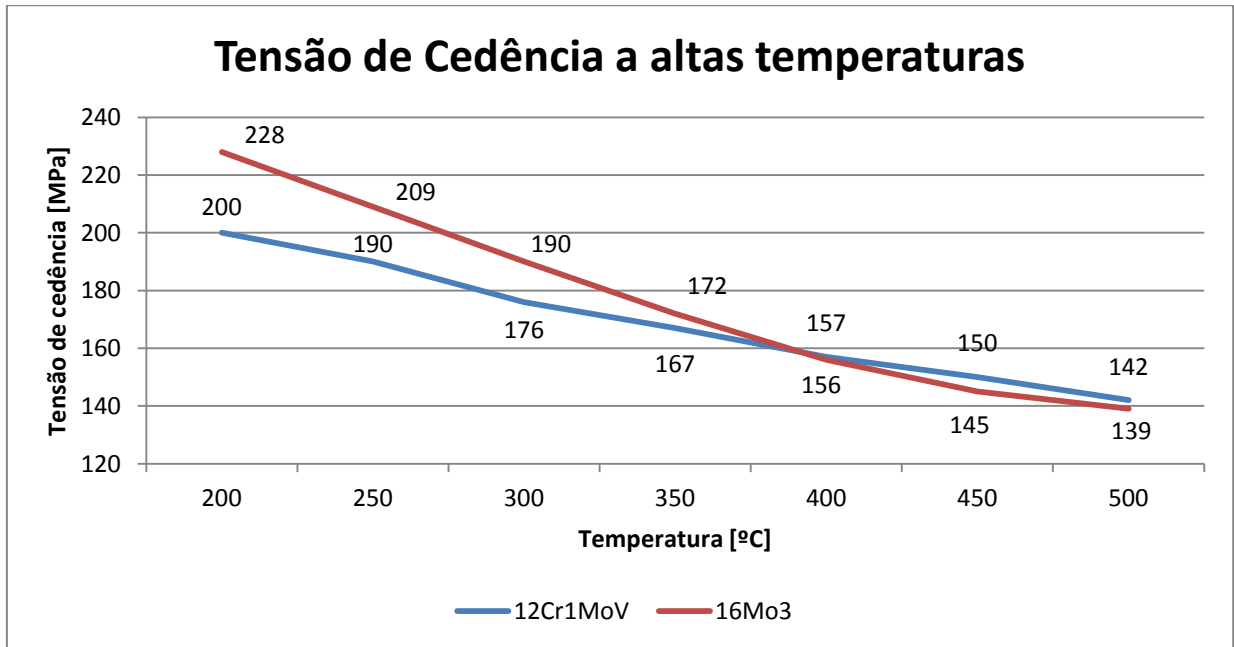


Figura 5.05 – Tensões de cedência em função da temperatura para os aços 12Cr1MoV e 16Mo3

Concluimos assim que para uma temperatura de aproximadamente 400°C a tensão de cedência é quase idêntica para os dois materiais referidos.

5.3. Material de base e seu enquadramento com a norma de qualificação de procedimentos de soldadura

A utilização deste material induz algumas dificuldades no que respeita à qualificação de Procedimentos de soldadura segundo a norma NP EN ISO 15614-1:2005 [9]. Neste caso teve que ser efectuada uma qualificação especificamente para este material (12Cr1MoV), uma vez que não foi possível enquadrar o material referido nos grupos da norma ISO/TR 15608:2005 [21].

5.4. Processos de soldadura

A escolha dos processos de soldadura foi efectuada com base em razões económicas de rentabilidade da operação, adaptação dos soldadores da SIMI ao processo em questão, tipo de soldadura a efectuar, acessibilidades e condicionantes existentes no local de pré-fabrico e montagem. Ponderou-se também o eventual uso do processo 114 (Processo de soldadura por fios fluxados auto protegidos), mas os consumíveis para este material base não se

encontravam disponíveis no momento da consulta no mercado. Além do mais face ao leque de soldadores existentes na SIMI, a diferença de operação do processo 136 para o 114, obriga à formação dos soldadores pois não é um processo comum de utilização na área da metalomecânica comparativamente com o processo 136. Considera-se no entanto, sempre que possível, o uso do processo 114 neste tipo de montagem devido à sua menor sensibilidade às correntes de ar devido à ausência de gás de protecção face ao processo 136. Os processos de soldadura utilizados mostraram um ganho de produção e de custos, com a utilização de gases de protecção com 100% CO₂ e com taxas baixas de reparações. Não existiram alterações significativas no comportamento do material face à resistência mecânica e dureza quando comparando os processos de soldadura utilizados.

5.5. Consumíveis de soldadura

Os consumíveis de soldadura existentes no mercado são aproximados, correspondendo a aços do tipo 1,25% Cr e 0,5% Mo.

Apesar dos resultados obtidos serem apropriados e garantirem a qualidade exigida no produto final, deveria ser usado um material com as mesmas características do material de base. Tal não foi possível obter através dos diversos contactos com empresas de consumíveis chinesas.

5.6. Procedimentos de soldadura

Face aos resultados dos procedimentos de soldadura, procedeu-se à sua análise com base nos pontos seguintes:

- Processo de soldadura
- Espessura dos corpos de prova
- Tratamento térmico pós-soldadura

a) Comparação de resultados

Os resultados a comparar são os dos ensaios de tracção e durezas. Os ensaios não destrutivos, ensaio de dobragem e a Inspeção macroscópica não são usados nesta comparação, uma vez que não nos permitem efectuar qualquer tipo de comparação.

Ref.	PQR	Processo de Soldadura	Espessura	Observações
A	2009/0144	111	6,0mm	Pré-aquecimento $\geq 120^{\circ}$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura
B	2009/0145	136	6,0mm	Pré-aquecimento $\geq 120^{\circ}$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura
C	2009/0148 rev.1	111	25,0mm	Pré-aquecimento $\geq 120^{\circ}$ Com Tratamento Térmico pós soldadura
D	2009/0149 rev.1	136	25,0mm	Pré-aquecimento $\geq 120^{\circ}$ Com Tratamento Térmico pós soldadura
E	2009/0176	136	25,0mm	Pré-aquecimento $\geq 180^{\circ}$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura
F	2009/0181	111	25,0mm	Pré-aquecimento $\geq 180^{\circ}$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura

Tabela 5.02 – Listagem de procedimentos de soldadura

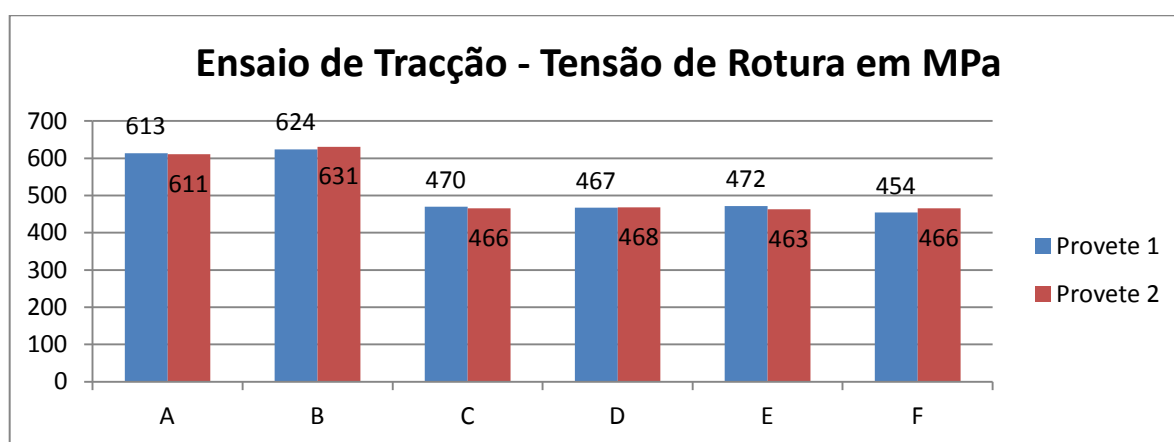


Figura 5.06 – Ensaio de tracção – Resultados dos provetes 1 e 2

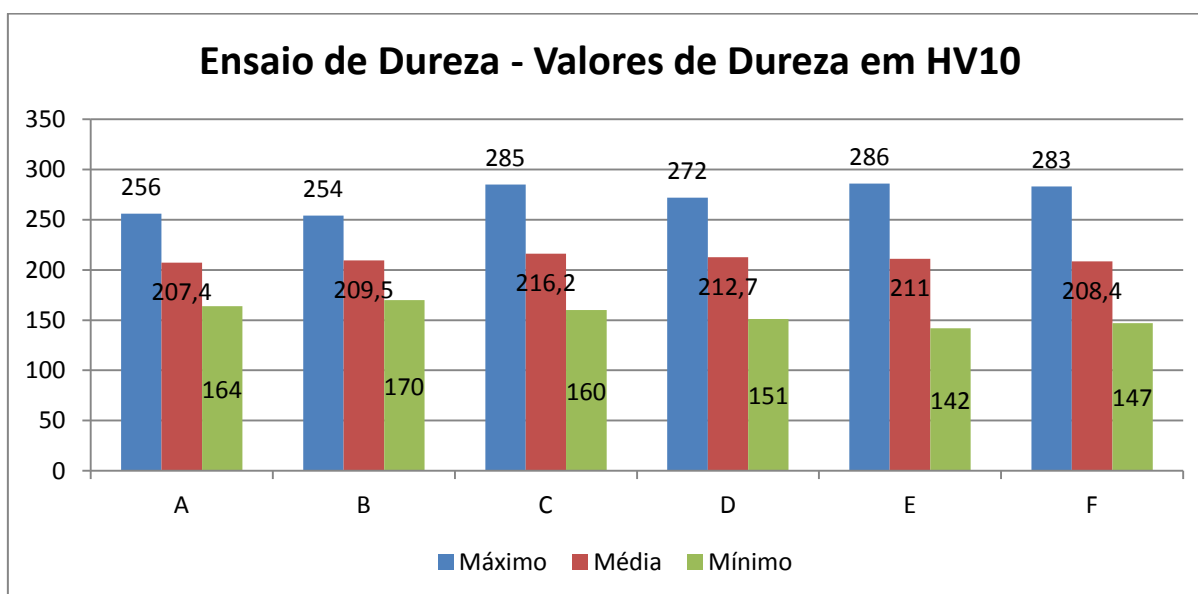


Figura 5.07 – Resultado do ensaio de dureza

b) Processo de soldadura

Esta análise irá incidir na comparação de resultados obtidos usando o processo de soldadura 111 e 136.

Como podemos observar pelos gráficos acima, não existem alterações significativas no comportamento do material face à resistência mecânica e dureza quando comparando os processos de soldadura utilizados.

Assim sendo, as razões enunciadas anteriormente com a escolha dos processos soldadura face às condições em obra e ao rendimento dos processos fica assim fundamentado, uma vez que não existem quaisquer alterações nas propriedades metalúrgicas no uso dos dois processos.

c) Espessura dos corpos de prova

Quanto à espessura dos corpos de prova utilizados, 6mm e 25mm, verificou-se um aumento substancial da tensão de rotura nos provetes de 6mm face aos provetes de 25mm.

O processo de laminagem efectuado nos provetes de 6mm é superior aos dos provetes de 25mm conferindo a este um aumento de resistência mecânica por encruamento, ou seja, o seu endurecimento por deformação plástica.

Relativamente ao ensaio de dureza, verifica-se apenas que o valor máximo obtido nos provetes de 6mm é inferior ao dos obtidos nos provetes de 25mm. Esta razão prende-se com a diferença do tipo de escoamento de calor existente nos provetes de 6mm e 25mm.

d) Tratamento térmico pós-soldadura

Analisando os tratamentos térmicos pós soldadura, isto é, os procedimentos de soldadura com a referência C/D com tratamento térmico e E/F sem tratamento térmico, podemos concluir que os valores do ensaio de tracção e do ensaio de dureza são semelhantes nos dois casos em estudo (com e sem tratamento térmico).

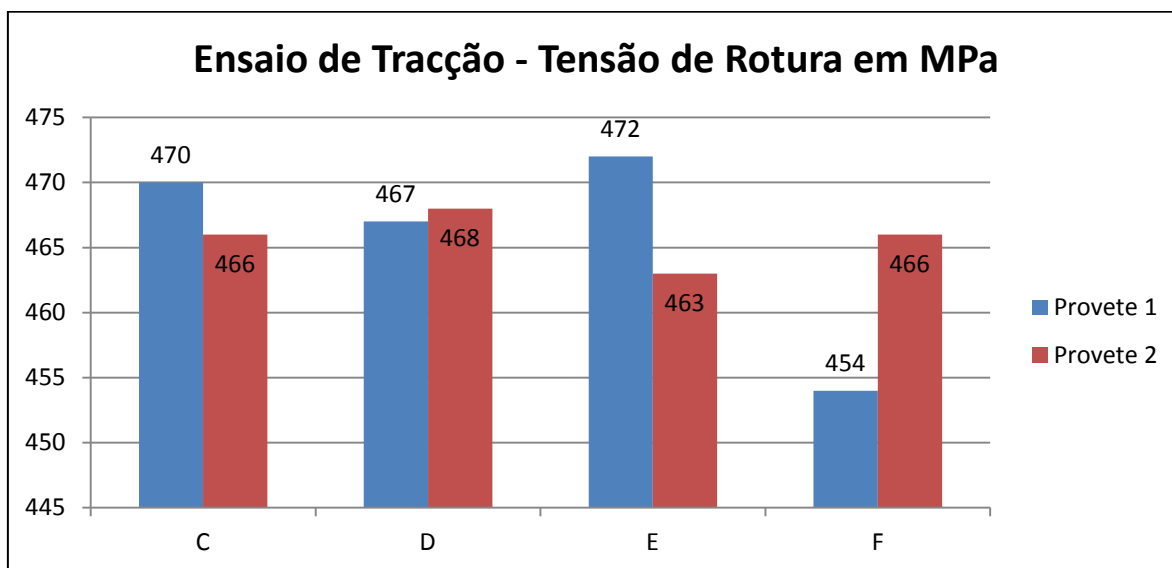


Figura 5.08 – Resultados do ensaio de tracção – Provetes de 25mm com e sem tratamento térmico

Efectuando uma análise aos resultados do ensaio de tracção, a resistência mecânica, deveria ser superior nos procedimentos sem tratamento térmico (E/F) face aos procedimentos com tratamento térmico (C/D), o que não se verifica.

Apesar de existir um aumento significativo da temperatura de pré-aquecimento para os dois casos (120°C nos procedimentos C/D e 180°C nos procedimentos E/F), o tratamento térmico realizado tem uma influência preponderante na resistência mecânica devido às temperaturas em jogo (Cerca de 680°C)

Ref.	PQR	Processo de Soldadura	Observações	Número de passes
C	2009/0148 rev.1	111	Pré-aquecimento $\geq 120^\circ$ Com Tratamento Térmico pós soldadura	16
D	2009/0149 rev.1	136	Pré-aquecimento $\geq 120^\circ$ Com Tratamento Térmico pós soldadura	26
E	2009/0176	136	Pré-aquecimento $\geq 180^\circ$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura	25
F	2009/0181	111	Pré-aquecimento $\geq 180^\circ$ Sem Tratamento Térmico pós soldadura	43

Tabela 5.03 – Listagem de procedimentos de soldadura

Analisando os procedimentos por processo de soldadura, concluímos que para o processo 111, face a um aumento significativo no número de passes no caso do procedimento de soldadura sem tratamento térmico, acabamos por conseguir o mesmo resultado à custa de uma entrega térmica global bastante superior. Como podemos verificar os resultados do ensaio de tracção no procedimento sem tratamento térmico encontram-se próximos do limite inferior de resistência do material devido ao incremento do número de passes e consequente “amaciamento” do material.

Para o processo 136, os pressupostos referidos para o processo 111, já não são aplicados, uma vez que o número de passes foi semelhante nos dois casos (com e sem tratamento térmico). As conclusões são enunciadas na análise do ensaio de dureza referido nos parágrafos seguintes.

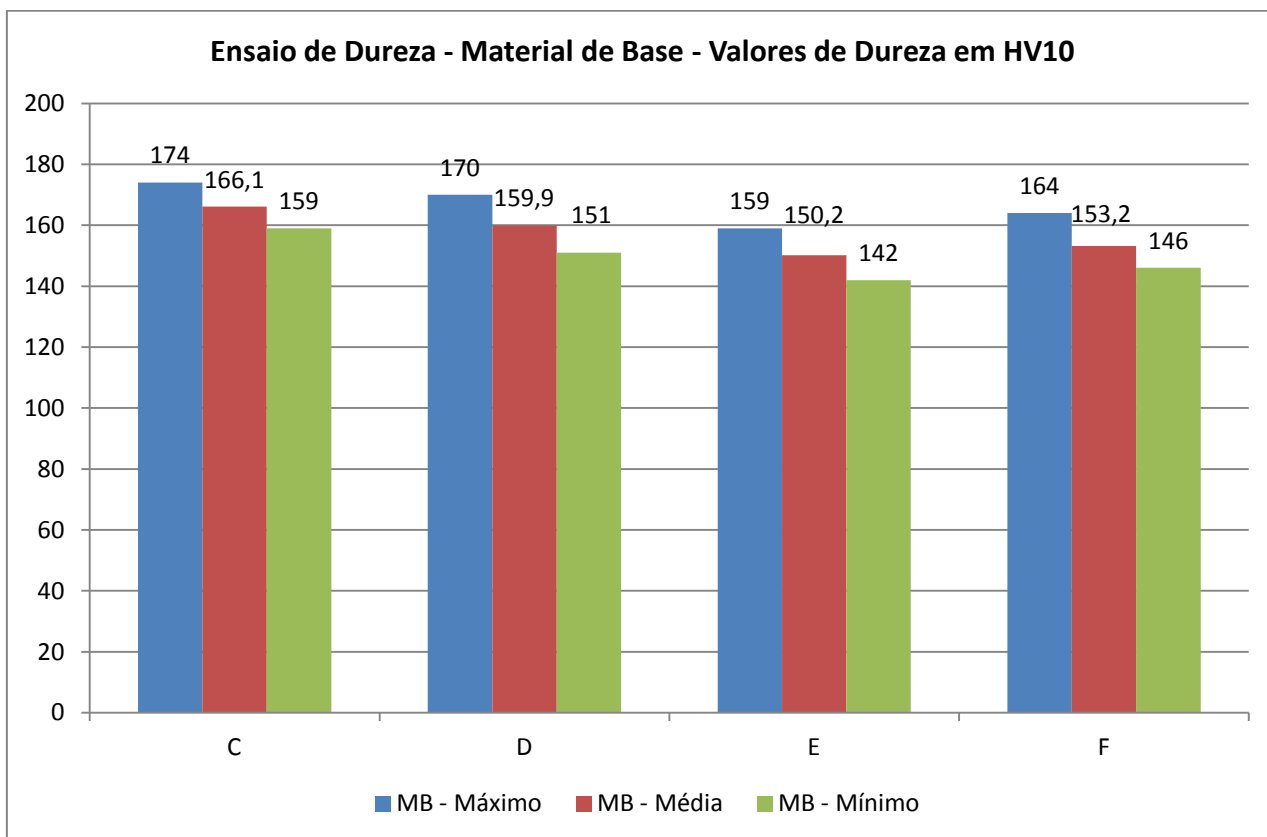


Figura 5.09 – Resultado do ensaio de dureza – Material de base

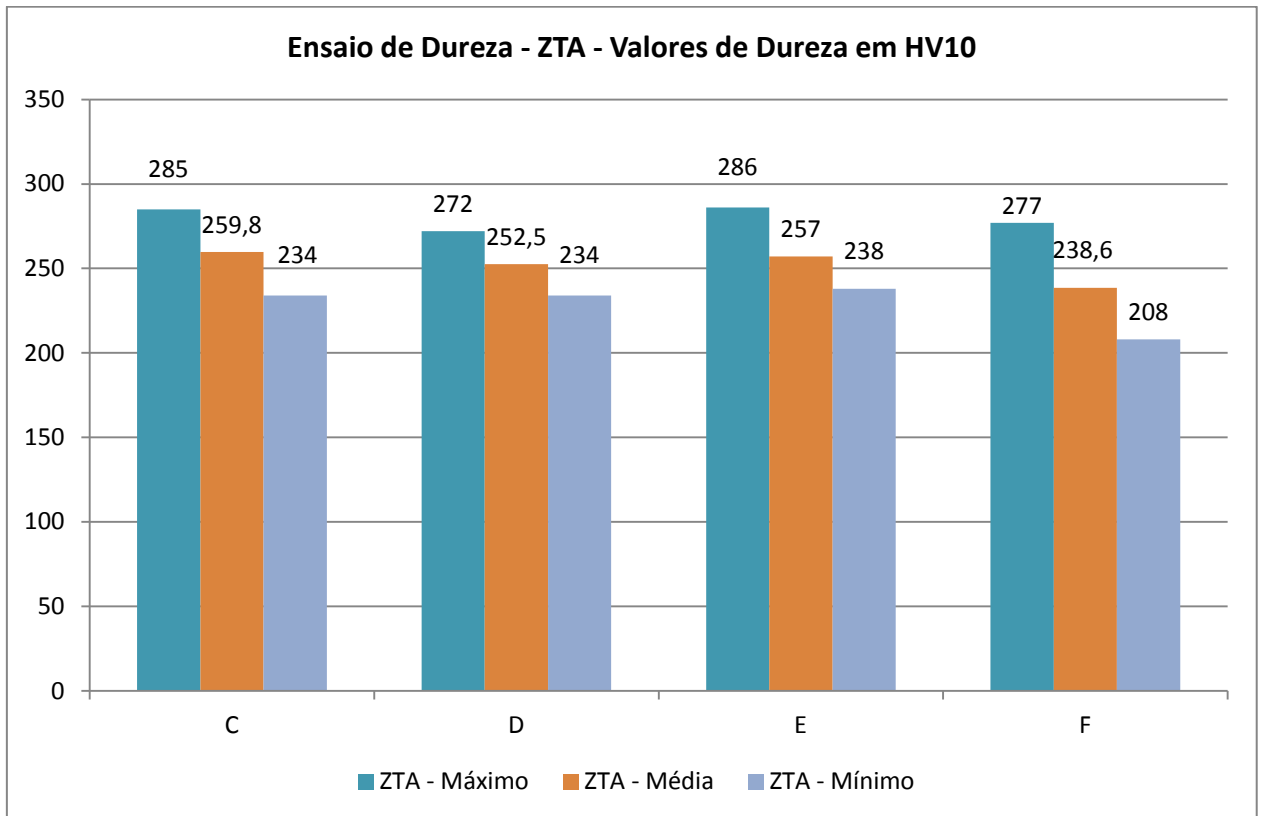


Figura 5.10 – Resultado do ensaio de dureza – ZTA

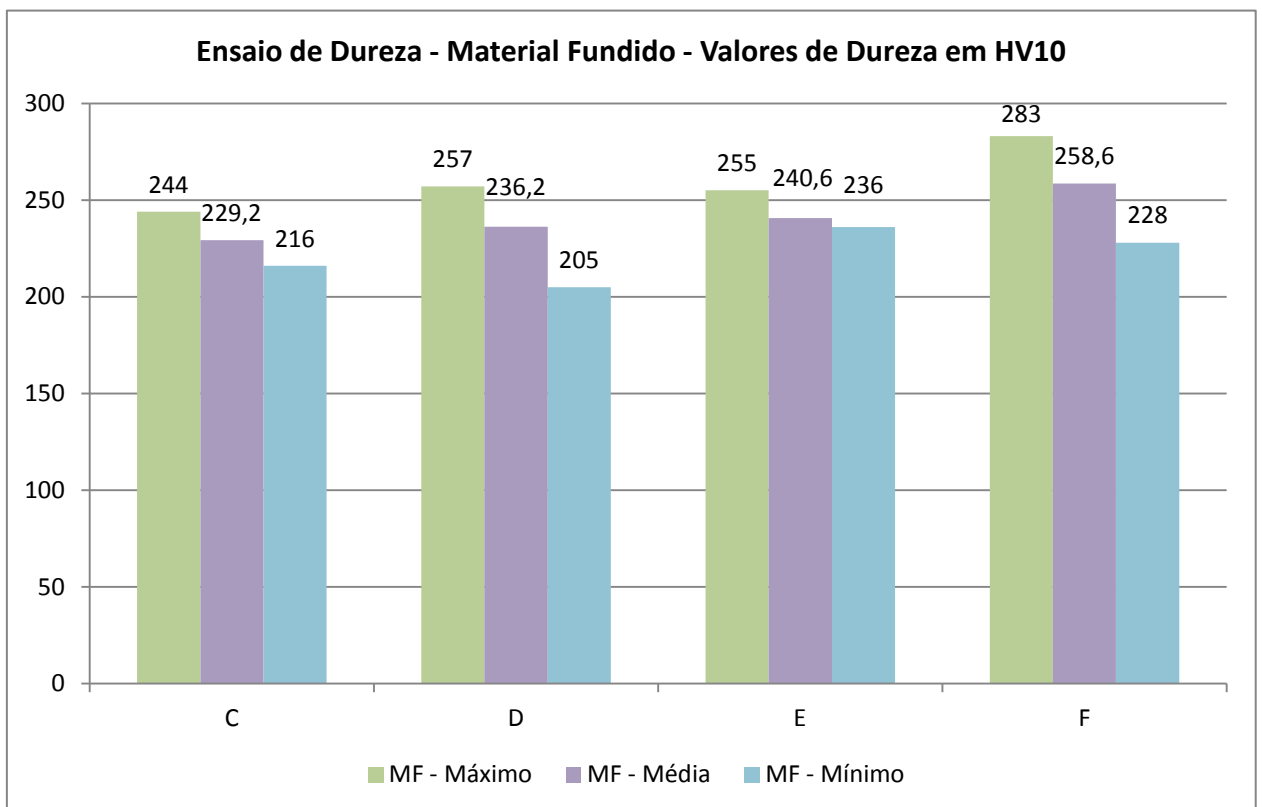


Figura 5.11 – Resultado do ensaio de dureza – Material fundido

Efectuando agora uma análise aos resultados do ensaio de dureza, teoricamente esta deveria ser superior nos procedimentos sem tratamento térmico (E/F) face aos procedimentos com tratamento térmico (C/D), o que à semelhança da resistência mecânica não se verifica.

Pela análise dos gráficos referidos anteriormente, e analisando inicialmente o material base, verifica-se que os procedimentos sujeitos a tratamento térmico possuem valores de dureza superiores aos executados sem tratamento térmico, o que deveria ser exactamente o oposto. Depreende-se que uma vez que foram cumpridos e controlados todos os parâmetros da qualificação de procedimento de soldadura, incluindo o tratamento térmico, claramente demonstra que os provetes utilizados na qualificação não possuem as mesmas características, apesar de estarem dentro dos requisitos da norma de referência. Pelos valores obtidos para o material de base e face ao material em estudo, subentende-se que os valores do provete usado no procedimento E (processo 136 e sem tratamento térmico) deveriam ser superiores, o que aparenta que o material utilizado neste provete teria uma dureza inferior aos restantes. Relativamente aos procedimentos C e D, os valores obtidos, face ao tratamento térmico existente encontram-se uniformes e de acordo com o expectável. No que respeita ao procedimento F e face ao incremento do número de passes e os valores relativamente baixos obtidos no ensaio de tracção, podemos afirmar que os resultados obtidos estarão de acordo com o expectável pelo enunciado na análise do ensaio de tracção já referida, com excepção das durezas no material de base uma vez que não é influenciado pela entrega térmica da soldadura.

Analisando a ZTA (zona termicamente afectada), concluí-se que os valores estão uniformes com excepção do procedimento E. As razões enunciadas para o material base influenciam claramente os valores de dureza obtidos no procedimento E pelo que a conclusão é a já referida anteriormente. Quanto ao procedimento F, os valores à semelhança do ensaio de tracção e dos valores de dureza no material base, encontram-se abaixo dos restantes pelo aumento da entrega térmica total dada a este material.

No que respeita ao material fundido, verifica-se um decréscimo das durezas nos procedimentos com tratamento térmico como seria expectável. Nos procedimentos sem tratamento térmico verifica-se à semelhança das zonas analisadas anteriormente um valor de dureza no procedimento E, mais baixo que o expectável.

5.7. Ensaio não destrutivo

Face aos ensaios definidos foram efectuados ensaios por ultrassons nas soldaduras topo-a-topo e ensaios por líquidos penetrantes nas soldaduras de canto com os seguintes resultados:

Processo	Soldaduras de topo-a-topo	Soldaduras de Canto	Soldaduras Rejeitadas
111	32	48	2
136	130	194	1

Tabela 5.04 – END realizados na montagem

Os ensaios referidos foram realizados no período compreendido entre Janeiro e Março de 2010. Os defeitos assinalados são referentes a faltas de fusão atribuídas a deficiente operação por parte do soldador. A taxa de reparação por ensaios não destrutivos, no período referido, encontra-se na ordem de grandeza dos 0,007%.

No que respeita aos ensaios de dureza, foram realizados no mesmo período, 167 ensaios de dureza com os seguintes resultados:

Zona	Média
Metal de Base (MB)	151 HB
Zona Termicamente Afectada (ZTA)	167 HB
Material Fundido (MF)	205 HB

Tabela 5.05 – Resultados dos ensaios de dureza na montagem

Os resultados encontram-se em conformidade com o critério de aceitação definido ($\leq 300\text{HB}$)

Face aos resultados acima referidos podemos afirmar que as soldaduras efectuadas em obra encontram-se em conformidade com os critérios de aceitação definidos. No entanto os resultados obtidos devem ser analisados com base nas seguintes premissas:

- a) Todos os soldadores foram qualificados especificamente para este trabalho.
- b) Todos os soldadores foram sensibilizados para a dificuldade operatória existente na soldadura deste material e para o cumprimento rigoroso das especificações de procedimento de soldadura.
- c) Não foram consideradas as Inspeções visuais efectuadas que levaram em muitos casos a reparações antes da realização dos ensaios não destrutivos

6. Conclusões

Com base na discussão enunciada na secção 5 podemos retirar as seguintes conclusões:

6.1. Material de base

Relativamente aos objectivos propostos, e de acordo com os resultados dos ensaios ao material de base conclui-se:

- 1) As Características químicas e mecânicas do material encontram-se em conformidade face à norma de referência.
- 2) Os valores de enxofre (S) e fósforo (P) obtidos encontram-se em conformidade com a norma do material.
- 3) A relação $Mn/S \gg 20$ e como tal a susceptibilidade à fissuração é reduzida.
- 4) A análise dos elementos presentes por DRX leva-nos a concluir que alguns destes elementos participam activamente no aumento da resistência do aço em estudo.

Relativamente às características mecânicas do material é de salientar algumas discrepâncias nos valores da tensão de rotura, tensão de cedência e alongamento. A tensão de rotura e cedência decrescem à medida que a espessura da chapa aumenta que é consistente com o processamento termo-mecânico das chapas na sua fabricação. No entanto existe uma discrepância na chapa de 15mm que sugere uma descontinuidade nesse processamento na passagem das chapas mais finas para as chapas de espessura superior

6.2. Materiais aplicados face às condições de serviço

Podemos concluir que apesar de uma diferença significativa na composição química entre o material aplicado (12Cr1MoV) e um potencial material a aplicar (16Mo3) e devido à presença de carbono que é mais elevada no material 16Mo3, a tensão de cedência para a temperatura de funcionamento do reactor (410°C) é idêntica para ambos os materiais.

Verificam-se vantagens construtivas na utilização do material 16Mo3 face ao material 12Cr1MoV, nomeadamente pelo enquadramento do material 16Mo3 na norma ISO/TR 15608:2005 [21], uma vez que é um material europeu, pela ausência de aplicação de pré-aquecimento e tratamento térmico pós soldadura (embora neste caso seja prescindido, na

maioria dos caso poderá não o ser) que vai facilitar a operação de soldadura, e por fim pela facilidade de aquisição de materiais de adição específicos para este tipo de material.

6.3. Material de base e seu enquadramento com a norma de qualificação de procedimentos de soldadura

Podemos concluir que este material de acordo com a norma de qualificação de procedimentos de soldadura, NP EN 15614-1:2005 [9], obriga a uma qualificação específica do material que é apenas validada para o material em estudo.

Esta especificidade, ao contrário dos materiais europeus, limita bastante a qualificação dos procedimentos de soldadura, no que respeita à gama de validade dos materiais, pois poderia ser usada para outros trabalhos ou materiais similares que a empresa pudesse vir a soldar no futuro. Assim sendo as qualificações de procedimento de soldadura efectuadas para este material apenas serão validadas para o próprio material.

6.4. Processos de soldadura

Os processos de soldadura escolhidos demonstraram face aos resultados obtidos uma escolha acertada, quer ao nível da qualidade do produto final, quer ao nível da produtividade e custo final da soldadura no projecto.

No futuro propõe-se a utilização do processo de soldadura por fios fluxados auto protegidos (processo de soldadura 114) com as respectivas qualificações de procedimentos de soldadura e análise de resultados para verificar se a qualidade obtida é a mesma ou superior aos processos utilizados nesta dissertação.

Ao nível teórico é clara a vantagem do processo de soldadura 114, uma vez que é indicado para a soldadura no exterior, como foi o caso do projecto em estudo.

6.5. Consumíveis de soldadura

A escolha de consumíveis europeus demonstrou ser uma boa escolha face aos resultados obtidos no decorrer da dissertação.

Após análise das propriedades mecânicas do material de base comparativamente com os consumíveis de soldadura utilizados leva-nos a concluir que as propriedades dos consumíveis de soldadura são superiores às do material de base cumprimento a premissa das propriedades mecânicas dos consumíveis serem iguais ou superiores ao material de base.

6.6. Procedimentos de soldadura

Na discussão foram analisados os seguintes três factores que nos parecem pertinentes para a conclusão final:

- Processo de soldadura
- Espessura dos corpos de prova
- Tratamento térmico pós-soldadura

No que respeita aos processos de soldadura como já referido na discussão, não existem alterações significativas no comportamento do material face à resistência mecânica e dureza quando comparando os processos de soldadura utilizados e como tal consideram-se adequados os processos de soldadura escolhidos.

Quanto à espessura dos corpos de prova utilizados, 6mm e 25mm, verificou-se um aumento substancial da tensão de rotura nos provetes de 6mm face aos provetes de 25mm, explicado pelo processo de laminagem efectuado nos provetes de 6mm que é superior aos dos provetes de 25mm conferindo a este um aumento de resistência mecânica por encruamento, ou seja, o seu endurecimento por deformação plástica. Relativamente ao ensaio de dureza, verifica-se apenas que o valor máximo obtido nos provetes de 6mm é inferior ao dos obtidos nos provetes de 25mm. Esta razão prende-se com a diferença do tipo de escoamento de calor existente nos provetes de 6mm e 25mm.

No que respeita ao tratamento térmico efectuado concluímos que para o processo 111, face a um aumento significativo no número de passes no caso do procedimento de soldadura sem tratamento térmico, acabamos por conseguir o mesmo resultado do procedimento sem tratamento térmico à custa de uma entrega térmica global bastante superior. Pela análise dos resultados do ensaio de tracção no procedimento sem tratamento térmico concluí-se que se encontram próximos do limite inferior de resistência do material devido ao incremento do número de passes e consequente “amaciamento” do material. Para o processo 136, os pressupostos referidos para o processo 111 já não são aplicados, uma vez que o número de passes foi semelhante nos dois casos.

Analisando o material base, verifica-se que os procedimentos sujeitos a tratamento térmico possuem valores de dureza superiores aos executados sem tratamento térmico, o que deveria ser exactamente o oposto. Depreende-se que, uma vez que foram cumpridos e controlados todos os parâmetros da qualificação de procedimento de soldadura incluindo o tratamento térmico, claramente demonstra que os provetes utilizados na qualificação não possuem as mesmas características, apesar de estarem dentro dos requisitos da norma de

referência. Pelos valores obtidos para o material de base e face ao material em estudo, subentende-se que os valores dos provetes usados nos procedimentos com o processo 136 e 111 sem tratamento térmico deveriam ser superiores, o que aparenta que os materiais utilizados nestes corpos de prova teriam uma dureza inferior aos restantes. Relativamente aos procedimentos com tratamento térmico, conclui-se que se encontram-se uniformes e de acordo com o expectável.

7. Bibliografia

- [1] – National Standards of the People’s Republic of China, GB 713:2009 - Steel plates for boilers and pressure vessels
- [2] - Power Alstom, “Control de contaminantes tradicionales y avances en la captura de CO₂ en centrales de generación a carbón” presented in Expoambiental 2009 in October 2009.
- [3] - Christoffer Falk, “Ammonium sulphate deactivation of SCR DeNOx catalysts”, department of chemical engineering, Lund institute of technology, January 2007.
- [4] - T. R. Stobert, P.E. / Wang JianBo / George Wensell, “SCR experience with high CaO coals”, Chinese environment science committee presented at De-NOx conference in July 2006.
- [5] - David A. Woodford, Materials performance analysis, Inc , “ASM Metals handbook volume 20 - Materials selection and design - Design for high-temperature applications, 1997.
- [6] - Honeycombe, R. W. H, “Aços – microestrutura e propriedades”, 1996.
- [7] – Reis Góis, Aços resistentes à fluência, Ed. ISQ, 2004.
- [8] – Reis Góis, Fenómenos de fissuração nos aços, Ed. ISQ, 2003.
- [9] – NP EN ISO 15614-1:2005 – Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos. Prova de procedimento de soldadura. Parte 1: Soldadura por arco e gás de aços e soldadura por arco de níqueis e suas ligas.
- [10] – Reis Góis, Tratamentos térmicos de materiais de base e soldaduras, Ed. ISQ, 2002.
- [11] – NP EN 1011-2:2008 – Soldadura – Recomendações para a soldadura de materiais metálicos - Parte 2: Soldadura por arco de aços ferríticos.
- [12] – EN 12952-5:2001 – Water-tube boilers and auxiliary installations – Part 5: Workmanship and construction of pressure parts of the boiler.
- [13] – American Society of Mechanical Engineers, ASME's Boiler and Pressure Vessel Code.
- [14] – National Standards of the People’s Republic of China, GB/T 222:2006 – Permissible Tolerances for Chemical Composition of Steel Products.
- [15] – National Standards of the People’s Republic of China, GB/T 228:2002 – Metallic Materials – Tensile Testing at Ambient.

- [16] – National Standards of the People’s Republic of China, GB/T 229:2007 – Metallic Materials – Charpy Pendulum Impact Test.
- [17] – National Standards of the People’s Republic of China, GB/T 232:1999 – Metallic Materials – Bend Test.
- [18] – ISO 6892-1:2009 – Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at room temperature.
- [19] – ISO 7438-1:1985 – Metallic materials – Bend test.
- [20] – ISO 148-1:1983 – Metallic materials – Charpy pendulum impact test – Part 1: Test method.
- [21] – ISO/TR 15608:2005 – Welding — Guidelines for a metallic materials grouping system.
- [22] – EN 970:1997 – Non-destructive examination of fusion welds. Visual examination.
- [23] – EN 1435:1997 – Non-destructive testing of welds – Radiographic testing of welded joints.
- [24] – EN 1714:1998 – Non-destructive testing of welds – Ultrasonic testing of welded joints.
- [25] – EN 571-1:1997 – Non-destructive testing. Penetrant testing. General principles.
- [26] – NP EN 895:2002 – Ensaaios destrutivos em soldaduras de materiais metálicos. Ensaio de tracção transversal.
- [27] – EN 910:1996 – Destructive tests on welds in metallic materials. Bend tests.
- [28] – NP EN 1321:2002 – Ensaaios destrutivos em soldaduras de materiais metálicos. Exame macrográfico e micrográfico de soldaduras.
- [29] – EN 1043-1:1995 – Destructive Tests on Welds in Metallic Materials Hardness Testing Part 1: Hardness Test on Arc Welded Joints.
- [30] – ISO 4063:2009 – Welding and allied processes -- Nomenclature of processes and reference numbers.
- [31] – EN 1599:1997 – Welding consumables. Covered electrodes for manual metal arc welding of creep-resisting steels. Classification.
- [32] – ISO 17634:2004 – Welding consumables -- Tubular cored electrodes for gas shielded metal arc welding of creep-resisting steels – Classification.

[33] – ISO 5817:2003 – Welding – Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) – Quality levels for imperfections.

[34] – EN 1090-2:2008 – Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures

[35] – EN 10204:2004 – Metallic materials. Types of inspection documents

8. Anexos

Anexo A – Ensaio de caracterização da composição química das amostras – FCT

Anexo B – Relatório de caracterização da composição química das amostras – OBRA

Anexo C – Resultado dos ensaios por difracção por raios X

Anexo D – Certificados do material de adição para soldadura

Anexo E – Exemplo de relatórios de ensaios não destrutivos utilizados na construção

Anexo F – Procedimento de soldadura referência 2009/0144

Anexo G – Procedimento de soldadura referência 2009/0145

Anexo H – Procedimento de soldadura referência 2009/0148 Rev.1

Anexo I – Procedimento de soldadura referência 2009/0149 Rev.1

Anexo J – Procedimento de soldadura referência 2009/0176

Anexo K – Procedimento de soldadura referência 2009/0181

Anexo A – Ensaio de Caracterização da Composição Química das amostras – CENIMAT

CENIMAT

Quantification of sample GB713-1

R.M.S.:	0.000
Sum before normalization:	8.9 %
Normalised to:	100.0 %
Sample type:	Solid
Correction applied for medium:	Yes
Correction applied for film:	1
Results database:	iq+ 37mm he
Results database in:	c:\programas\panalytical\superq\userdata

	Element	Conc. (%)
1	V	0.2
2	Cr	1.
3	Mn	0.4
4	Fe	98.
5	Mo	0.4

CENIMAT

Quantification of sample GB713-2

R.M.S.:	0.000
Sum before normalization:	14.6 %
Normalised to:	100.0 %
Sample type:	Solid
Correction applied for medium:	Yes
Correction applied for film:	1
Results database:	iq+ 37mm he
Results database in:	c:\programas\panalytical\superq\userdata

	Element	Conc. (%)
1	V	0.2
2	Cr	1.
3	Mn	0.6
4	Fe	98.
5	Mo	0.3

Anexo B – Relatório de Caracterização da Composição Química das amostras – ISQ



PEP Nº 10.00011.43.10
LABMAT Nº P553/10



L0070
Ensaio

LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ANÁLISE QUÍMICA / CHEMICAL ANALYSIS

Cliente: LABMAT OEIRAS
Client

Endereço: ISQ – Oeiras
Address

Data de recepção das amostras: 02/02/10
Sample(s) reception date

Local de realização dos ensaios: LABMAT NORTE
Tested at

Data de realização dos ensaios: 04/02/10
Testing date

Local de emissão do relatório: LABMAT NORTE
Issued at

Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:
Joana Sampaio

Aprovado por / Approved by:

Joana Sampaio

Gervásio Pimenta
Responsável Técnico/Technical Responsible

Data/Date 04/02/10

Data/Date 05/02/10

Tipo de Ensaio:
Test Type

Fluorescência de Raios-X <i>X-Ray Fluorescence</i>		Procedimento <i>Procedure</i>	PROTEC 27	Equipamento: <i>Equipment</i>	X-MET 3000TX
Espectrometria de Emissão Óptica <i>Optical Emission Spectrometry</i>	X	Procedimento <i>Procedure</i>	PROTEC 28	Equipamento: <i>Equipment</i>	WAS PMI Master Plus #
				Hilger Analytical Polyvac 2000	X
Absorção de Infravermelhos # <i>Infrared Absorption</i>	X	Procedimento <i>Procedure</i>	ISO 15350:2000	Equipamento: <i>Equipment</i>	LECO CS 230

Identificação da Amostra: Ref. L042/10 – Amostras 1 e 2
Sample Identification

Tipo de Amostra: Amostras Metálicas
Sample Type

Material/Material: 12Cr1MoV



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

RESULTADOS/ RESULTS:

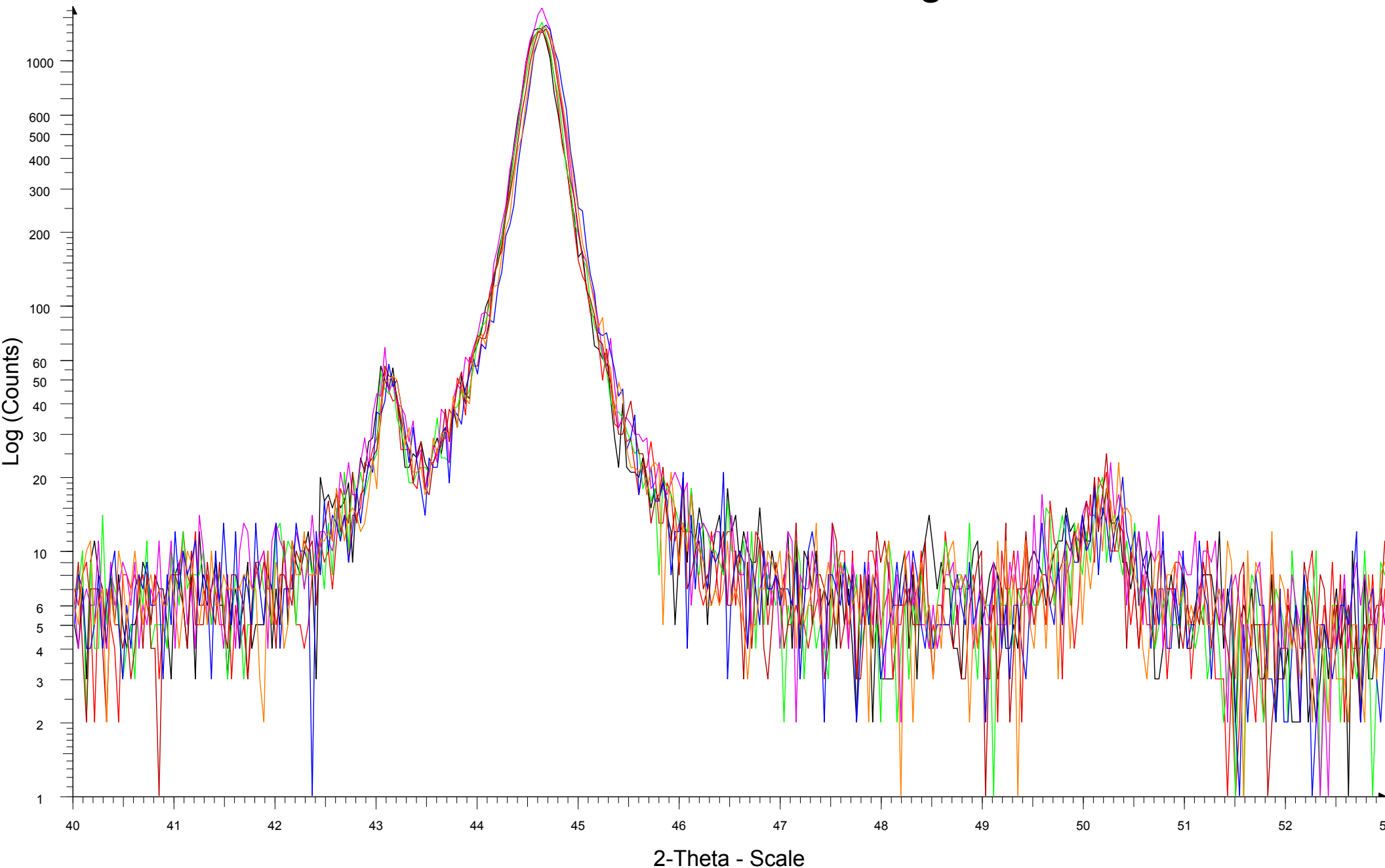
Referência / Reference	Elementos (%) / Elements (%)										
	C*	Si	Mn	P	S*	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	V
1	0,084	0,293	0,452	0,014	0,002	0,991	0,291	0,036	0,040	0,014	0,178
2	0,125	0,254	0,541	0,012	0,003	1,04	0,323	0,014	0,019	0,038	0,184

COMENTÁRIOS/ COMMENTS#:








* - Os elementos assinalados foram determinados por Absorção de Infravermelhos, ensaio não incluído no âmbito da Acreditação.

Anexo C – Resultado dos ensaios por difracção por Raios X

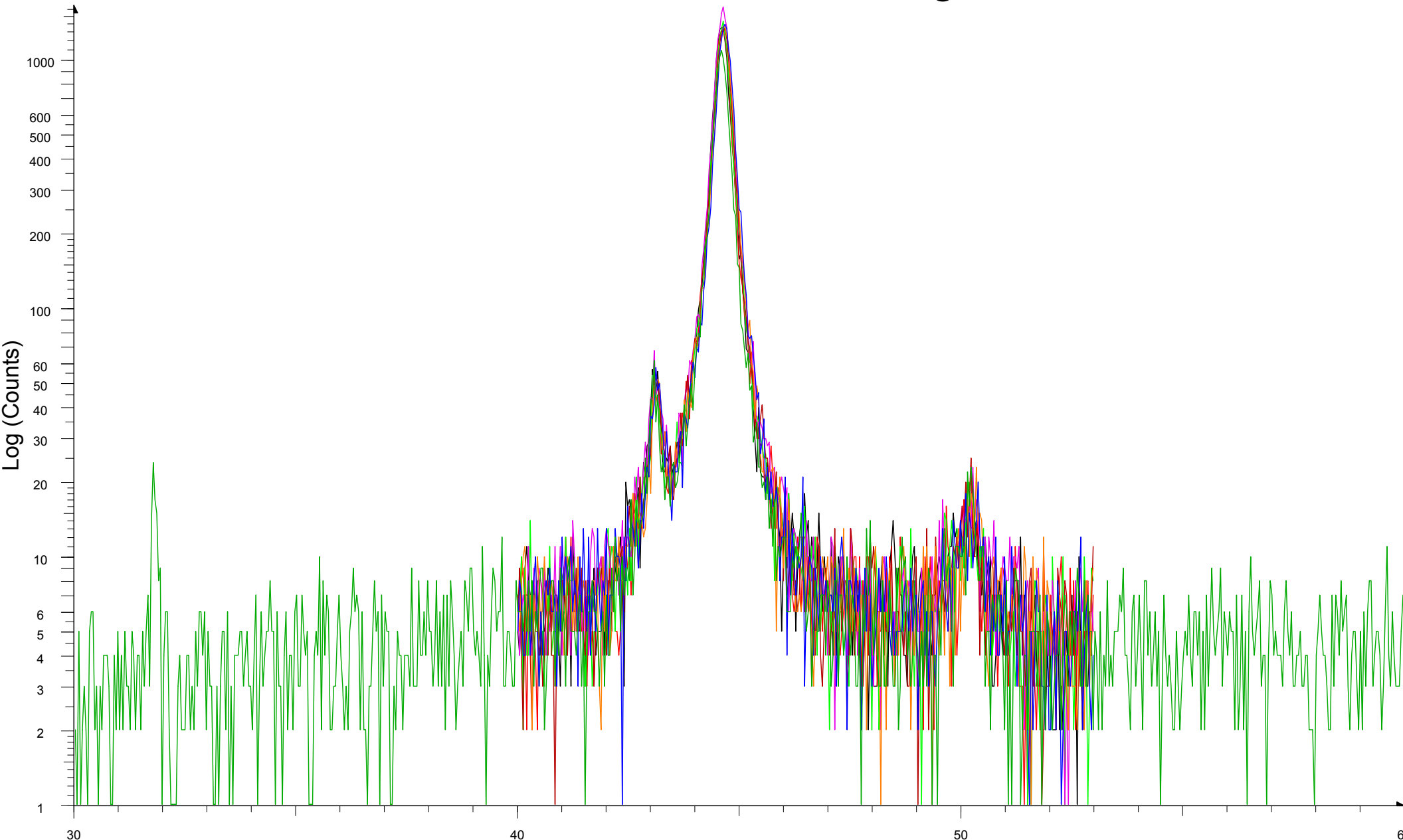
GB713 - CrMoV steel without height limiter



2-Theta - Scale

- | | |
|---|---|
|  Temp.: 20 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter - File: GB713_2Theta_30-60_T_20C_Without
Operations: Import |  Temp.: -40 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-40°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_-4
Operations: Import |
|  Temp.: 1 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=1°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_1C_Wi
Operations: Import |  Temp.: -80 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-80°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_-8
Operations: Import |
|  Temp.: -10 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-10°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_-1
Operations: Import |  Temp.: -120 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-1280°C - File: GB713_2Theta_30-60_T
Operations: Import |
|  Temp.: -20 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-20°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_-2
Operations: Import | |

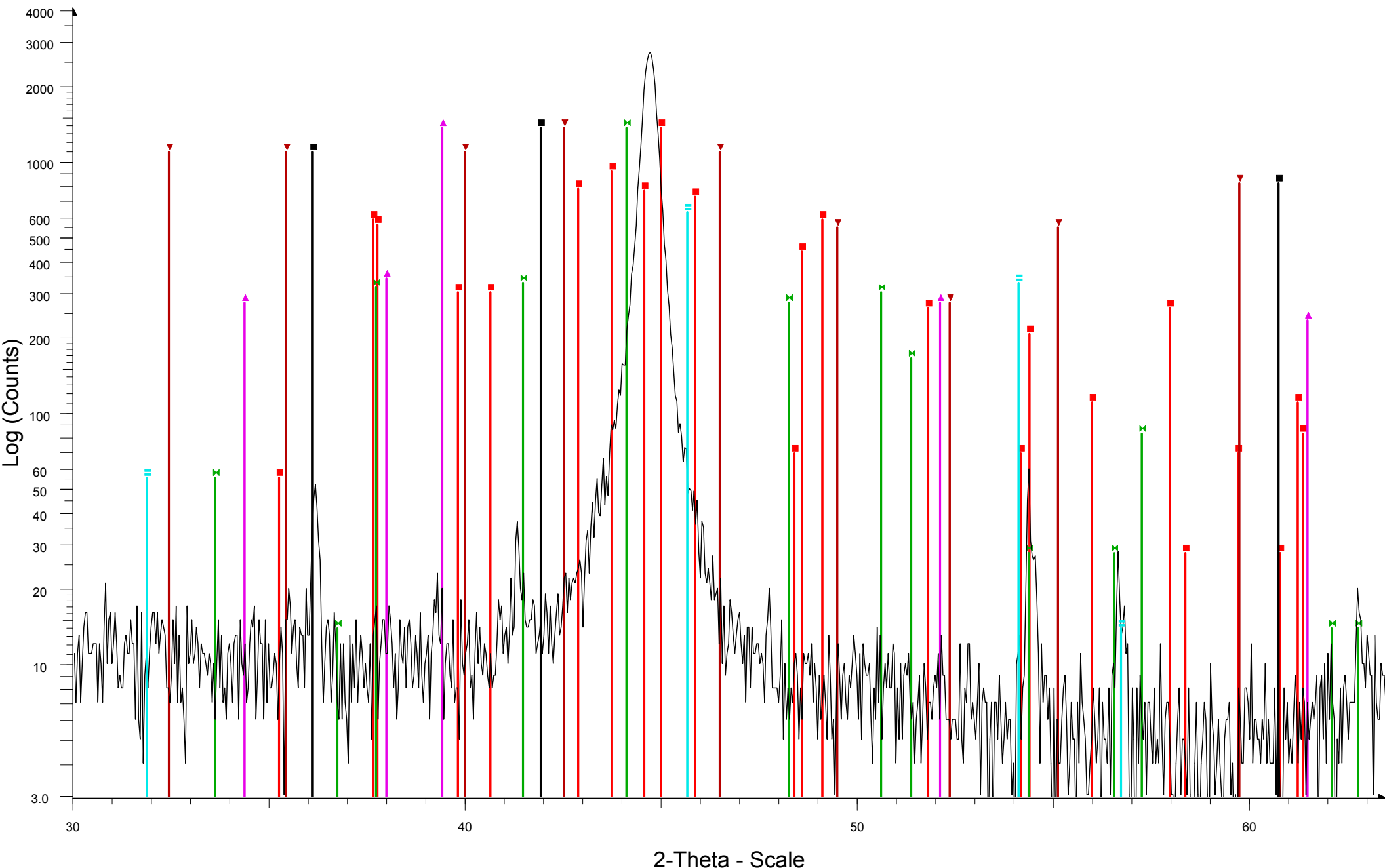
GB713 - CrMoV steel without height limiter



2-Theta - Scale

- Temp.: 20 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter - File: GB713_2Theta_30-60_T_20C_Without - Operations: Import
- Temp.: 1 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=1°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_1C_Wi - Operations: Import
- Temp.: -10 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-10°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_-1 - Operations: Import
- Temp.: -20 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-20°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_-2 - Operations: Import
- Temp.: -40 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-40°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_-4 - Operations: Import
- Temp.: -80 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-80°C - File: GB713_2Theta_30-60_T_-8 - Operations: Import
- Temp.: -120 °C - GB713 - CrMoV steel without height limiter, T=-1280°C - File: GB713_2Theta_30-60_T - Operations: Import
- Temp.: 20 °C - GB713 - CrMoV steel - File: GB713_2Theta_30-60_T_20C_WithHeightLimiter.raw - Typ - Operations: Import

GB713A

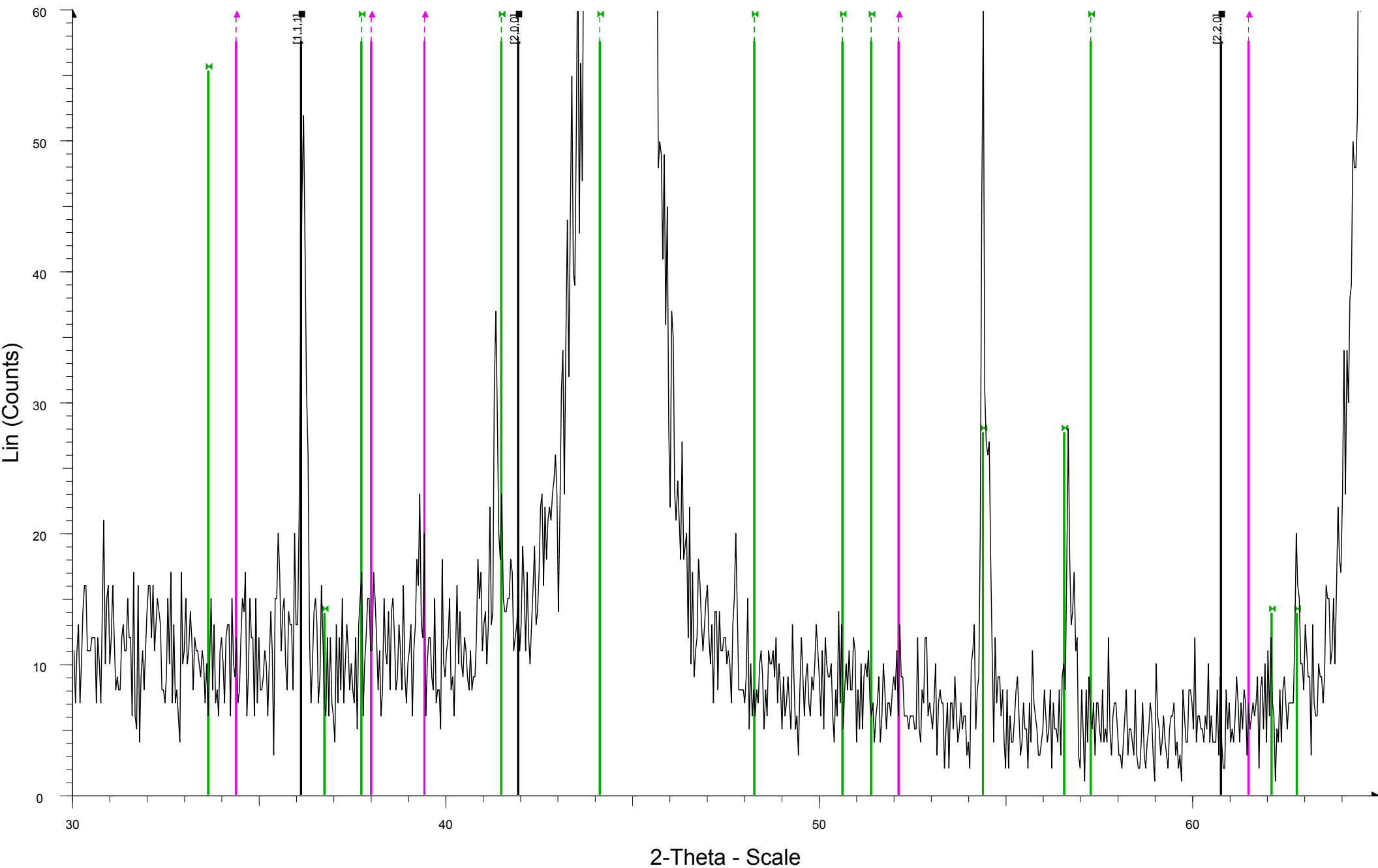


2-Theta - Scale

GB713A - File: GB713A.raw - Type: Locked Coupled - Start: 30.000 ° - End: 64.960 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 0 s - 2-Theta: 30.000 ° - Theta: 15.000 ° - Chi: 0.00 ° - Phi Operations: Import

- 00-035-0772 (*) - Cohenite, syn - Fe₃C - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Orthorhombic - a 5.09100 - b 6.74340 - c 4.52600 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Primitive - Pnma (62) - 4 - 155.381 - F
- 00-035-0787 (*) - Molybdenum Carbide - alpha-Mo₂C - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - a 3.01240 - b 3.01240 - c 4.73520 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Primitive - P63/mmc (194)
- 00-003-0980 (D) - Iron Tungsten Carbide - Fe₃W₃C-Fe₄W₂C - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 11.04000 - b 11.04000 - c 11.04000 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Face-centered - Fd
- 00-035-0783 (*) - Chromium Carbide - Cr₂₃C₆ - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 10.65990 - b 10.65990 - c 10.65990 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Face-centered - Fm-3m (225) - 4 -
- 00-040-1288 (*) - Manganese Sulfide - beta-MnS - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 5.61470 - b 5.61470 - c 5.61470 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Face-centered - F-43m (216) - 4 - 17
- 00-006-0615 (I) - Wustite, syn - FeO - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 4.30700 - b 4.30700 - c 4.30700 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Face-centered - Fm-3m (225) - 4 - 79.8959 - F8=

GB713A



GB713A - File: GB713A.raw - Type: Locked Coupled - Start: 30.000 ° - End: 64.960 ° - Step: 0.040 ° - Step time: 0.5 s - Temp.: 25 °C (Room) - Time Started: 0 s - 2-Theta: 30.000 ° - Theta: 15.000 ° - Chi: 0.00 ° - Phi
Operations: Import

00-035-0787 (*) - Molybdenum Carbide - alpha-Mo2C - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Hexagonal - a 3.01240 - b 3.01240 - c 4.73520 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 120.000 - Primitive - P63/mmc (194)

00-035-0783 (*) - Chromium Carbide - Cr23C6 - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 10.65990 - b 10.65990 - c 10.65990 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Face-centered - Fm-3m (225) - 4 -

00-006-0615 (I) - Wustite, syn - FeO - Y: 50.00 % - d x by: 1. - WL: 1.5406 - Cubic - a 4.30700 - b 4.30700 - c 4.30700 - alpha 90.000 - beta 90.000 - gamma 90.000 - Face-centered - Fm-3m (225) - 4 - 79.8959 - F8=

Anexo D – Certificados do material de Adição para soldadura



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT N° : 928/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

SC – 81B2	Lote/ Batch/ Lot : MF9610F	1,2 mm
------------------	-----------------------------------	---------------

NORMAS / SPECIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 12071: T CrMo 1 P C 2	
AWS A5.29: E81T1-B2C	

ANÁLISE QUÍMICA / CHEMICAL COMPOSITION / ANALYSE CHIMIQUE (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,07	0,36	0,75	0,017	0,006	1,08	----	0,49	----	----

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS / MECHANICAL PROPERTIES / CARACTERISTIQUES MECANIQUES :

EN 10 204-3.1

T. CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm ⁻²)	T. ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm ⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C) (J)	
593	665	21,6	----	----

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

--

TERMO DE RESPONSABILIDADE/RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

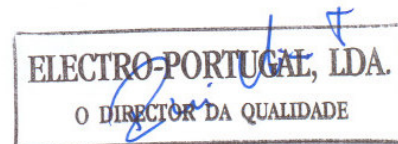
Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées



25 / 09 / 09



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT Nº : 1262/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

SC – 81B2	Lote/ Batch/ Lot : MF9610J	1,2 mm
------------------	-----------------------------------	---------------

NORMAS / SPECIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 12071: T CrMo 1 P C 2	
AWS A5.29: E81T1-B2C	

ANÁLISE QUÍMICA / CHEMICAL COMPOSITION / ANALYSE CHIMIQUE (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,08	0,34	0,72	0,018	0,005	1,01	----	0,44	----	----

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS / MECHANICAL PROPERTIES / CARACTERISTIQUES MECANIQUES :

EN 10 204-3.1

T. CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm ⁻²)	T. ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm ⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C) (J)	
569	646	24,2	----	----

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

--

TERMO DE RESPONSABILIDADE/RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

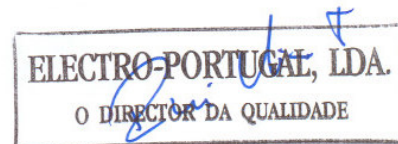
Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées



13 / 11 / 09



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT N° : 439/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

EUOTROD MF 29 | Lote/ Batch/ Lot : **L-132578506** | **2,5 x 350 mm**

NORMAS / SPECIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 1599: E CrMo 1 B 42 H 5

AWS A5.5: E 8018-B2

ANÁLISE QUÍMICA do METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL CHEMICAL COMPOSITION/ ANALYSE CHIMIQUE DU MÉTAL DÉPOSÉ (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,07	0,57	0,64	0,017	0,013	1,21	----	0,49	----	----

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL MECHANICAL PROPERTIES/ CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU METAL DEPOSE:

EN 10 204-2.2

T. CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm ⁻²)	T. ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm ⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C)	(J)
>480	>550	>20	----	----

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

--

TERMO DE RESPONSABILIDADE/RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

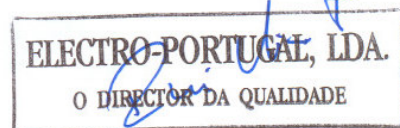
Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées



20 / 04 / 09



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT N° : **033/09**

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

EUROTROD MF 29	Lote/ Batch/ Lot : 133555206	3,2 x 350 mm
-----------------------	-------------------------------------	---------------------

NORMAS / SPECIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5	
AWS A5.5: E 8018-B2	

ANÁLISE QUÍMICA do METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL CHEMICAL COMPOSITION/ ANALYSE CHIMIQUE DU MÉTAL DÉPOSÉ (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,07	0,64	0,72	0,015	0,011	1,23	----	0,49	----	----

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL MECHANICAL PROPERTIES/ CARACTERISTIQUES MECANIKUES DU METAL DEPOSE:

EN 10 204-2.2

T. CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm ⁻²)	T. ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm ⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C) (J)	
>480	>550	>20	----	----

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

--

TERMO DE RESPONSABILIDADE/RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaios efectuados nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

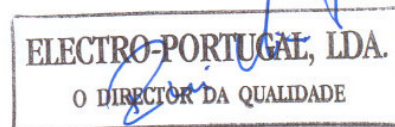
Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independents of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées



09 / 01 / 09

Anexo E – Exemplo de Relatórios de ensaios não destrutivos utilizados na construção



RELATÓRIO DE ENSAIO POR LÍQUIDOS PENETRANTES

LIQUID PENETRANT TEST REPORT

Relatório Nº Report Nr. 04-PT-U2

Pág.: 1/1

Obra Nº Job Nr. 09007

Cliente: ALSTOM PORTUGAL
Customer

Projecto: SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION
Project

Refª da Peça: SCR DENOX REACTOR
Item Identification TOP CASING

Desenho: 1001-001 Rev. F
Drawing

Posição: TOP CASING
Identification

Controlo de: <u>Material Base</u> <input type="checkbox"/>	<u>Soldadura</u> <input checked="" type="checkbox"/>	<u>Material</u> <u>12 Cr 1 Mo V</u>		
Control of: <u>Base Material</u>	<u>Welding</u>	<u>Material</u>		
Fase de Inspeção: <u>Controlo de Construção</u> <input checked="" type="checkbox"/>	<u>Controlo de Manutenção</u> <input type="checkbox"/>	<u>Remoção de Defeitos</u> <input type="checkbox"/>		
Inspection phase: <u>Construction of control</u>	<u>Maintenance of control</u>	<u>Defect removal</u>		
<u>Controlo após Reparação</u> <input type="checkbox"/>	<u>Antes T. Térmico</u> <input type="checkbox"/>	<u>Após T. Térmico</u> <input type="checkbox"/>	<u>Outros</u> <input type="checkbox"/>	
Control after Repairation	Before Heat treatment	After Heat treatment	Others	
Norma / Procedimento de Ensaio: <u>Execução</u> <u>EN 571-1</u>	<u>Aceitação</u> <u>EN 1289-2</u>			
Standard / Test of Procedure	Execution	Acceptance		
<u>Acabamento Superficial Bruto de Soldadura (Superfície Escovada)</u> <u>Extensão do Ensaio</u> (*)	<u>Surface Roughness</u>	<u>Test of Extension</u>		
<u>Agentes de Limpeza</u> <u>Eliminador</u> <u>Marca</u> <u>ARDROX</u> <u>Ref.</u> <u>9PR5</u> <u>Lote</u> <u>263071</u>	<u>Agent Cleaning</u>	<u>Batch no.</u>		
<u>Penetrante</u> <u>Tipo</u> <u>Vermelho</u> <u>Marca</u> <u>ARDROX</u> <u>Ref.</u> <u>996P</u> <u>Lote</u> <u>283061</u>	<u>Penetrant</u>	<u>Batch no.</u>		
<u>Removedor</u> <u>Método</u> <u>Eliminador</u> <u>Marca</u> <u>ARDROX</u> <u>Ref.</u> <u>9PR5</u> <u>Lote</u> <u>263071</u>	<u>Remover</u>	<u>Batch no.</u>		
<u>Revelador</u> <u>Forma</u> <u>Suspensão</u> <u>Marca</u> <u>ARDROX</u> <u>Ref.</u> <u>9D1B</u> <u>Lote</u> <u>304061</u>	<u>Developer</u>	<u>Batch no.</u>		
<u>Temperatura da superfície</u> <u>~20° C</u> <u>Tempo de penetração</u> <u>15 min.</u> <u>Tempo de emulsificação</u> _____	<u>Surface Temperature</u>	<u>Penetration time</u>	<u>Emulsification time</u>	
<u>Tempo de revelação</u> <u>10 min.</u> <u>Luz Branca</u> <input checked="" type="checkbox"/> <u>Luz UV-A</u> <input type="checkbox"/> <u>Equipamento N.º:</u> _____	<u>Development time</u>	<u>Daylight</u>	<u>UV-A radiation</u>	<u>Equipment no.</u>
<u>Descrição / Description</u>				
(*) Ver Desenhos em anexo				
<u>Resultado do Ensaio:</u> <u>Evaluation</u>				
<u>Aceite</u> <input checked="" type="checkbox"/> <u>Não Aceite</u> <input type="checkbox"/>				
<u>Accepted</u> <u>Non accepted</u>				

CONTROLO DA QUALIDADE (SIMI)	INSPEÇÃO FISCALIZAÇÃO	CLIENTE EMPREITEIRO	DONO DA OBRA OUTRO
Local: <u>EDP-SINES</u>	Nome: _____	Nome: <u>MUNO RAMALHETE</u>	Nome: _____
Nome: <u>ABÍLIO NUNES</u>	Ass: _____	Ass: <u>[Signature]</u>	Ass: _____
Ass: <u>[Signature]</u>	Data: <u>1/1/</u>	Data: <u>2009/12/22</u>	Data: <u>1/1/</u>
Data: <u>16/12/2008</u>			



RELATÓRIO DE ENSAIO DE MEDIÇÃO DE DUREZAS

HARDNESS MEASUREMENT TEST REPORT

Relatório Nº HT-18-U2
Report Nr.

Pág.: 1/1

Obra Nº 09007
Job Nr.

Cliente:
Customer ALTOM PORTUGAL

Projecto:
Project SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION

Norma / Procedimento de Inspeção

Standard / Test Procedure
IO-28-09007 Rev.A

Norma / Procedimento de Aceitação

Standard / Test Acceptance
IO-28-09007 Rev.A

DADOS TÉCNICOS
TECHNICAL DATA

Desenho: 2200000-STASS-1301-005-Rev. F – SCR
Drawing DUCTWORK DUCT 4-2

Soldadura nº: SEE ATTACHED DRAWING
Welding Number

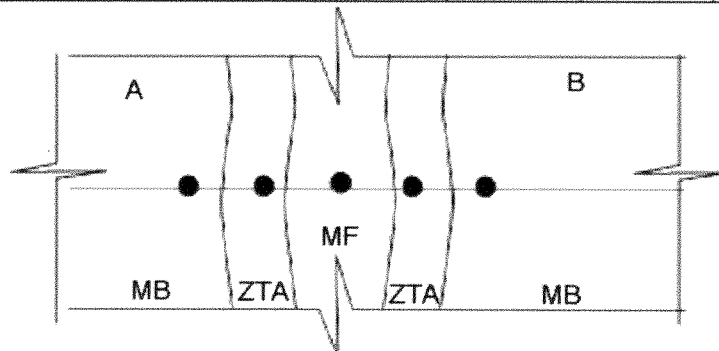
Fase: Antes de T.T.
Phase Before PWHT

Após T.T.
After PWHT

Não Aplicável
Not Applicable

RESULTADOS
RESULTS

Zona / Área	1	2	3	4	5	Média / Average
MB A - Metal base A / Base metal A	160	154	142	159	139	151 HB
ZTA A - ZTA metal A / HAZ metal A	157	164	163	165	184	167 HB
MF – Material Fundido / Weld Metal	216	179	201	200	228	205 HB
ZTA B - ZTA metal B / HAZ metal B	–	–	–	–	–	–
MB B - Metal base B / Base metal B	–	–	–	–	–	–



DECISÃO
DECISION

Decisão: Aceitável
Decision Accepted

Não Aceitável
Not Accepted

Aceitável com indicações
Accepted with comments

Observações / Remarks:

- **Equipment:** Hardness Tester EQUOTIP D (Hardness Test Values must be ≤ 300 HB)

CONTROLO DA QUALIDADE (SIMI)	INSPEÇÃO FISCALIZAÇÃO	CLIENTE EMPREITEIRO	DONO DA OBRA OUTRO
Local: <u>EDP-SINES</u>	Nome: _____	Nome: _____	Nome: _____
Nome: <u>ABILIO NUNES</u>	Ass: _____	Ass: _____	Ass: _____
Ass: <u>[Signature]</u>	Data: ____/____/____	Data: ____/____/____	Data: ____/____/____
Data: <u>26/11/2009</u>			



RINA VE

ENSAIO DE ULTRASSONS - SOLDADURAS
ULTRASONIC INSPECTION - WELDS

Mod. QS-1-003.5

IPAC
acreditação

L0049
Ensaio

CLIENTE CUSTOMER SIMI-Soc.Internacional de Montagens Industriais, S.A. Rua Julieta Ferrão, N°10 - 12° andar 1600-131 Lisboa		RELATORIO NR. REPORT NR 09.S.01919	
FABRICANTE MANUFACTURER SIMI		PAG. DE PAGE OF 1 5	
OBRA JOB Obra 09007-Montagem de SCR(Gr 1;2;3 e 4)/EDP Sines		OBRA NR PROJ NR 3871352	
DOC. DE REFERENCIA REFERENCE STANDARD NP EN 1714:2000		DOC. DE ACEITAÇÃO ACCEPTANCE STANDARD ISO 5817 Classe C / EN 1712-3	
MATERIAL Aço Carbono	SUPERFICIE SURFACE ESCOVADA	PROC. DE SOLD WELDING PROC 136	CHANFRO GROOVE V
ESPESSURA THICKNESS 17 mm	APARELHO EQUIPMENT Krautk. USK7	MEIO DE CONT. COUPLANT COLA CELULÓSICA	SENSIBIL SENSIV <input checked="" type="checkbox"/> DAC <input type="checkbox"/> AVG <input type="checkbox"/> D Meter
COMPENS. DE SUPERFICIE TRANSFER CORRECTION 4 dB	BLOCO E FURO DE REF. REF. BLOCK AND HOLE t = 20 mm ; D = 3.0 mm		
NIVEL DE REGISTO REPORTING LEVEL 50%	ESQUEMA DA JUNTA JOINT CONFIG		
SONDAS			
TIPO TYPE	FREQUÊNCIA FREQUENCY	ESC. TEMPOS RANGE	GANHO REF REF GAIN
MWB 70E4	4 MHz	0/125mm	62 dB
MWB 45E4	4 MHz	0/100 mm	42 dB
-	-	-	-
MB 4 S	4 MHz	0/100 mm	38 dB
-	-	-	-
EXTENSÃO DO ENSAIO EXTEND OF TESTING Fazer Ultra sons a componentes metálicos do Reactor da unidade 2. Concretamente nos conjuntos Roof casing, Upper Casing, Middle casing e Lower casing nos locais assinalados nos desenhos em anexo.			
RESULTADOS RESULTS: Não foram detectados defeitos reportáveis. Soldaduras aceitáveis.			
LOCAL, DATA PLACE, DATE Lisboa, 2009-12-21		OPERADOR(ES) OPERATORS M. Calixto ELABORADO POR PREPARED BY M. Calixto VALIDADO POR VALIDATION F. Águia (Resp. Téc. n.)	
		ASSIN Sign 	

DELEGAÇÃO SUL
Rua H. n.º 4
Polo Tecnológico de Carnide
1600 - 485 Lisboa

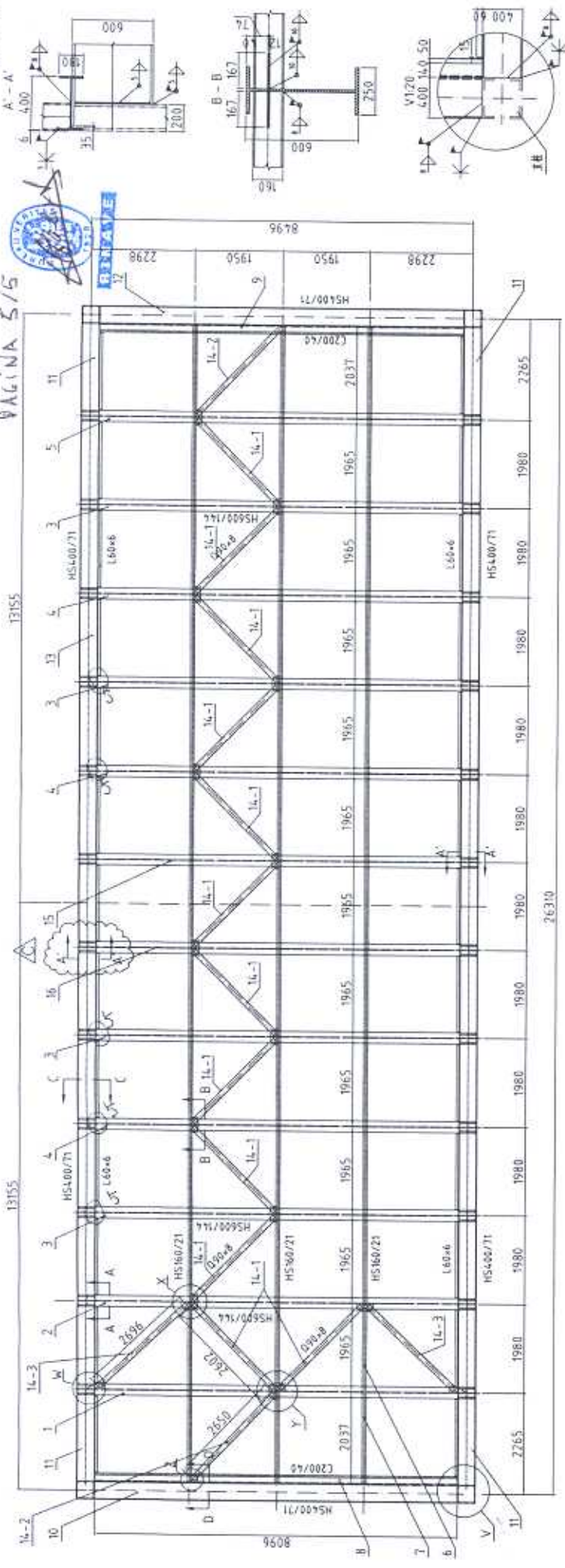
DELEGAÇÃO NORTE
Rua 28 Janeiro, n.º 350
Candaa
4400-335 VILA NOVA DE GAIA

DELEGAÇÃO SINES
Edifício PGS
6º Andar Salas 627/628 - ap. 332
Monte Feio
7520-904 SINES

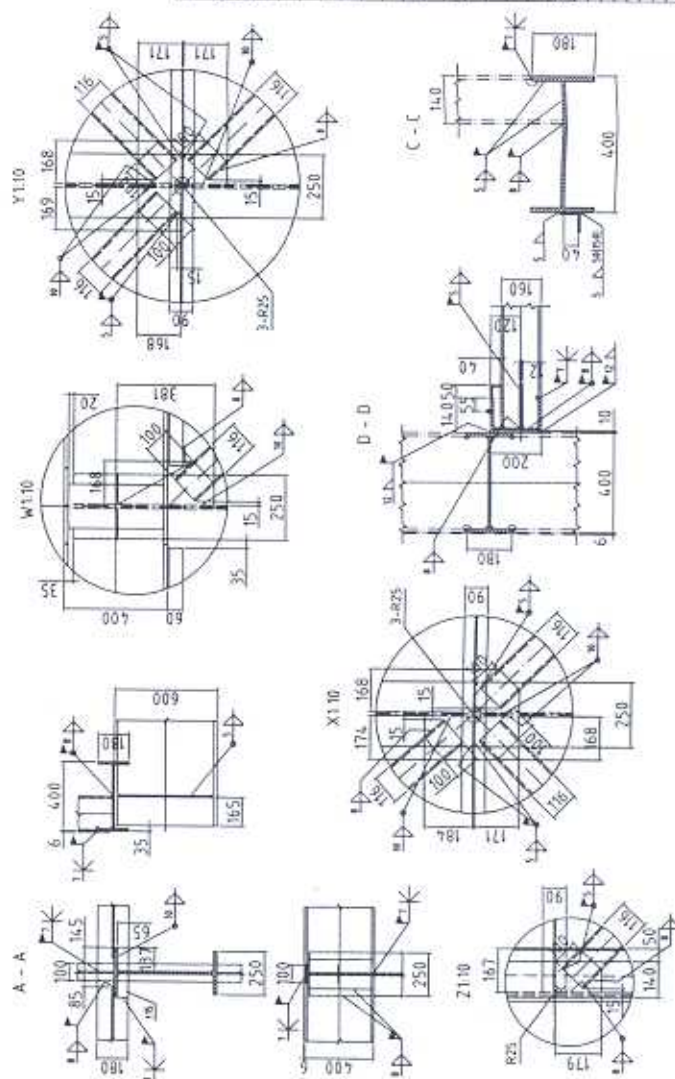
Nota: Não é permitida a reprodução parcial deste relatório.
Este relatório diz respeito apenas aos itens ensaiados.



Zanussi



注: 1. 本图每个框组有1套(4个框组共4套);
2. 本图适用于2和4号机, 1和3号机按本图
对称制作。



notes:
1 Each equipment has 1 set.
2 The drawing is applied to the 2 and 4 units, while the 1 and 3 units are made symmetrically according to the drawing.

Item	Material	Quantity	Unit	Weight
15	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
16	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
17	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
18	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
19	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
20	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
21	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
22	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
23	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
24	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
25	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
26	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
27	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
28	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
29	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
30	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
31	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
32	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
33	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
34	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
35	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
36	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
37	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
38	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
39	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
40	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
41	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
42	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
43	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
44	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
45	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
46	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
47	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
48	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
49	12Cr1MoV beam	1	beam	1200
50	12Cr1MoV beam	1	beam	1200

edp CONSORTIUM

ALSTOM POWER Italia

ALSTOM POWER Portugal

POWER PLANT - Selective Catalytic Reduction - SCR

SCR DENOX REACTOR INTERNAL STEEL FRAME

CONSORTIUM DOCUMENT CODE

130000-5145-500-00

Anexo F– Procedimento de Soldadura referência 2009/0144



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE

Certificado de Qualificação

PROCEDIMENTO DE SOLDADURA WELDING PROCEDURE QUALIFICATION CERTIFICATE

CERTIFICADO. N.º **2009/0144**
CERTIFICATE No.

CÓDIGO **EN ISO 15614-1:2004**
CODE

PÁGINA **1/3**
PAGE

A - EMPRESA (COMPANY) **SIMI - SOCIEDADE INDUSTRIAL DE MONTAGENS INDUSTRIAIS, SA.** (EPSP:42/91051 REV2)

B - SOLDADOR / OP. DE SOLDADURA **FERNANDO CONCEIÇÃO CARVALHO**
WELDER/WELDING OPERATOR

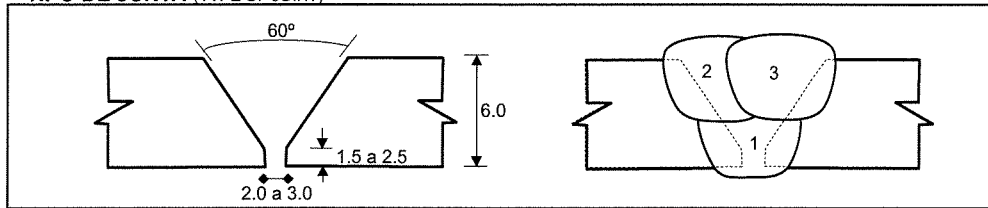
C - METAL DE BASE (BASE METAL)
Designação: **GB713-97:12Cr1MoV** (---) Esp. Thick. **6.0** mm Ø --- mm
Specification
Proveniência **SHANXI TAIGANG STAINLESS STEEL CO.,LTD** Nº. de Vaz. **B2900949**
Origin
Heat Nº.
Designação: --- (---) Esp. --- mm Ø --- mm
Specification
Proveniência --- Nº. de Vaz. ---
Origin Heat Nº.

D - METAL DE ADIÇÃO (FILLER METAL)

Tipo (Type)	Designação (Specification)	Desig. Comercial (Trade Mark)	Nº. Lote (Batch Nº.)	Ø mm
ELÉCTRODO REVESTIDO	EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5	EUROTROD MF29	L-132578506	2.5
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

E - PROCESSO DE SOLDADURA (WELDING PROCESS) **111 (ss nb)**

F - TIPO DE JUNTA (TYPE OF JOINT)



G - POSIÇÃO DE EXECUÇÃO (POSITION)

PC

H - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO (WELDING VARIABLES)

Tipo de gás: --- Gas type: --- Caudal --- l/min
Flow rate

Passe (Pass)	1	2	3	---	---	---	---
Metal de Adição (Ø mm) (Filler Metal)	2.5	2.5	2.5	---	---	---	---
Intensidade (A) (Current)	70-80	85-95	85-95	---	---	---	---
Voltagem (V) (Voltage)	20-22	20-22	20-22	---	---	---	---
Vel. de Sold. (cm/min) (Welding Speed)	12.0	22.0	22.0	---	---	---	---

Pré-aquecimento **>120** °C Temperatura Interpassos **≤250** °C Corrente/Polaridade **DCEP**
Pre-heating Interpass Temperature Type of current/Polarity

I - CONTROLE DE EXECUÇÃO DE ENSAIOS (CONTROL AND TESTS)

<input checked="" type="checkbox"/> Exame Visual (Visual Examination)		<input checked="" type="checkbox"/> Dobragens / Fractura (Guided-Bend / Fracture Test)	LABMAT nº EM638/09_B
<input checked="" type="checkbox"/> Radiografia / Ultra-Sons (Radiographic / Ultrasonic test)	Obra Nº: ENDT/335/09 Rel. Nº: RT 01	<input type="checkbox"/> Resiliências (Toughness Test)	---
<input checked="" type="checkbox"/> Líq. Penetrantes / P. Magnéticas (Dye Penetrant / Magnetic-Particle test)	Obra Nº: ENDT/335/09 Rel. Nº: LP 01	<input checked="" type="checkbox"/> Durezas/Análise Química (Hardness Test/ Chemical-Anal.)	LABMAT Nº L274/09 B
<input checked="" type="checkbox"/> Ensaio de Tração / Nick-Break (Tensile / Nick-Break Test)	LABMAT nº EM638/09_A	<input checked="" type="checkbox"/> Macro/Micrografia (Macro/Micrography)	LABMAT Nº L274/09 A

J - RESULTADO (RESULT)

O Procedimento de Soldadura foi qualificado pelo Instituto de Soldadura e Qualidade em conformidade
The Welding Procedure has been qualified by Instituto de Soldadura e Qualidade in accordance

com o código mencionado, em **2009-08-18** Anexo (Enclosures) **15** Págs. (Pages)
With the above mentioned code on the

O Inspector:
Inspector

O responsável:
Responsible

Construção Mecânica
Qualificação em Soldadura



RELATÓRIO DE ENSAIO

TESTS REPORT

CERTIFICADO N.º CERTIFICATE No.	2009/0144		
DATA DATE	2009-08-18	PÁGINA PAGE	2/3

CÓDIGO / NORMA / ESPECIFICAÇÃO CODE / STANDARD / SPECIFICATION	EN ISO 15614-1:2004
---	---------------------

1 - CICLOS TÉRMICOS (THERMAL CYCLES)

Pré-aquecimento Pre-heating	>120 °C	Pós-aquecimento Post-heating	---	°C	Durante During	---
Tratamento Térmico Heat treatment	Procedimento Method	---	Controle Control by	---	---	---
Temperatura Temperature	Subida Heating rate	---	Patamar Soak temp	---	°C/Durante During	---
					Horas Hours	Descida Cooling Rate

						°C/h

2 - ENSAIOS MECÂNICOS (MECHANICAL TESTS)

2.1 - TRACÇÕES TRANVERSAIS TENSILE TEST TYPE

		E (%) (N/mm ²)	R (N/mm ²)	A (%)	Local da Rutura Fracture Location
Valores Requeridos (Min./Máx.) Tensile requirements (Min./Máx.)		---	440	---	---
Test N.º	111-PC-6_T1	---	613	---	MATERIAL BASE (MB)
	111-PC-6_T2	---	611	---	MATERIAL BASE (MB)
	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---

2.2 - DOBRAGENS TRANSVERSAIS a 180 Graus, com punção Ø 18 mm BEND TEST TYPE At degrees with former diameter

Tipo de Dobragem Type of Bend	Defeitos Defects
111-PC-6_DF1	NADA A ASSINALAR
111-PC-6_DF2	NADA A ASSINALAR
111-PC-6_DR1	NADA A ASSINALAR
111-PC-6_DR2	NADA A ASSINALAR

2.3 - RESILIÊNCIAS À temperatura --- °C TOUGHNESS TEST TYPE Test temperature

Dimensões dos Provetes --- mm
Dimensions of the specimens

Zona do Entalhe Notch Location	Valor Mínimo Requerido (J) Impact Requirements	Valores Obtidos (J) Impact Results				Valor Médio Obtido (J) Average
Metal Base (Base Metal)	---	---	---	---	---	---
Zona Term. Afectada (HAZ)	---	---	---	---	---	---
Metal de Adição (Weld Metal)	---	---	---	---	---	---

2.4 - FILIAÇÃO DE DUREZAS

Hardness Test

LABMAT Nº L274/09 B

2.5 - MACRO / MICROGRAFIA

Macro/Micro Examination

Ver Doc.

LABMAT Nº L274/09 A

Metal Base Base Metal		Z.T.A. HAZ	Metal Fundido Weld Metal	
1	176/178	4	201/223	7
2	179/180	5	239/242	8
3	182/180	6	230/227	9
13	169/167	10	256/250	---
14	165/167	11	254/226	---
15	167/164	12	209/216	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---



O Inspector
Inspector




QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDADURA

(WELDING PROCEDURE APPROVAL RECORD - WPAR)

CERTIFICADO N.º
(CERTIFICATE No.)**2009/0144****PÁGINA**
(PAGE)**3/3****DOMÍNIO DE VALIDADE DA QUALIFICAÇÃO:**
(EXTENT OF APPROVAL)

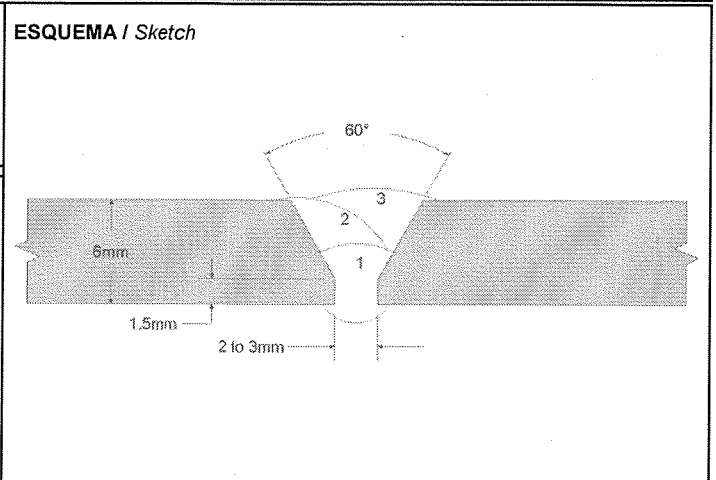
1.	Processo de Soldadura (Welding Process)	111 (ss nb; ss mb ; bs)
2.	Tipo de Junta (Joint Type)	T, P : BW e FW
3.	Metal de Base (Parent Metal)	GB713-97:12Cr1MoV
4.	Espessura do Material (mm) (Material Thickness)	De 3.0 a 12.0
5.	Diâmetro Exterior (mm) (Outside Diameter)	>500 e >150 (PA e PC)
6.	Tipo de Metal de Adição (Filler Metal Type)	EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5
7.	Gás de Protecção / Fluxo (Shielding Gás /-Flux)	NA
8.	Tipo de Corrente de Soldadura (Type of Welding Current)	DCEP
9.	Posições de Soldadura (Welding Positions)	Todas excepto PG e J-L045
10.	Pré-aquecimento (Preheat)	>120
11.	Tratamento Térmico após Soldadura (Post-weld Heat Treatment)	Não
12.	Outras Informações (Other Information)	---

Construção Mecânica
Qualificações em Soldadura**O RESPONSÁVEL**
(Responsible)

	ESPECIFICAÇÃO DE SOLDADURA (EPS)		EPS/WPS n.º	42/91051
	<i>Welding Procedure Specification (WPS)</i>		Rev.	2
	CLIENTE: <i>Customer</i>	ALSTOM PORTUGAL	NORMA / Norm:	ISO 15614-1
PROJECTO <i>Project</i>	Denitrification Unit at EDP Power Plant in Sines - Portugal			Obra / Job n.º 91051

PROCESSO / Process: 111	TIPO / Type: MANUAL	PQR: EPSp for PQR approval
-------------------------	---------------------	----------------------------

JUNTA / Joint
 Tipo de junta / Joint Designation : BW
 ::
 Cobre-junta / Backing : Sim / Yes Não / No
 Material / Material : -/-



MATERIAIS DE BASE / Base metal

Grupo N.º	Designação	Especificação
Group No	Designation	Specification
N/A	12Cr1MoV	GBT 3077-99
A / To	12Cr1MoV	GBT 3077-99

Espessuras / Thickness : 6 mm
 Diâmetro / Pipe diameter range: Not Applicable

METAL DE ADIÇÃO / Filler metal	111		
Classificação / Classification	EN 1599 – E CrMo 1 B		
Marca / Trade name	EUROTRON MF 29		
Diâmetro / Size (mm)	Ø 2,5 / Ø 3,2		
Espessura de enchimento / thickness of deposited metal:	Total		
Fluxo classificação / Flux designation:	-/-		
Marca do fluxo / Flux trade name:	-/-		
Outro / Other:	-/-		

POSIÇÃO de SOLDADURA / Position	PRÉ-AQUECIMENTO / Preheat
Posição da junta / Position (s): PC	Temperatura / Temperature: > 120°C
Progressão / Welding direction: -/-	Temperatura de Interpassos/ Interpass temperature: < 250 °C
Outros / Others : -/-	Método / heating method: Propane

TRATAMENTO TÉRMICO / Heat Treatment	GAS de PROTEÇÃO / Protection gas		
Taxa de subida / Increase (°C/h): -/-	Tipo / Type	% Compos.	Débito/Flow rate (l/min.)
Patamar / Temperature range (°C): -/-	Tocha / Shielding: -/-	-/-	-/-
Durante / Holding timet (h): -/-	Purga / Backing : -/-	-/-	-/-
Taxa de descida / Decrease (°C/h): -/-	Outro / Other : -/-	-/-	-/-

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS / Electrical characteristics

Tipo de corrente, Polaridade e Gama Amperagem/Voltagem / Type of current, polarity & Amps / Volts range: (Ver tabela abaixo / See table below)

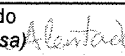

Tipo e Ø electrodo tungsténio / Tungsten electrode size & type : -/-

Outros / Others: -/-

TECNICA / Technique

Passes corridos ou balanceados / Run passes or balanced:	Balanced	Oscilação / Oscillation :	< 3xØ Electrode
Limpeza inicial e entre passes / Initial & interpass cleaning:	Grinding	Passes simples ou múltiplos/	Multiple
Método de limpeza de raiz / Method of root cleaning:	Grinding	Multiple or single pass (for side) :	

PASSE Layer No	PROCESSO Process	METAL ADIÇÃO / Filler metal		CORRENTE / Current		VOLT [V]	Velocidade de Avanço Travel speed (mm/min.)	Entrega Térmica Heat Input (kJ/mm)
		Classificação Classification	Diâmetro Size	Polaridade Polarity	AMPERE [A]			
1	111	E CrMo 1 B	Ø 2,5	DCEP (+)	70 - 80	20-22	110 - 120	< 1,4
2 - 3	111	E CrMo 1 B	Ø 3,2	DCEP (+)	85 - 95	20 - 22	180 - 200	< 1,4

SIMI		Aprovações / Approvals		
Elaboração / Created by:	Validação / Validation by:	INSPECÇÃO <input type="checkbox"/>	CLIENTE <input type="checkbox"/>	DONO DA OBRA <input type="checkbox"/>
Técnico de Soldadura	Direcção da Qualidade	FISCALIZAÇÃO <input type="checkbox"/>	EMPREITEIRO <input type="checkbox"/>	OUTRO <input type="checkbox"/>
Sérgio Alentado Assinatura (Visa) 	Nuno Assunção Assinatura (Visa) 	Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)
Data (Date) 09/07/2009	Data (Date) 09/07/2009	Data (Date) / /	Data (Date) / /	Data (Date) / /



山西太钢不锈钢股份有限公司
SHANXI TAIGANG STAINLESS STEEL CO., LTD.

产品质量证明书 QUALITY CERTIFICATE

证书编号: 0300-03-201601-1
Certificate No.
许可出号:
License No.

订单号 Contract No.	133970-10	订货单位 Customer	上海鑫磊科技发展有限公司	收货单位 Purchaser	上海鑫磊科技发展有限公司
产品名称 Product	电站用合金钢带	执行标准 Standard	GB713-97(G/13328-2007)	交货状态 Delivery State	热轧
牌号 Grade	12Cr1MoV	规格 Dimension (mm)	20-850	重量 Weight (t)	24.850
炉号 Heat No.	02900949	块数 Quan	27-020	化学成分(按份分析) chemical composition (list analysis) %	
批号 Batch No.	02900949	重量 Weight (t)	27.020	C	0.0853
		规格 Dimension (mm)	20-850	Si	0.2663
		牌号 Grade	12Cr1MoV	Mn	0.4870
		炉号 Heat No.	02900949	P	0.0060
		批号 Batch No.	02900949	S	0.0015
		化学成分(按份分析) chemical composition (list analysis) %		Cr	0.9658
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015
				N	0.0015
				Mo	0.0870
				Co	0.0015
				Ni	0.0015
				Al	0.0015
				NO	0.0015
				Y	0.0015
				Ti	0.0015
				Fe	0.2663
				W	0.0015</



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 1 of 4

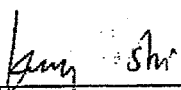
SGS-CSTC

The following sample(s) was/ were submitted and identified on behalf of the client as:

Sample Name : Steel structure(12Cr1MoV)
Sample Number : SM090403802
SGS Ref. No. : IN-SH-PRJ-09011-01-006
Heat No. : 1# B1901334, 2# B2801237, 3# B5802689, 4# 138073, 5# B2901254,
6# 129501, 7# B1901233, 8# B2900949, 9# 127810
Thickness : 1# t=25, 2# t=22, 3# t=20, 4# t=16, 5# t=15, 6# t=12, 7# t=8, 8# t=6, 9# t=4
Test Required : Chemical composition analysis, Tensile test, Bend test, Impact test
Date of Receipt : Apr.09,2009
Test Period : Apr.09,2009 to Apr.15,2009

Test result(s) : For further details, please refer to the following page(s)
***** To be continued*****

Signed for SGS-CSTC Standards
Technical Services Co., Ltd



Kelly Shi
Authorized signatory

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exempt any party to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without the prior approval of the Company.

SGS
SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch (Germany) Materials Laboratory

SHML 124533
* Building, No.69 Block 1188 117* Building, Block 1335, Kaoyuan East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233 / 68183239 f (86-21) 68183122 / 68183906 www.cn.sgs.com
中国·上海·浦东康桥东路1365弄17号楼1159弄69号8号楼 邮编 201319 t (86-21) 68183233 / 68183239 f (86-21) 68183122 / 68183906 e sgs.china@sgs.com

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 2 of 4

1. Chemical composition analysis:

Test method: OES

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
Result ,%-1#	0.10	0.27	0.43	0.015	0.005	0.92	0.26	0.16
Requirement,%	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	≤0.030	≤0.030	0.90~ 1.20	0.25~ 0.35	0.15~ 0.30
Conclusion	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. Tensile test:

Test method: GB/T 228-2002

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{eL}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥430	≥235	≥19	/
1#	470	275	33.0	Pass
2#	470	255	33.0	Pass
3#	465	265	37.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(16mm<thickness≤100mm).

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{eL}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥440	≥245	≥19	/
4#	450	285	30.0	Pass
5#	550	450	25.5	Pass
6#	485	335	28.0	Pass
7#	510	375	29.5	Pass
8#	525	390	34.5	Pass
9#	570	425	28.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(6mm≤thickness≤16mm).

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without prior approval of the Company.



SGS-CTI Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch

8th Building, No.68, Box 110111th Building, Block 1355, Kangqiao East Road, Pudong Dist., Shanghai (China 201319) t:(86-21) 68183233/68183239 f:(86-21) 68183122/68183908 www.cn.sgs.com
中国·上海·浦东康桥东路1365弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t:(86-21) 68183233/68183239 f:(86-21) 68183122/68183908 e sgs.china@sgs.com

SHML 124534

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 3 of 4

3. Bend test:
Ref. standard: GB/T 232-1999, GB 713-1997

Test item	Sample	Thickness (t) (mm)	Bend diameter (d) (mm)	Bend angle	Result	Conclusion
Bend test	1#	25	3t	180°	No crack	Pass
	2#	22	3t	180°	No crack	Pass
	3#	20	3t	180°	No crack	Pass
	4#	16	3t	180°	No crack	Pass
	5#	15	3t	180°	No crack	Pass
	6#	12	3t	180°	No crack	Pass
	7#	8	3t	180°	No crack	Pass
	8#	6	3t	180°	No crack	Pass
	9#	4	3t	180°	No crack	Pass

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/termsandconditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings of the Company at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not liberate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without the prior approval of the Company.



SHML 124535

SGS-CTI Standards Technical Services Co., Ltd. | 6th Building, No.89 Block 1159 11th Building, Block 1385, Kangqiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 | t:(86-21) 68183233/68183239 | f:(86-21) 68183122/68183906 | www.cn.sgs.com
 Shanghai Branch | Materials Laboratory | 中国·上海·浦东康桥东路1385弄17号楼/1159弄69号8号楼 | 邮编 201319 | t:(86-21) 68183233/68183239 | f:(86-21) 68183122/68183906 | e:sgs.china@sgs.com

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 4 of 4

4. Impact test:
Test method: GB/T 229-2007
Specimens: Charpy V-notch
Test temperature: 20°C

Test item	Dimension of specimen	Sample	Absorbed energy, (J)			Req (J)	Conclusion
			>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		
Charpy impact	55mmx10mmx10mm	1#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	Full size: Average ≥31 Single ≥21.7	Pass
	55mmx10mmx10mm	2#	>300* (unbroken)	≈260	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	3#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	4#	>300* (unbroken)	≈282	234		Pass
	55mmx10mmx10mm	5#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	6#	≈248	≈295	≈282		Pass
	55mmx10mmx5mm	7#	105	118	123		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	8#	30	30	30		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	9#	26	26	28		Pass

Note: 1. The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. * indicates the results exceeded the machine capacity (300J).

***** End of report *****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without the prior approval of the Company.

SGS-CTI Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch (General Materials Laboratory)

1st Building, No. 69, Block 1168 11th Building, Block 1386, Kangfiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
中国·上海·浦东康桥东路1386弄17号楼/1169弄69号8号楼 邮编 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124537

Member of the SGS Group (SGS SA)



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT N° : 439/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

EUROTROD MF 29 | Lote/ Batch/ Lot : L-132578506 | 2,5 x 350 mm

NORMAS / SPÉCIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 1599: E CrMo 1 B

AWS A5.5: E 8018-B2

ANÁLISE QUÍMICA do METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL CHEMICAL COMPOSITION/ ANALYSE CHIMIQUE DU MÉTAL DÉPOSÉ (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,07	0,57	0,64	0,017	0,013	1,21	---	0,49	---	---

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL MECHANICAL PROPERTIES/ CARACTERISTIQUES MECANIKES DU METAL DEPOSE:

EN 10 204-2.2

T. CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm ⁻²)	T. ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm ⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C)	(J)
>480	>550	>20	---	---

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

TERMO DE RESPONSABILIDADE/RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées

ELECTRO-PORTUGAL, LDA.
O DIRECTOR DA QUALIDADE

20 / 04 / 09



FICHA TÉCNICA

FT-DT.26.06

EUROTROD MF 29

PÁG. 1/1

EMPRESA CERTIFICADA:

APCER
CERTIFICADO
N. 2000/CEP.1272
SISTEMA PORTUGUÊS
DA QUALIDADE
NF EN ISO 9001

**CLASSIFICAÇÃO:**

AWS/ASME SFA 5.5: E 8018-B2
EN 1599 – E CrMo 1 B 42 H5

DESCRIÇÃO:

Eléctrodo com revestimento básico, para soldadura de aços de baixa liga resistentes ao calor e à fluência até 530°C. Boa soldabilidade em todas as posições, escória facilmente destacável, metal depositado sem fissuras.

MATERIAIS/CAMPO DE APLICAÇÃO:

13 Cr Mo 4 4, 16 Cr Mo 4 4, 22 Cr Mo 4 4	15 Cr 3, 16 Mn Cr 5, 20 Mn Cr 5	
15 Cr Mo 5, 24 Cr Mo 5		
GS-25 Cr Mo 5 5, GS-22 Cr Mo 5 4		

CARACTERÍSTICAS DO METAL DEPOSITADO:**Composição Química (%):**

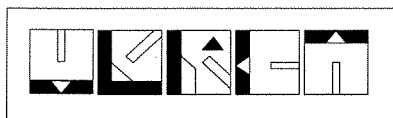
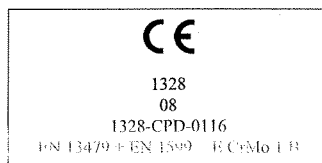
C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S
0,07	0,55	0,65	1,20	0,50	< 0,02	< 0,02

Propriedades Mecânicas (após tratamento térmico):

Limite Elástico (N/mm ²)	Tensão Rotura (N/mm ²)	Alongamento 5d (%)
>480	>550	>20

INFORMAÇÕES DIVERSAS:

PARÂMETROS DE SOLDADURA				EMBALAGEM VÁCUO	
Diâmetro Eléctrodo (mm)	Comprimento Eléctrodo (mm)	Intensidade Corrente (A)	Tipo Corrente (Polo +)	Eléctrodo /Caixa (Un)	Peso /Caixa (kg)
2,5	350	65 – 90	DC	85	1,9
3,2	350	90 – 130	DC	55	1,9
4,0	350	140 – 180	DC	40	2,0
5,0	450	190 – 230	DC	30	3,2

POSIÇÕES DE SOLDADURA:**OBSERVAÇÕES:**

Atenção às especificações de pré-aquecimento e tratamento térmico pós-soldadura, indicadas para o metal base.



RELATÓRIO DE CONTROLE RADIOGRÁFICO
RADIOGRAPHIC INSPECTION REPORT

Obra Nº: Job N.	ENDT/335/09	Relat. Nº: Report N.	RT 01	Cliente: Client	SIMI - Sociedade Internacional de Montagens Industriais 1600 - 131 Lisboa	Página: Page	1/1
--------------------	-------------	-------------------------	-------	--------------------	---	-----------------	-----

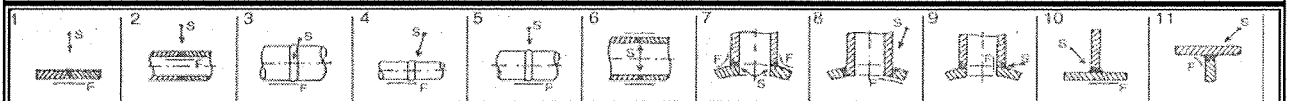
Designação da peça / Test specimen Provete para qualificação de procedimento e soldador

Material 12CR1MOV Trat. Térmico Heat Treatment -- Espessuras Thicknesses 6 mm Processo de fabrico Fabrication Process 111

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITIONS:

Equipamento Equipment Raios X RIX-05 Tipo de filme / Classe Film type / Class KODAK T200 / C4 Procedimento / Critério Procedure / Accep. Critéria NP EN 1435:2000/EN 12517
Pos. Fonte Source position 1 Dimensão / Actividade Size / Activity 3.2mm Posição do IQI IQI position Fonte
Cat. Ensaio Testing class A Sensibilidade / nº fio Sensitivity / wire n. FE 10 EN W14

Qt.	Ref. Peça / Soldadura Specimen / weld ref.	Local Place	Soldador Welder	DF	D	Fio IQI IQI wire	Interpretação Interpretation	Decisão Decision	Reparar Repair
1	111-PC-6	0-1	FC	700	2,64	W14	--	--	
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									



Observações:
Observations:

Executado por: Ricardo Cruz

Interpretado por: Ricardo Cruz

Executed by

Interpretance by

Nível/ Level:

II

Local/ Place: ISQ - Taguspark

Nível/ Level:

II

Data/ Date: 28/ 07 / 2009

Decisão / Decision:

(Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern to the tested items)

Bom Good	—	Aceitável Acceptable	/	Reparar Repair	+	Bom após reparação Good after repair	=	Aceitável após reparação Acceptable after repair	X
-------------	---	-------------------------	---	-------------------	---	---	---	---	---

Notação da Interpretação ISQ/IIW - (API 1104) - [EN ISO 5817]

A - Inclusões gasosas Gas inclusions	(P) - [2011/2014/2017]	C - Falta de fusão Lack of fusion	(IF) - [401]	Fd - Excesso de penetração Excess penetration	(EP) - [504]
Aa - Poros esféricos Spherical pores	(P) - [2012]	Ca - Falta de fusão entre cordões Lack of inter-run fusion	(IFD) - [4012]	Fe - Abatimento da raiz Root concavity	(IC) - [515/5013]
Ab - Poros vermiformes Wormholes	(HB) - [2016]	Cb - Falta de fusão na raiz Lack of root fusion	(IPD) - [4013]	Ff - Oxidação da raiz Root porosity	[516]
Ac - Ninho de poros Clustered porosity	(CP) - [2013]	D - Falta de penetração Lack of penetration	(IP) - [402]	G - Inclusões de fluxo Flux inclusions	[302]
Ad - Cavidade alongada Elongated cavity	(HB) - [2015]	E - Fendas ou fissuras Crack	(C) - [100]	H - Inclusões de metais Metallic inclusions	[304]
Ae - Poro de cratera na raiz Root crater pore	(BT)	Ea - Fissuras longitudinais Longitudinal cracks	(C) - [101]	J - Inclusões de óxidos Oxide inclusions	[303]
B - Inclusões de escória Slag inclusions	(ISI) - [301]	Eb - Fissuras transversais Transversal cracks	(C) - [102]	K - Cratera Shrinkage cavity	(IC) - [202]
Ba - Quaisquer Any	[3013]	Ec - Fissuras de cratera Crater cracks	(CC) - [104]	Ka - Cratera na raiz (recomeço) Crater pipe	(IC) - [2024]
Bb - Alinhadas Aligned	(ESI) - [3011]	F - Bordos queimados Undercut	(EU) - [5011]	L - Expulsão de metal Metal expulsion	
Bc - Alternadas Alternated	[3013]	Fa - Sulcos superficiais Sagging/incompletely filled groove	(EC) - [511/509]	T - Inclusões de Tungsténio Tungsten inclusion	(TI) - [3041]
Bd - Defeitos de rebarbagem Grinding defects	[604]	Fb - Sulcos na raiz Root concavity/Shrinkage groove	(IU) - [515/5013]	Q - Qualquer descontinuidade para além da falta de fusão, penetração ou bordos queimados	(AD) - [600]
Be - Def. Na mudança de eléctrodo Poor restar	[517]	Fc - Excesso de metal Excess weld metal	[502]		

Encontra-se disponível uma lista das delegações acreditadas e respectivos domínios de acreditação.



RELATÓRIO DE CONTROLE POR LÍQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT INSPECTION REPORT

Obra Nº: Job N.	ENDT/335/09	Relat. Nº: Report N.	LP 01	Cliente: Client	SIMI - Sociedade Internacional de Montagens Industriais 1600 - 131 Lisboa	Página: Page	1/1
---------------------------	-------------	--------------------------------	-------	---------------------------	---	------------------------	-----

Instalação / Complex Provetes de Qualificação Procedimento de Soldadura e Soldador

Elemento(s) controlado(s)
Inspected elements Chapa com a referência 111-PC-6

Área controlada
Inspected area 100% da soldadura

FASE DE INSPECÇÃO / INSPECTION MOMENT:

Matéria prima Raw material	<input type="checkbox"/>	Controle de construção Construction inspection	<input checked="" type="checkbox"/>	Controle de manutenção In service inspection	<input type="checkbox"/>	Remoção de defeitos Defects removal	<input type="checkbox"/>
Antes T. Térmico Before HT	<input type="checkbox"/>	Após T. Térmico After HT	<input type="checkbox"/>	Após reparação After repair	<input type="checkbox"/>		

CONTROLE DE / EXAMINATION:

Soldadura Weld	<input checked="" type="checkbox"/>	Chapa Plate	<input checked="" type="checkbox"/>	Tubo Pipe	<input type="checkbox"/>	Vazados Casting	<input type="checkbox"/>	Outros Other	<input type="checkbox"/>
Material base Parent material	12CV1MOV			Espessura Thickness	6 mm	Esquema Scheme			

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITION:

Estado da superfície
Surface condition Adequada ao ensaio

Ensaio de acordo com
Test performed according NP EN 571-1 - 1: 2001

Critério de aceitação
Acceptance criteria EN 1289

EQUIPAMENTO / EQUIPMENT:

Agentes de limpeza: Cleaning agents:	Marca: Brand:	CGM	Lote/Lot:	072/8	Tipo: Type:	Líquido de limpeza	Referência: Reference:	R 2.60
Penetrante: Penetrant:		CGM		303/7		Penetrant		R 2.72
Removedor: Remover:		CGM		072/8		Velnet - Solnet		R 2.60
Revelador: Developer:		CGM		183/7		Rotrivel U / White W		R 2.82
Temperatura Temperature	± 20° C	Tempo de penetração Penetrating time		10 min	Tempo de revelação Developing time			15 min
Luz Branca / White light	<input type="checkbox"/>	Luz UV / UV light	<input type="checkbox"/>	Equipamento Nº / Equipment N.				

RESULTADOS / RESULTS:

(Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern the tested items)

Conforme critério de aceitação
In accordance with acceptance criteria

Não conforme critério de aceitação
Not in accordance with acceptance criteria

Indicações registadas na peça
Registered indications

Observações / Observations:

- Indicações Lineares Relevantes = (l > 1,6mm) ou comprimento superior a três vezes a largura (l > 3w). Indicações Arredondadas (l <= 3w).
- Relevant Linear Indications = (l > 1,6mm) or length greater than three times the width (l > 3w). Rounded Indications (l <= 3w).

Local / Place ISQ - Tagusparque Data / Date 28-Jul-2009

Executado por: Executed by Ricardo Cruz Nivel / Level II Interpretado por: Ricardo Cruz Nivel / Level II
Interpretance by IBA

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO INTEGRALMENTE / THIS REPORT CAN ONLY BE REPRODUCED INTEGRALLY

LABEND 3/002.4/08



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE TRACÇÃO/ TENSILE TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE:

ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 30-07-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 10-08-2009

TESTING DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

DIVULGAÇÃO Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

Opiniões ou opiniões expressas neste relatório não estão incluídas no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. /

Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:

Marta Freitas

Data/ Date: 10-08-2009

Aprovado por/ Approved by:

Manuel Gomes

Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor

Data/ Date:

Descrição do produto Chapa soldada; Ref.º do pedido: 432/9144

Product description

Ref.º Corpo de Prova: 111-PC-6

Processo de soldadura 111

Welding process

Material de base GB713-97: 12Cr 1MoV

Parent material

Material de adição EN1599 : E CrMo 1 B 42 H5

Weld material

Tipo de provete Prismático

Specimen type

Temperatura ambiente 22°C

Room temperature

Procedimento / Norma EN ISO 15614-1: 2004/A1: 2008

Procedure / Standard

Ensaio: NP EN 10002-1: 2006

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen					Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ inicial/ section So mm ²	Comp. Refº/ Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
111-PC-6_T1	4,7	25,0	117,5	----	22	----	613	----	----	----	----	MB
111-PC-6_T2	4,7	25,0	117,5	----	22	----	611	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture;

RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

OBS:



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DOBRAGEM-REDOBRAGEM/ BEND-REBEND TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE:

ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 30-07-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

DIVULGAÇÃO: Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 10-08-2009

TESTING DATE

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:		Aprovado por/ Approved by:	
Marta Freitas		Manuel Gomes	
Data/ Date: 10-08-2009		Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor	
		Data/ Date:	

Procedimento / Norma Procedure / Standard	Qualificação: EN ISO 15614-1: 2004/A1: Ensaio: NP EN 910: 1999	Tratamento Térmico Heat Treatment	Na
Descrição do produto Product description	Chapa soldada; Ref. ^a do pedido: 432/9144 Ref. ^a Corpo de Prova: 111-PC-6	Processo de soldadura Welding process	111
Material de base Parent material	GB713-97: 12Cr 1MoV	Material de adição Weld material	EN1599 : E CrMo 1 B 42 H5
Tipo de provete Specimen type	Prismático	Temperatura ambiente Room temperature	22°C

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento ref ^o / Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter	Largura/ Width								
	a	b	mm		mm	Graus °	Graus °	mm	%	
111-PC-6_DF1	4,5	20,0	18	4	29	180	----	----	----	NA
111-PC-6_DF2	4,5	20,0	18	4	29	180	----	----	----	NA
111-PC-6_DR1	4,5	19,9	18	4	29	180	----	----	----	NA
111-PC-6_DR2	4,5	20,0	18	4	29	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;

NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

OBS:

LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS
ENSAIO MACROGRÁFICO/ MACROGRAPHIC TEST
Cliente: SIMI / CMEC-QS
Client
Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaíde Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 07/08/2009
Sample(s) reception date
Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at
Data de realização dos ensaios: 10/08/2009
Testing date
Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at
Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution
NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:

 Hugo Álvares
 Gervásio Pimenta

Data/Date 2009-08-17

Aprovado por / Approved by:

 Gervásio Pimenta
 Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009.08.16

NORMA:
STANDARD
EN 1321: 1996
Referência da amostra / Test specimen:

Ref: do pedido: 0432/9144

Ref: corpo de prova: 111.PC-6

Processo de soldadura / Welding process:

111

Material de adição / Weld material:

EN 1599: E CrMo1 B 42 H5

Material de base / Parent material:

GB713 - 97 : 12Cr1MoV

Orientação da secção / Section orientation:

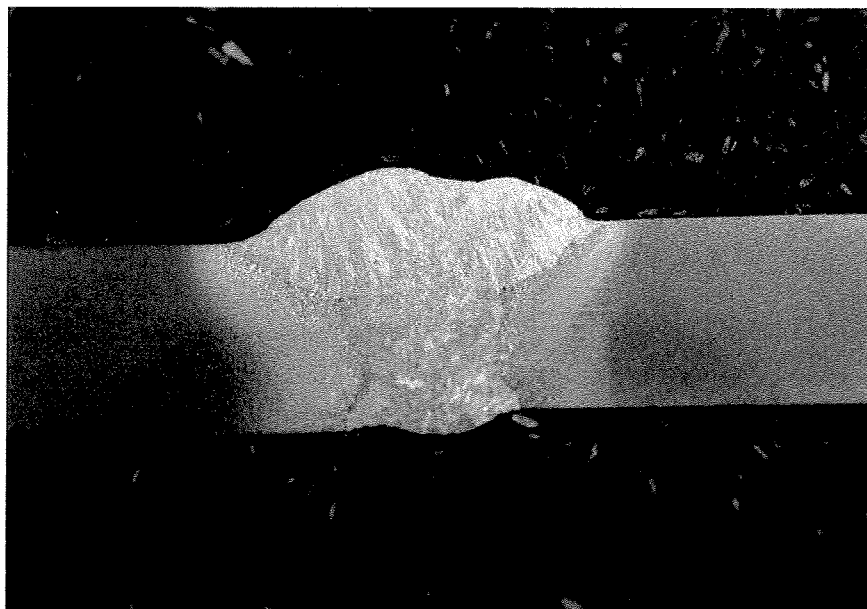
Transversal

Reagente de contrastação / Etchant:

Nital 2%

Ampliação / Magnification:

X 4,5

Observação / Observation[#]: --

Caso aplicável, norma de classificação de imperfeições / Standard: ISO 6520: 2001

Classificação / Classification *	Dimensões Relevantes / Meaningfull Dimensions [#]
--	--
--	--
--	--

*Analisadas imperfeições das classes fissuras, cavidades, inclusões sólidas e falta de fusão. / Only imperfections falling into groups: cracks, cavities, solid inclusions and lack of fusion are analysed.



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DUREZA EM JUNTAS SOLDADAS/ WELDED JOINTS HARDNESS TEST

Cliente: SIMI / CMEC -QS
Client

Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaide Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 07/08/2009
Sample(s) reception date

Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at

Data de realização dos ensaios: 10/08/2009
Testing date

Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at

Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:

Hugo Álvares *H.A.*

Gervásio Pimenta

Data/Date 2009-08-17

Aprovado por / Approved by:

Gervásio Pimenta *G.P.*

Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009.08.18

PROCEDIMENTO/ NORMA PROCEDURE/ STANDARD	1043-1:1995	Tipo de ensaio Type test	HV	Força Force (kgf)	10
--	-------------	-----------------------------	----	----------------------	----

Processo de Soldadura <i>Welding process</i>	
111	
Material base <i>Parent material</i>	
GB713 - 97 : 12Cr1MoV	
Material de adição <i>Weld material</i>	
EN 1599: E CrMo1 B 42 H5	
Tratamento após soldadura <i>Treatment after welding</i>	
--	

Identificação da amostra
Sample identification

Ref: do pedido: 0432/9144
Ref: corpo de prova: 111.PC-6



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

RESULTADOS/ RESULTS:

Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filiação <i>1st row</i>	2ª Filiação <i>2nd row</i>
MB1/PM1	1	176	178
	2	179	180
	3	182	180
ZTA1/HAZ1	4	201	223
	5	239	242
	6*	230	227
MF/WM	7	231	220
	8	241	220
	9	240	223
ZTA1/HAZ1	10*	256	250
	11	254	226
	12	209	216
MB1/PM1	13	169	167
	14	165	167
	15	167	164

As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância <0,5 mm da linha de fusão. *Indentation 6 and 10 are located at a distance <0,5 mm of the fusion line.*

COMENTÁRIOS/ COMMENTS#:

**Anexo G – Procedimento de Soldadura referência
2009/0145**



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE

Certificado de Qualificação



PROCEDIMENTO DE SOLDADURA WELDING PROCEDURE QUALIFICATION CERTIFICATE

CERTIFICADO. N.º **2009/0145**
CERTIFICATE No.

CÓDIGO **EN ISO 15614-1:2004**
CODE

PÁGINA **1/3**
PAGE

A - EMPRESA (COMPANY) **SIMI - SOCIEDADE INDUSTRIAL DE MONTAGENS INDUSTRIAIS, SA.** (EPSP:45/91051 REV2)

B - SOLDADOR / OP. DE SOLDADURA **AUGUSTO JOSÉ CARRIÇO QUINTINO**
WELDER/WELDING OPERATOR

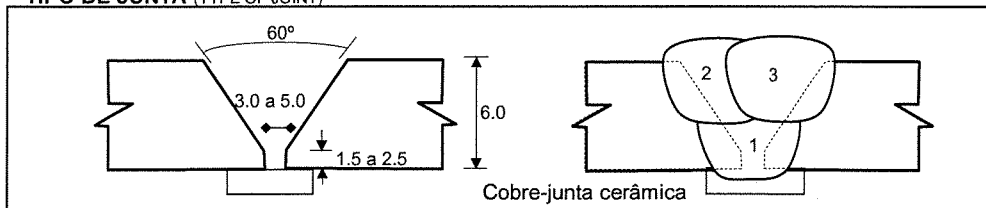
C - METAL DE BASE (BASE METAL)
Designação: **GB713-97:12Cr1MoV** (---) Esp. Thick. **6.0** mm Ø --- mm
Specification
Proveniência Origin **SHANXI TAIGANG STAINLESS STEEL CO.,LTD** Nº. de Vaz. **B2900949**
Heat Nº.
Designação: --- (---) Esp. Thick. --- mm Ø --- mm
Specification
Proveniência Origin --- Nº. de Vaz. Heat Nº. ---

D - METAL DE ADIÇÃO (FILLER METAL)

Tipo (Type)	Designação (Specification)	Desig. Comercial (Trade Mark)	Nº. Lote (Batch Nº.)	Ø mm
FIO FLUXADO	EN12071: T CrMo1 P C 2	SC-81B2	MF9610C	1.2
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

E - PROCESSO DE SOLDADURA (WELDING PROCESS) **136 (ss mb)**

F - TIPO DE JUNTA (TYPE OF JOINT)



G - POSIÇÃO DE EXECUÇÃO (POSITION)

PC

H - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO (WELDING VARIABLES)

Tipo de gás: **EN ISO 14175-C1** Caudal **14** l/min
Gas type: Flow rate

Passe (Pass)	1	2	3	---	---	---	---
Metal de Adição (Ø mm) (Filler Metal)	1.2	1.2	1.2	---	---	---	---
Intensidade (A) (Current)	115-125	185-195	185-195	---	---	---	---
Voltagem (V) (Voltage)	18-20	23-25	23-25	---	---	---	---
Vel. de Sold. (cm/min) (Welding Speed)	14	41	41	---	---	---	---

Pré-aquecimento **>120** °C Temperatura Interpasses **≤250** °C Corrente/Polaridade **DCEP**
Pre-heating Interpass Temperature Type of current/Polarity

I - CONTROLE DE EXECUÇÃO DE ENSAIOS (CONTROL AND TESTS)

<input checked="" type="checkbox"/> Exame Visual (Visual Examination)		<input checked="" type="checkbox"/> Dobragens / Fractura (Guided-Bend / Fracture Test)	LABMAT nº EM640/09_B
<input checked="" type="checkbox"/> Radiografia / Ultra Sons (Radiographic / Ultrasonic test)	Obra Nº: ENDT/335/09 Rel. Nº: RT 02	<input type="checkbox"/> Resiliências (Toughness Test)	---
<input checked="" type="checkbox"/> Liq. Penetrantes / P-Magnéticas (Dye Penetrant / Magnetic-Particle test)	Obra Nº: ENDT/335/09 Rel. Nº: LP 02	<input checked="" type="checkbox"/> Durezas / Análise Química (Hardness Test/ Chemical Anal.)	LABMAT Nº L275/09 B
<input checked="" type="checkbox"/> Ensaio de Tracção / Nick-Break (Tensile / Nick-Break Test)	LABMAT nº EM640/09_A	<input checked="" type="checkbox"/> Macro/Micrografia (Macro/Micrography)	LABMAT Nº L275/09 A

J - RESULTADO (RESULT)

O Procedimento de Soldadura foi qualificado pelo Instituto de Soldadura e Qualidade em conformidade
The Welding Procedure has been qualified by Instituto de Soldadura e Qualidade in accordance

com o código mencionado, em **2009-08-18** Anexo (Enclosures) **22** Págs. (Pages)
With the above mentioned code on the

O Inspector:
Inspector



O responsável:
Responsible



Construção Mecânica
Qualificação em Soldadura



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE

RELATÓRIO DE ENSAIO

TESTS REPORT

IPAC
acreditaçãoI0002
Inspeção

CERTIFICADO N.º CERTIFICATE No.	2009/0145		
DATA DATE	2009-08-18	PÁGINA PAGE	2/3

CÓDIGO / NORMA / ESPECIFICAÇÃO CODE / STANDARD / SPECIFICATION	EN ISO 15614-1:2004
---	---------------------

1 - CICLOS TÉRMICOS (THERMAL CYCLES)

Pré-aquecimento >120 °C Pós-aquecimento --- °C Durante ---
 Pre-heating Post-heating During
 Tratamento Térmico: Procedimento --- Controle ---
 Heat treatment Method Control by
 Temperatura: Subida --- °C/h Patamar --- °C/Durante --- Horas Descida --- °C/h
 Temperature Heating rate Soak temp During Hours Cooling Rate

2 - ENSAIOS MECÂNICOS (MECHANICAL TESTS)**2.1 - TRACÇÕES TRANVERSAIS**
TENSILE TEST TYPE

		E (%) (N/mm ²)	R (N/mm ²)	A (%)	Local da Rutura Fracture Location
Valores Requeridos (Min./Máx.) Tensile requirements (Min./Máx.)		---	440	---	---
Test N°	136-PC-6_T1	---	624	---	MATERIAL BASE (MB)
	136-PC-6_T2	---	631	---	MATERIAL BASE (MB)
	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---

2.2 - DOBRAGENS TRANSVERSAIS a 180 Graus, com punção Ø 18 mm
BEND TEST TYPE At degrees with former diameter

Tipo de Dobragem Type of Bend	Defeitos Defects
136-PC-6_DF1	NADA A ASSINALAR
136-PC-6_DF2	NADA A ASSINALAR
136-PC-6_DR1	NADA A ASSINALAR
136-PC-6_DR2	NADA A ASSINALAR

2.3 - RESILIÊNCIAS --- À temperatura --- °C
TOUGHNESS TEST TYPE Test temperature
Dimensões dos Provetes --- mm
Dimensions of the specimens

Zona do Entalhe Notch Location	Valor Mínimo Requerido (J) Impact Requirements	Valores Obtidos (J) Impact Results				Valor Médio Obtido (J) Average
Metal Base (Base Metal)	---	---	---	---	---	---
Zona Term. Afectada (HAZ)	---	---	---	---	---	---
Metal de Adição (Weld Metal)	---	---	---	---	---	---

2.4 - FILIAÇÃO DE DUREZAS
Hardness Test LABMAT Nº L275/09 B**2.5 - MACRO / MICROGRAFIA**

Macro/Micro Examination

Ver Doc.

LABMAT Nº L275/09 A

Metal Base Base Metal		Z.T.A. HAZ	Metal Fundido Weld Metal		
1	170/171	4	209/227	7	230/232
2	173/170	5	240/254	8	232/234
3	177/170	6	254/245	9	231/237
13	182/182	10	235/223	---	---
14	180/182	11	230/221	---	---
15	182/182	12	233/198	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---

O Inspector
Inspector



QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDADURA

(WELDING PROCEDURE APPROVAL RECORD - WPAR)

CERTIFICADO N.º
(CERTIFICATE No.)

2009/0145

PÁGINA
(PAGE)

3/3

DOMÍNIO DE VALIDADE DA QUALIFICAÇÃO:

(EXTENT OF APPROVAL)

- | | | |
|-----|---|---------------------------|
| 1. | Processo de Soldadura
(Welding Process) | 136 (ss mb ; bs) |
| 2. | Tipo de Junta
(Joint Type) | T, P : BW e FW |
| 3. | Metal de Base
(Parent Metal) | GB713-97:12Cr1MoV |
| 4. | Espessura do Material (mm)
(Material Thickness) | De 3.0 a 12.0 |
| 5. | Diâmetro Exterior (mm)
(Outside Diameter) | >500 e >150 (PA e PC) |
| 6. | Tipo de Metal de Adição
(Filler Metal Type) | EN12071: T CrMo1 P C 2 |
| 7. | Gás de Protecção / Fluxo
(Shielding Gás /-Flux) | EN ISO 14175-C1 |
| 8. | Tipo de Corrente de Soldadura
(Type of Welding Current) | DCEP |
| 9. | Posições de Soldadura
(Welding Positions) | Todas excepto PG e J-L045 |
| 10. | Pré-aquecimento
(Preheat) | >120 |
| 11. | Tratamento Térmico após Soldadura
(Post-weld Heat Treatment) | Não |
| 12. | Outras Informações
(Other Information) | --- |



Construção Mecânica
Qualificações em Soldadura

O RESPONSÁVEL
(Responsible)



ESPECIFICAÇÃO DE SOLDADURA (EPS)

Welding Procedure Specification (WPS)

EPS/WPS n.º 45/91051

Rev. 2

NORMA / Norm: ISO 15614-1

Obra / Job n.º 91051

CLIENTE: ALSTOM PORTUGAL

Customer

PROJECTO Denitrification Unit at EDP Power Plant in Sines - Portugal

Project

PROCESSO / Process: 136

TIPO / Type: SEMI-AUTO

PQR: EPSp for PQR approval

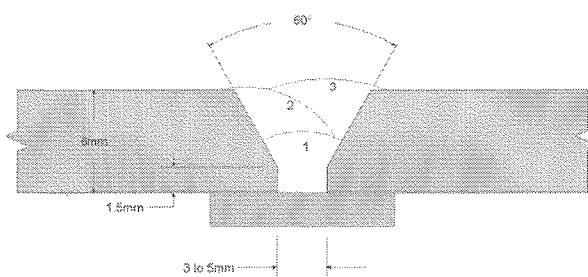
JUNTA / Joint

Tipo de junta / *Joint Designation* : :: BW

Cobre-junta / *Backing* : Sim / Yes Não / No

Material / *Material* : Removable ceramic backing strip

ESQUEMA / Sketch



MATERIAIS DE BASE / Base metal

Grupo N.º Designação Especificação

Group No Designation Specification

N/A 12Cr1MoV GBT 3077-99

A / To

N/A 12Cr1MoV GBT 3077-99

Espessuras / *Thickness* : 6 mm

Diâmetro / *Pipe diameter range*: Not Applicable

METAL DE ADIÇÃO / Filler metal

136

Classificação / *Classification*

EN12071: T CrMo1 P C 1

(E 81T1-B2)

Marca / *Trade name*

SC-81B2

Diâmetro / *Size (mm)*

Ø 1,2mm

Espessura de enchimento / *thickness of deposited metal*:

Total

Fluxo classificação / *Flux designation*:

-/-

Marca do fluxo / *Flux trade name*:

-/-

Outro / *Other*:

-/-

POSIÇÃO de SOLDADURA / Position

Posição da junta / *Position (s)*: PC

Progressão / *Welding direction*: -/-

Outros / *Others*: -/-

PRÉ-AQUECIMENTO / Preheat

Temperatura / *Temperature*: > 120°C

Temperatura de Interpassos / *Interpass temperature*: < 250 °C

Método / *heating method*: Propane

TRATAMENTO TÉRMICO / Heat Treatment

Taxa de subida / *Increase (°C/h)*: -/-

Patamar / *Temperature range (°C)*: -/-

Durante / *Holding time (h)*: -/-

Taxa de descida / *Decrease (°C/h)*: -/-

GAS de PROTEÇÃO / Protection gas

	Tipo / Type	% Compos.	Débito/Flow rate (l/min.)
Tocha / <i>Shielding</i> :	C1	100% CO2	12 – 16
Purga / <i>Backing</i> :	-/-	-/-	-/-
Outro / <i>Other</i> :	-/-	-/-	-/-

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS / Electrical characteristics

Tipo de corrente, Polaridade e Gama Amperagem/Voltagem / *Type of current, polarity & Amps / Volts range*: (Ver tabela abaixo / See table below)

Tipo e Ø electrodo tungsténio / *Tungsten electrode size & type*: -/-

Outros / *Others*: -/-

TECNICA / Technique

Passes corridos ou balanceados / *Run passes or balanced*: Balanced

Oscilação / *Oscillation*: < 15mm

Limpeza inicial e entre passes / *Initial & interpass cleaning*: Grinding

Passes simples ou múltiplos / Multiple

Método de limpeza de raiz / *Method of root cleaning*: Grinding

Multiple or single pass (for side):

PASSE <i>Layer No</i>	PROCESSO <i>Process</i>	METAL ADIÇÃO / <i>Filler metal</i>		CORRENTE / <i>Current</i>		VOLT <i>[V]</i>	Velocidade de Avanço <i>Travel speed (mm/min.)</i>	Entrega Térmica <i>Heat input (kJ/mm)</i>
		Classificação <i>Classification</i>	Diâmetro <i>Size</i>	Polaridade <i>Polarity</i>	AMPERE <i>[A]</i>			
1	136	T CrMo1 P C 1	Ø 1,2	DCEP (+)	115 – 125	18 – 20	130 – 140	< 1,4
2 – 3	136	T CrMo1 P C 1	Ø 1,2	DCEP (+)	185 – 195	23 – 25	350 – 400	< 1,4

SIMI

Aprovações / Approvals

Elaboração / <i>Created by</i> :	Validação / <i>Validation by</i> :	INSPECÇÃO <input type="checkbox"/>	CLIENTE <input type="checkbox"/>	DONO DA OBRA <input type="checkbox"/>
Técnico de Soldadura	Direcção da Qualidade	FISCALIZAÇÃO <input type="checkbox"/>	EMPREITEIRO <input type="checkbox"/>	OUTRO <input type="checkbox"/>
Sérgio Alentado Assinatura (Visa)	Nuno Assunção Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)
Data (Date) 09/07/2009	Data (Date) 09/07/2009	Data (Date) / /	Data (Date) / /	Data (Date) / /



山西太钢不锈钢股份有限公司
SHANXI TAI GANG STAINLESS STEEL CO., LTD.

产品质量证明书 QUALITY CERTIFICATE

证书编号: S360-01-001161.1
Certificate No.
许可部号:
License No.

合同号 Contract No.	133970-10	订货单位 Customer	上海鑫磊科技发展有限公司	收货单位 Purchaser	上海鑫磊科技发展有限公司													
产品名称 Product	电焊用合结钢带	执行标准 Standard	GB713-97(G/133278-2007)	交货状态 Delivery State	热轧													
炉号	批号	规格	重量	化学成分(按标分析) chemical composition (heat analysis) %														
No	Batch No	Dimension (mm)	Weight (t)	C	Mn	P	S	Cr	Ni	Co	Al	Nb	V	Ti	Mo	N	W	Re
1	39143994 390846030100	125x130x3 5.00*2000	26.850	0.0963	0.2580	0.4970	0.0015	0.3650					0.1910		0.2600			
2	39143997 390846030400	125x130x3 5.00*2000	27.020	0.0963	0.2460	0.4870	0.0015	0.3650					0.1910		0.2600			

合 格 证

序号 No	材质 F.S.	屈服 Y.S.	抗拉 T.S.	伸长率 EL.	冲击功 IMPACT	冷弯 180° BEND	硬度 HARDNESS	剪切面积 SHEAR AREA	高硬度 GRAIN	夹杂物 (ASTM) INCLUSION						非金属夹杂物 NON-METAL LINES				
										A	B	C	D	E	F		G	H	I	J
1	G25	525	625	22.0	235	225	229													
2	G25	530	630	20.0	205	220	235													

1. 用户提出质量异议时, 请提供质保书, 订单号, 交货单号, 批号, 牌号, 炉号, 规格, 根据等消息。
In case of dispute the purchaser shall supply the number of certificate, order, delivery, batch, heats, and grade, dimension, etc. etc.

地址 (ADD)	中国山西太原尖草坪区北2号 No. 2, Jiaocuiyuan, Taiyuan, Shanxi, P. R. China	检验师 (INSPECTOR)	魏存生	日期 (DATE)	2008.08.09
电话 (TEL)	0351-3014756	传真 (FAX)	0351-3011144	客户名称 (CUSTOMER)	上海鑫磊科技发展有限公司

声明: 本产品是按照国家标准和规格, 其化学成分符合技术要求, 特此证明。 WE HEREBY CERTIFY THAT MATERIAL DESCRIBED HEREIN WAS MANUFACTURED AND TESTED WITH SATISFACTORY RESULTS IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF THE ABOVE MATERIAL SPECIFICATION.

页 数: 1/1



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 1 of 4

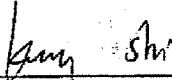
SGS-CSTC

The following sample(s) was/ were submitted and identified on behalf of the client as:

Sample Name : Steel structure(12Cr1MoV)
Sample Number : SM090403802
SGS Ref. No. : IN-SH-PRJ-09011-01-006
Heat No. : 1# B1901334, 2# B2801237, 3# B5802689, 4# 138073, 5# B2901254,
6# 129501, 7# B1901233, 8# B2900949, 9# 127810
Thickness : 1# t=25, 2# t=22, 3# t=20, 4# t=16, 5# t=15, 6# t=12, 7# t=8, 8# t=6, 9# t=4
Test Required : Chemical composition analysis, Tensile test, Bend test, Impact test
Date of Receipt : Apr.09,2009
Test Period : Apr.09,2009 to Apr.15,2009

Test result(s) : For further details, please refer to the following page(s)
***** To be continued*****

Signed for SGS-CSTC Standards
Technical Services Co., Ltd


Kelly Shi
Authorized signatory

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute any warranty or guarantee for the client. The Client is advised that the Client is responsible for the accuracy of the information provided. The Client's appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without the prior approval of the Company.

SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch Materials Laboratory

8th Floor, No.69 Block 1189/17 Building, Block 1365, Kangyuan East Road Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t(86-21) 68183233/68183239 f(86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
中国-上海-浦东康桥东路1365弄17号楼/1189弄89号8号楼 邮编 201319 t(86-21) 68183233/68183239 f(86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124533

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 2 of 4

1. Chemical composition analysis:

Test method: OES

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
Result, %-1#	0.10	0.27	0.43	0.015	0.005	0.92	0.26	0.16
Requirement, %	0.08~0.15	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.030	≤0.030	0.90~1.20	0.25~0.35	0.15~0.30
Conclusion	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. Tensile test:

Test method: GB/T 228-2002

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{0.2}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥430	≥235	≥19	/
1#	470	275	33.0	Pass
2#	470	255	33.0	Pass
3#	465	265	37.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(16mm<thickness≤100mm).

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{0.2}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥440	≥245	≥19	/
4#	450	285	30.0	Pass
5#	550	450	25.5	Pass
6#	485	335	28.0	Pass
7#	510	375	29.5	Pass
8#	525	390	34.5	Pass
9#	570	425	28.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(6mm≤thickness≤16mm).

***** To be continued *****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute any liability to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full or in part without the prior approval of the Company.



SHML 124534

SGS-CT Standards Technical Services Co., Ltd. Building No.69,Block 1159,117th Building,Block 1365, Kangqiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t:(86-21) 68183233/68183239 f:(86-21) 68183122/68183908 www.cn.sgs.com
 Shanghai Branch Materials Laboratory. 中国·上海·浦东康桥东路1365弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编: 201319 t:(86-21) 68183233/68183239 f:(86-21) 68183122/68183908 e:sgs.china@sgs.com

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 3 of 4

3. Bend test:

Ref. standard: GB/T 232-1999, GB 713-1997

Test item	Sample	Thickness (t) (mm)	Bend diameter (d) (mm)	Bend angle	Result	Conclusion
Bend test	1#	25	3t	180°	No crack	Pass
	2#	22	3t	180°	No crack	Pass
	3#	20	3t	180°	No crack	Pass
	4#	16	3t	180°	No crack	Pass
	5#	15	3t	180°	No crack	Pass
	6#	12	3t	180°	No crack	Pass
	7#	8	3t	180°	No crack	Pass
	8#	6	3t	180°	No crack	Pass
	9#	4	3t	180°	No crack	Pass

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without prior approval of the Company.

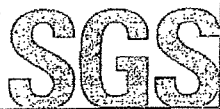


SGS-CTI Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch (General Materials Laboratory)

8th Building, No. 69 Block 1159/11th Building Block 1385, Kangyao East Road/Pudong Dist., Shanghai China 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
中国·上海·浦东康桥东路1385弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124535

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 4 of 4

4. Impact test:
Test method: GB/T 229-2007
Specimens: Charpy V-notch
Test temperature: 20°C

Test item	Dimension of specimen	Sample	Absorbed energy, (J)			Req (J)	Conclusion
			>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		
Charpy impact	55mmx10mmx10mm	1#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	Full size: Average ≥31 Single ≥21.7	Pass
	55mmx10mmx10mm	2#	>300* (unbroken)	≈260	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	3#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	4#	>300* (unbroken)	≈282	234		Pass
	55mmx10mmx10mm	5#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	6#	≈248	≈295	≈282		Pass
	55mmx10mmx5mm	7#	105	118	123		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	8#	30	30	30		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	9#	26	26	28		Pass

Note: 1. The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. * indicates the results exceeded the machine capacity (300J).

***** End of report *****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without prior approval of the Company.



SGS-CTI Standards Technical Services Co., Ltd. | 8th Building, No.69, Road 1159/117th Building, Block 1385, Kangshao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 | t(86-21) 68183233/68183239 f(86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
Shanghai Branch | 中国·上海·浦东康桥东路1385弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 | t(86-21) 68183233/68183239 f(86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124537

Member of the SGS Group (SGS SA)

1.25Cr-0.5%Mo type SC-81B2

TECHNICAL TEST REPORT

(AWS A5.29 E81T-B2)

(EN12071 T CrMo1 P C 2)

HYUNDAI WELDING CO.,LTD

H. M. Yeon

H.M.YEON / DIRECTOR

HYUNDAI WELDING COMPANY

CONTENTS

1. INTRODUCTION
2. APPLICATION
3. SPECIFICATIONS
4. CHARACTERISTICS OF ALL WELD METAL
5. DIFFUSIBLE HYDROGEN CONTENT
6. FUME TEST
7. WELDING EFFICIENCY
8. OPTIMUM CURRENT RANGE
9. NOTES ON USAGES

1. INTRODUCTION

SC-81B2 can be used for welding of 1.25%Cr - 0.5%Mo heat resistant steel used for equipment for oil refining industries and high temperature synthetic chemical industries. most common usage is in steam power plant, for central power stations and ship, chemical plants and refineries.

2. APPLICATIONS

SC-81B2 can be used for welding of such steel 1.25%Cr - 0.5%Mo. SC-81B2 is design for use 100%CO₂ gas and is ideal for single-pass multi-pass applications.

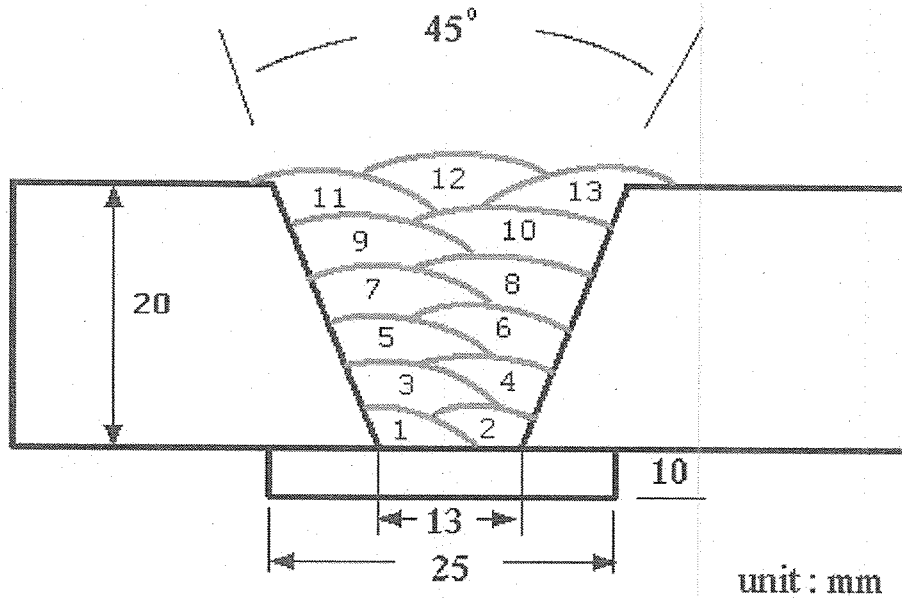
3. SPECIFICATIONS

Consumables		Characteristics
SC-81B2	AWS Spec.	A5.29 E81T-B2
	EN Spec.	EN12071 T CrMo1 P C 2
	Polarity	DCEP
	Size(mm)	1.6
	Shielding Gas	100%CO ₂

- ※ DCEP (Direct Current Electrode Positive, DCRP)
- DCEN (Direct Current Electrode Negative, DCSP)

4. CHARACTERISTICS OF ALL WELD METAL

4.1 Joint preparations & layer details

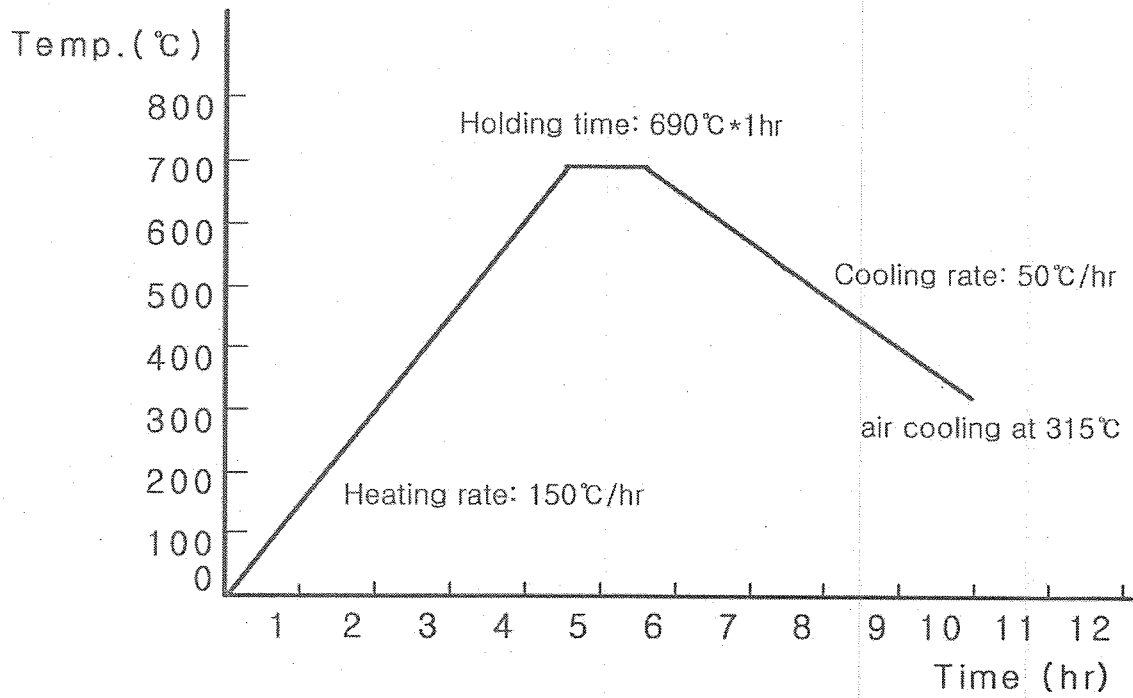


Base metal : ASTM A387 Grade 11

4.2 Welding parameters

Dia. (ømm)	Shielding gas (ℓ /min)	Welding position	Polarity	Pass	condition		Speed (cm/min)	Pre- heating temp. ($^{\circ}$ C)	Interpass temperature ($^{\circ}$ C)
					Current (A)	Voltage (V)			
1.6	100%CO ₂	1G	DC(+)	1~13	320	32	28~50	160	Max 176

4.3 Postweld Heat Treatment



Sort		Remark
Pre-heating Temperature(°C)		160
PWHT Condition	Heating rate(°C/hr)	50
	Holding Temperature(°C)	690
	Holding time(hr)	1
	Cooling method	air cooling at 315°C

4.4 Chemical composition of all weld metal

Chemical Comp.	Consumable	SC-81B2	AWS Spec.
			E81T-B2
C		0.066	0.05 ~ 0.12
Si		0.41	0.80max.
Mn		0.83	1.25max.
P		0.016	0.03max.
S		0.017	0.03max.
Cr		1.19	1.00 ~ 1.50
Mo		0.51	0.40 ~ 0.65

* Note) Analyzed by Spark Emission Spectrometer,

4.5 Mechanical properties of all weld metal

4.5.1 Tension test

Tensile Test	SC-81B2	AWS Spec.
Y.S(MPa)	575	min. 470
T.S(MPa)	656	min. 550
EL(%)	22.4	min. 19
Remark Testing Machine : UH-F50A (SHIMADZU)		

4.6 DIFFUSIBLE HYDROGEN CONTENT

Consumable	Diffusible hydrogen content of all weld metal (cc/100g)					Remark
	1	2	3	4	Avg.	
SC-81B2	5.0	5.2	5.2	5.4	5.2	Gas Chromatography

4.7 Fume Test

Consumable	Speed (cm/min)	Conditions		Fume Emission Rates (mg/min)		
		Current (A)	Voltage (V)	1	2	Avg.
SC-81B2	30	320	32	880	834	857
Remark	<ul style="list-style-type: none"> - Fume Filter : Whatman EPM2000(203mm×254mm) - Balance : Mettler AE160 balance. - Welding position : Bead on plate - Wire Stick-out : 20mm - Shielding gas : 100%CO₂ - Gas Flow Rate : 20 ℓ/min - Suction Time : 3min - Welding time : 30sec 					

4.8 Deposition efficiency

Consumable	Speed (cm/min)	Conditions		Deposition efficiency(%)
		Current (A)	Voltage (V)	
SC-81B2	35	320	32	85.5

7. OPTIMUM CURRENT RANGE

Consumables	Welding position	Wire Dia. (ϕ mm)		
		1.2	1.4	1.6
SC-81B2	Flat, H-Fillet	120 ~ 300Amp.	150 ~ 350Amp.	180 ~ 400Amp.
	Vertical Up	120 ~ 260Amp.	140 ~ 270Amp.	200 ~ 250Amp.
	Vertical Down	200 ~ 300Amp.	220 ~ 320Amp.	250 ~ 300Amp.
	Overhead	120 ~ 260Amp.	140 ~ 270Amp.	180 ~ 250Amp.

8. NOTES ON USAGES

8.1 Welders for solid wire can be used but as wire is softer than solid wire, pay full attention to adjust feeding roller and do not tighten them excessively.

8.2 Use welding grade CO₂ gas.

8.3 Use the wind-screen against wind.

The test report is only for information, and it's not meaning guarantee.

Test results are changeable by welding procedure,
base metal chemistry, temperature, welding design, etc.

09007

ATT. Sra. D^a Laurinda

CERTIFIED MATERIAL REPORT

CMR No. : KG0311381504

Date of Issue 2009/07/03

Customer		ELECTRO PORTUGAL									
Trade Name		SC-81B2		Size		1.2 mm * 15 kg					
Lot No.		MF9610C		Purchaser's Order No.		-					
Applicable Specification		AWS A5.29 E81T1-B2C									
Welding Current	DCEP	Shielding Gas	CO ₂		Post Weld Heat Treatment (°C x hr.)		690 X 1				
Mechanical Properties	Tensile Test			Impact Test (CVN - Joule)							
	YS (N/mm ²)	TS (N/mm ²)	EL (%)	Temp.(°C)	X1	X2	X3	Avg.			
	626	674	20.4								
Spec.	≥470	550~690	≥19								
Chemical Composition (%)											
(DEPO.) Spec.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo				
	0.07	0.43	0.83	0.016	0.005	1.17	0.53				
	0.05 -0.12	≤0.80	≤1.25	≤0.030	≤0.030	1.00 -1.50	0.40 -0.65				
Others											



We hereby certifies that the material covered by this report has been inspected in accordance with and been found to meet the applicable requirements of specification and customer's requirements.

Approved by
Sang Hoo Lee
QA Manager Lee, S. H.



HYUNDAI WELDING CO., LTD.

Head Office 157-37, Samsung-dong, Gangnam-gu, Seoul, Republic of Korea
Pohang Plant 90-5, Jangheung-dong, Nam-gu, Pohang-si, Republic of Korea



RELATÓRIO DE CONTROLE RADIOGRÁFICO
RADIOGRAPHIC INSPECTION REPORT

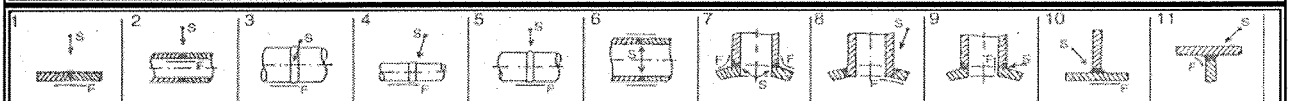
Obra Nº: Job N.	ENDT/335/09	Relat. Nº: Report N.	RT 02	Cliente: Client	SIMI - Sociedade Internacional de Montagens Industriais 1600 - 131 Lisboa	Página: Page	1/1
--------------------	-------------	-------------------------	-------	--------------------	---	-----------------	-----

Designação da peça / Test Specimen Provete para qualificação de procedimento e soldador
 Material 12CR1MOV Trat. Térmico — Espessuras 6 mm Processo de fabrico 136
 Heat Treatment — Thicknesses 6 mm Fabrication Process 136

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITIONS:

Equipamento Raios X RIX-05 Tipo de filme / Classe KODAK T200 / C4 Procedimento / Critério NP EN 1435:2000 EN 12517
 Equipment Raios X RIX-05 Film type / Class KODAK T200 / C4 Procedure / Accep. Criteria NP EN 1435:2000 EN 12517
 Pos. Fonte 1 Dimensão / Actividade 3.2mm Posição do IQI Fonte
 Source position 1 Size / Activity 3.2mm IQI position Fonte
 Cat. Ensaio A Sensibilidade / nº fio FE 10 EN W14
 Testing class A Sensitivity / wire n. FE 10 EN W14

Qt.	Ref. Peça / Soldadura Specimen / weld ref.	Local Place	Soldador Welder	DFF	D	Fio IQI IQI wire	Interpretação Interpretation	Decisão Decision	Reparar Repair
1	136-PC-6	0-1	AQ	700	2,75	W14	—	—	
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									



Observações:
Observations:

Executado por: Ricardo Cruz Interpretado por: Ricardo Cruz
 Executed by Ricardo Cruz Interpretance by Ricardo Cruz
 Nível/ Level: II Local/ Place: ISQ - Taguspark Nível/ Level: II Data/ Date: 28/ 07 / 2009

Decisão / Decision: (Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern to the tested items)

Bom Good	—	Aceitável Acceptable	/	Reparar Repair	+	Bom após reparação Good after repair	=	Aceitável após reparação Acceptable after repair	X
-------------	---	-------------------------	---	-------------------	---	---	---	---	---

Notação da Interpretação ISQ/IIW - (API 1104) - [EN ISO 5817]

A - Inclusões gasosas Gas inclusions (P) - [2011/2014/2017]	C - Falta de fusão Lack of fusion (IF) - [401]	Fd - Excesso de penetração Excess penetration (EP) - [504]
Aa - Poros esféricos Spherical pores (P) - [2012]	Ca - Falta de fusão entre cordões Lack of inter-run fusion (IFD) - [4012]	Fe - Abatimento da raiz Root concavity (IC) - [515/5013]
Ab - Poros vermiculares Wormholes (HB) - [2016]	Cb - Falta de fusão na raiz Lack of root fusion (IPD) - [4013]	Ff - Oxidação da raiz Root porosity [516]
Ac - Ninho de poros Clustered porosity (CP) - [2013]	D - Falta de penetração Lack of penetration (IP) - [402]	G - Inclusões de fluxo Flux inclusions [302]
Ad - Cavidade alongada Elongated cavity (HB) - [2015]	E - Fendas ou fissuras Crack (C) - [100]	H - Inclusões de metais Metallic inclusions [304]
Ae - Poro de cratera na raiz Root crater pore (BT)	Ea - Fissuras longitudinais Longitudinal cracks (C) - [101]	J - Inclusões de óxidos Oxide inclusions [303]
B - Inclusões de escória Slag inclusions (IS) - [301]	Eb - Fissuras transversais Transversal cracks (C) - [102]	K - Cratera Shrinkage cavity (IC) - [202]
Ba - Quisquer Any [3013]	Ec - Fissuras de cratera Crater cracks (CC) - [104]	Ka - Cratera na raiz (recomeço) Crater pipe (IC) - [2024]
Bb - Alinhadas Aligned (ES) - [3011]	F - Bordos queimados Undercut (EU) - [5011]	L - Expulsão de metal Metal expulsion
Bc - Alternadas Alternated [3013]	Fa - Sulcos superficiais Sagging/Incompletely filled groove (EC) - [511/509]	T - Inclusões de Tungsténio Tungsten inclusion (TI) - [3041]
Bd - Defeitos de rebarbagem Grinding defects [604]	Fb - Sulcos na raiz Root concavity/Shrinkage groove (IU) - [515/5013]	Q - Qualquer descontinuidade para além da falta de fusão, penetração ou bordos queimados (AD) - [600]
Be - Def. Na mudança de eletrodo Poor restart [517]	Fc - Excesso de metal Excess weld metal [502]	

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO INTEGRALMENTE / THIS REPORT CAN ONLY BE REPRODUCED INTEGRALLY

LABEND 1/001.4/08



RELATÓRIO DE CONTROLE POR LÍQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT INSPECTION REPORT

Obra Nº: Job N.	ENDT/335/09	Relat. Nº: Report N.	LP 02	Cliente: Client	SIMI - Sociedade Internacional de Montagens Industriais 1600 - 131 Lisboa	Página: Page	1/1
---------------------------	-------------	--------------------------------	-------	---------------------------	---	------------------------	-----

Instalação / Complex Provetes de Qualificação Procedimento de Soldadura e Soldador

Elemento(s) controlado(s)
Inspected elements Chapa com a referência 136-PC-6

Área controlada
Inspected area 100% da soldadura

FASE DE INSPECÇÃO / INSPECTION MOMENT:

Matéria prima Controle de construção Controle de manutenção Remoção de defeitos
Raw material Construction inspection In service inspection Defects removal

Antes T. Térmico Após T. Térmico Após reparação
Before HT After HT After repair

CONTROLE DE / EXAMINATION:

Soldadura Chapa Tubo Vazados Outros
Weld Plate Pipe Casting Other

Material base 12CV1MOV Espessura 6 mm Esquema
Parent material Thickness Scheme

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITION:

Estado da superfície Adequada ao ensaio
Surface condition

Ensaio de acordo com NP EN 571-1:2001
Test performed according

Critério de aceitação EN 1289
Acceptance criteria

EQUIPAMENTO / EQUIPMENT:

Agentes de limpeza: Marca: CGM Lote: 072/8 Tipo: Líquido de limpeza Referência: R 2.60
Cleaning agents: Brand: ot: Type: Penetrant Reference:

Penetrante: CGM 303/7 Penetrant R 2.72
Penetrant:

Removedor: CGM 072/8 Velnet - Solnet R 2.60
Remover:

Revelador: CGM 183/7 Rotrivel U / White W R 2.82
Developer:

Temperatura ± 20° C Tempo de penetração 10 min Tempo de revelação 15 min
Temperature Penetrating time Developing time

Luz Branca / White light Luz UV / UV light Equipamento Nº / Equipment N.

RESULTADOS / RESULTS:

(Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern the tested itens)

Conforme critério de aceitação
In accordance with acceptance criteria

Não conforme critério de aceitação
Not in accordance with acceptance criteria

Indicações registadas na peça
Registered indications

Observações / Observations:

Observations area (empty box)

- Indicações Lineares Relevantes = (l > 1,6mm) ou comprimento superior a três vezes a largura (l > 3w). Indicações Arredondadas (l <= 3w).
- Relevant Linear Indications = (l > 1,6mm) or length greater than three times the width (l > 3w). Rounded Indications (l <= 3w).

Local / Place ISQ - Tagusparque Data / Date 28-Jul-2009

Executado por: Executed by Ricardo Cruz Nível / Level II Interpretado por: Ricardo Cruz Nível / Level II
Interpretance by

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO INTEGRALMENTE / THIS REPORT CAN ONLY BE REPRODUCED INTEGRALLY

LABEND 3/002.4/08



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE TRACÇÃO/ TENSILE TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE:

ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 30-07-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 10-08-2009

TESTING DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

DIVULGAÇÃO Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

Opinões ou opiniões expressas neste relatório não estão incluídas no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:

Joana Gonçalves

Data/ Date: 10-08-2009

Aprovado por/ Approved by:

Manuel Gomes

Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor

Data/ Date:

Descrição do produto

Product description

Chapa soldada; Ref.ª do pedido: 433/9144

Ref. Corpo de Prova: 136-PC-6

Processo de soldadura

Welding process

136

Material de base

Parent material

GB713-97: 12CrMoV

Material de adição

Weld material

EN 12071 T CrMo1 PC2

Tipo de provete

Specimen type

Prismático

Temperatura ambiente

Room temperature

22°C

Procedimento / Norma

Procedure / Standard

Qualificação: EN ISO 15614-1: 2004/ A1:

2004

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen					Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ inicial/ section So mm ²	Comp. Refª/ Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
136-PC-6_T1	4,5	24,9	112,1	----	22	----	624	----	----	----	----	MB
136-PC-6_T2	4,5	24,9	112,1	----	22	----	631	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture;

RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

OBS:



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DOBRAGEM-REDOBRAGEM/ BEND-REBEND TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE:

ADDRESS

DATA DE RECEÇÃO DE AMOSTRAS: 30-07-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 10-08-2009

TESTING DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

DIVULGAÇÃO: Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:

Joana Gonçalves

Data/ Date: 10-08-2009

Aprovado por/ Approved by:

Manuel Gomes

Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor

Data/ Date:

Procedimento / Norma

Procedure / Standard

Qualificação: EN ISO 15614-1: 2004/ A1: 2004

Tratamento Térmico

Heat Treatment

Na

Descrição do produto

Product description

Chapa soldada; Ref.ª do pedido: 433/9144

Ref. Corpo de Prova: 136-PC-6

Processo de soldadura

Welding process

136

Material de base

Parent material

GB713-97: 12CrMoV

Material de adição

Weld material

EN 12071 T CrMo1 PC2

Tipo de provete

Specimen type

Prismático

Temperatura ambiente

Room temperature

22°C

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento refª/ Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter	Largura/ Width								
	a	b	mm		mm	Graus °	Graus °	mm	%	
136-PC-6_DF1	4,6	20,0	18	4	30	180	----	----	----	NA
136-PC-6_DF2	4,6	20,0	18	4	30	180	----	----	----	NA
136-PC-6_DR1	4,6	20,0	18	4	30	180	----	----	----	NA
136-PC-6_DR2	4,6	20,0	18	4	30	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;

NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

OBS:



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO MACROGRÁFICO/ MACROGRAPHIC TEST

Cliente: SIMI / CMEC-QS
Client

Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaíde Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 07/08/2009
Sample(s) reception date

Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at

Data de realização dos ensaios: 10/08/2009
Testing date

Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at

Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / *The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.*

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / *The analysis marked # is outside the accreditation scope.*

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / *Comments made in this report are outside the accreditation scope.*

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / *Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.*

Executado por / Issued By:

Hugo Álvares
Gervásio Pimenta

Data/Date 2009-08-11

Aprovado por / Approved by:

Gervásio Pimenta
Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009.08.18

NORMA:
STANDARD

EN 1321: 1996

Referência da amostra / Test specimen:

Ref: do pedido: 0433/9144

Ref: corpo de prova: 136.PC-6

Processo de soldadura / Welding process:

136

Material de adição / Weld material:

EN 12071: T CrMo1 P C 2

Material de base/ Parent material:

GB713 - 97 : 12Cr1MoV

Orientação da secção / Section orientation:

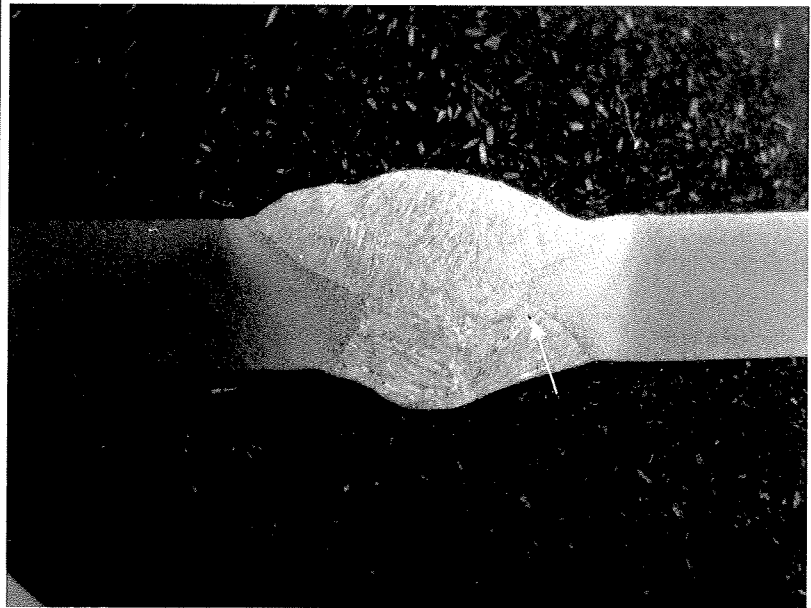
Transversal

Reagente de contrastação/ Etchant:

Nital 2%

Ampliação / Magnification:

X 3,5



Observação / Observation#: --

Caso aplicável, norma de classificação de imperfeições/ Standard: ISO 6520: 2001

Classificação / Classification *	Dimensões Relevantes / Meaningfull Dimensions#
2011	0,172 mm
--	--
--	--

***Analisadas imperfeições das classes fissuras, cavidades, inclusões sólidas e falta de fusão./ Only imperfections falling into groups: cracks, cavities, solid inclusions and lack of fusion are analysed.**



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DUREZA EM JUNTAS SOLDADAS/ WELDED JOINTS HARDNESS TEST

L0070
Ensaíos

Cliente: SIMI / CMEC -QS
Client

Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaíde Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 07/08/2009
Sample(s) reception date

Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at

Data de realização dos ensaios: 10/08/2009
Testing date

Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at

Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:

Hugo Álvares
Gervásio Pimenta

Data/Date 2009-08-17

Aprovado por / Approved by:

Gervásio Pimenta
Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009.08.18

PROCEDIMENTO/ NORMA PROCEDURE/ STANDARD	1043-1:1995	Tipo de ensaio Type test	HV	Força Force (kgf)	10
--	-------------	-----------------------------	----	----------------------	----

Processo de Soldadura <i>Welding process</i>	
111	
Material base <i>Parent material</i>	
GB713 - 97 : 12Cr1MoV	
Material de adição <i>Weld material</i>	
EN 12071: T CrMo1 P C 2	
Tratamento após soldadura <i>Treatment after welding</i>	--

Identificação da amostra
Sample identification

Ref: do pedido: 0433/9144
Ref: corpo de prova: 136.PC-6



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

RESULTADOS/ RESULTS:

Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filiação <i>1st row</i>	2ª Filiação <i>2nd row</i>
MB1/PM1	1	170	171
	2	173	170
	3	177	170
ZTA1/HAZ1	4	209	227
	5	240	254
	6*	254	245
MF/WM	7	230	232
	8	232	234
	9	231	237
ZTA1/HAZ1	10*	235	223
	11	230	221
	12	233	198
MB1/PM1	13	182	182
	14	180	182
	15	182	182

As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância <0,5 mm da linha de fusão. *Indentation 6 and 10 are located at a distance <0,5 mm of the fusion line.*

COMENTÁRIOS/ COMMENTS#:

**Anexo H – Procedimento de Soldadura referência
2009/0148 Rev.1**



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE



Certificado de Qualificação

PROCEDIMENTO DE SOLDADURA WELDING PROCEDURE QUALIFICATION CERTIFICATE

CERTIFICADO. N.º **2009/0148 Rev. 1**
CERTIFICATE No. (2009-08-26)

CÓDIGO **EN ISO 15614-1:2004**
CODE

PÁGINA **1/3**
PAGE

A - EMPRESA (COMPANY) **SIMI - SOCIEDADE INDUSTRIAL DE MONTAGENS INDUSTRIAIS, SA.** (EPSP:44/91051 REV2)

B - SOLDADOR / OP. DE SOLDADURA **FERNANDO CONCEIÇÃO CARVALHO**
WELDER/WELDING OPERATOR

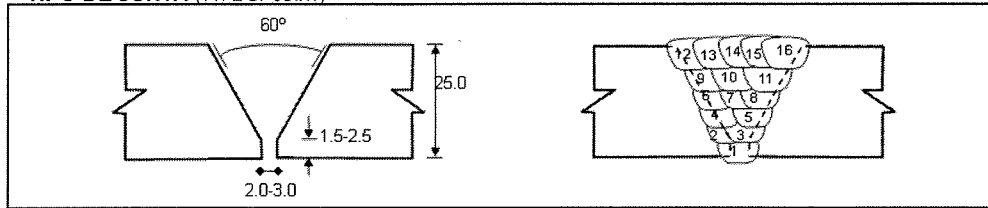
C - METAL DE BASE (BASE METAL)
Designação: **GB713-97:12Cr1MoV** (---) Esp. **25.0** mm Ø --- mm
Specification
Proveniência **SHANXI TAIGANG STAINLESS STEEL CO.,LTD** Nº. de Vaz. **B1901334**
Origin
Designação: --- (---) Esp. --- mm Ø --- mm
Specification
Proveniência --- Nº. de Vaz. ---
Origin Heat Nº.

D - METAL DE ADIÇÃO (FILLER METAL)

Tipo (Type)	Designação (Specification)	Desig. Comercial (Trade Mark)	Nº. Lote (Batch Nº.)	Ø mm
ELÉCTRODO REVESTIDO	EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5	EUROTROD MF29	L-132578506	2.5
ELÉCTRODO REVESTIDO	EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5	EUROTROD MF29	133555206	3.2
---	---	---	---	---

E - PROCESSO DE SOLDADURA (WELDING PROCESS) **111 (ss nb)**

F - TIPO DE JUNTA (TYPE OF JOINT)



G - POSIÇÃO DE EXECUÇÃO (POSITION)

PC

H - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO (WELDING VARIABLES)

	Tipo de gás: --- Gas type:				Caudal --- l/min Flow rate
Passe (Pass)	1	2-3	4-11	12-16	---
Metal de Adição (Ø mm) (Filler Metal)	2.5	2.5	3.2	3.2	---
Intensidade (A) (Current)	70-85	90-100	130-145	130-145	---
Voltagem (V) (Voltage)	20-22	21-23	21-23	21-23	---
Vel. de Sold. (cm/min) (Welding Speed)	6.5	12.0	14.0	16.0-18.0	---

Pré-aquecimento **>120** °C Temperatura Interpasses **≤250** °C Corrente/Polaridade **DCEP**
Pre-heating Interspass Temperature Type of current/Polarity

I - CONTROLE DE EXECUÇÃO DE ENSAIOS (CONTROL AND TESTS)

<input checked="" type="checkbox"/> Exame Visual (Visual Examination)		<input checked="" type="checkbox"/> Dobragens / Fractura (Guided-Bend / Fracture Test)	LABMAT nº EM650/09_B
<input checked="" type="checkbox"/> Radiografia / Ultra Sons (Radiographic / Ultrasonic test)	Obra Nº: ENDT/340/09 Rel. Nº: UT01 e UT02	<input type="checkbox"/> Resiliências (Toughness Test)	---
<input checked="" type="checkbox"/> Liq. Penetrantes / P-Magnéticas (Dye Penetrant / Magnetic-Particle test)	Obra Nº: ENDT/340/09 Rel. Nº: LP01 e LP02	<input checked="" type="checkbox"/> Durezas / Análise Química (Hardness Test / Chemical Anal.)	LABMAT Nº L292/09 B
<input checked="" type="checkbox"/> Ensaio de Tração / Nick-Break (Tensile / Nick-Break Test)	LABMAT nº EM650/09_A	<input checked="" type="checkbox"/> Macro/Micrografia (Macro/Micrography)	LABMAT Nº L292/09 A

J - RESULTADO (RESULT)

O Procedimento de Soldadura foi qualificado pelo Instituto de Soldadura e Qualidade em conformidade
The Welding Procedure has been qualified by Instituto de Soldadura e Qualidade in accordance

com o código mencionado, em **2009-08-21** Anexo (Enclosures) **17** Págs. (Pages)
With the above mentioned code on the

O Inspector:
Inspector



O responsável:
Responsible



Construção Mecânica
Qualificação em Soldadura



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE

RELATÓRIO DE ENSAIO

TESTS REPORT



I0002
Inspeção

CERTIFICADO N.º **2009/0148 Rev.1** (2009-08-26)
CERTIFICATE No.

DATA **2009-08-21** PÁGINA **2/3**
DATE PAGE

CÓDIGO / NORMA / ESPECIFICAÇÃO
CODE / STANDARD / SPECIFICATION

EN ISO 15614-1:2004

1 - CICLOS TÉRMICOS (THERMAL CYCLES)

Pré-aquecimento **>120** °C Pós-aquecimento **---** °C Durante **---**
Pre-heating Post-heating During

Tratamento Térmico: Procedimento **RESISTÊNCIA** Controle **TERMOPARES**
Heat treatment Method Control by

Temperatura: Subida **142** °C/h Patamar **680** °C/Durante **1** Horas Descida **134** °C/h
Temperature Heating rate Soak temp During Hours Hours Cooling Rate

2 - ENSAIOS MECÂNICOS (MECHANICAL TESTS)

2.1 - TRACÇÕES TRANVERSAIS TENSILE TEST TYPE

		E (%) (N/mm ²)	R (N/mm ²)	A (%)	Local da Rutura Fracture Location
Valores Requeridos (Min./Máx.) Tensile requirements (Min./Máx.)		---	440	---	---
Test N°	111-PC-25_T1	---	470	---	MATERIAL BASE (MB)
	111-PC-25_T2	---	466	---	MATERIAL BASE (MB)
	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---

2.2 - DOBRAGENS TRANSVERSAIS a **180** Graus, com punção Ø **40** mm BEND TEST TYPE At degrees with former diameter

Tipo de Dobragem Type of Bend	Defeitos Defects
111-PC-25_DF1	NADA A ASSINALAR
111-PC-25_DF2	NADA A ASSINALAR
111-PC-25_DR1	NADA A ASSINALAR
111-PC-25_DR2	NADA A ASSINALAR

2.3 - RESILIÊNCIAS **---** À temperatura **---** °C TOUGHNESS TEST TYPE Test temperature

Dimensões dos Provetes **---** mm
Dimensions of the specimens

Zona do Entalhe Notch Location	Valor Mínimo Requerido (J) Impact Requirements	Valores Obtidos (J) Impact Results				Valor Médio Obtido (J) Average
Metal Base (Base Metal)	---	---	---	---	---	---
Zona Term. Afectada (HAZ)	---	---	---	---	---	---
Metal de Adição (Weld Metal)	---	---	---	---	---	---

2.4 - FILIAÇÃO DE DUREZAS

Hardness Test

LABMAT Nº L292/09 B

2.5 - MACRO / MICROGRAFIA

Macro/Micro Examination

Ver Doc.

LABMAT Nº L292/09 A

Metal Base Base Metal		Z.T.A. HAZ	Metal Fundido Weld Metal		
1	169/174	4	249/269	7	232/216
2	168/165	5	265/285	8	222/224
3	169/171	6	266/262	9	244/237
13	159/166	10	264/265	---	---
14	163/165	11	242/262	---	---
15	160/164	12	255/234	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---



O Inspector
Inspector



QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDADURA

(WELDING PROCEDURE APPROVAL RECORD - WPAR)

CERTIFICADO N.º
(CERTIFICATE No.)

2009/0148 Rev. 1
(2009-08-26)

PÁGINA
(PAGE)

3/3

DOMÍNIO DE VALIDADE DA QUALIFICAÇÃO:

(EXTENT OF APPROVAL)

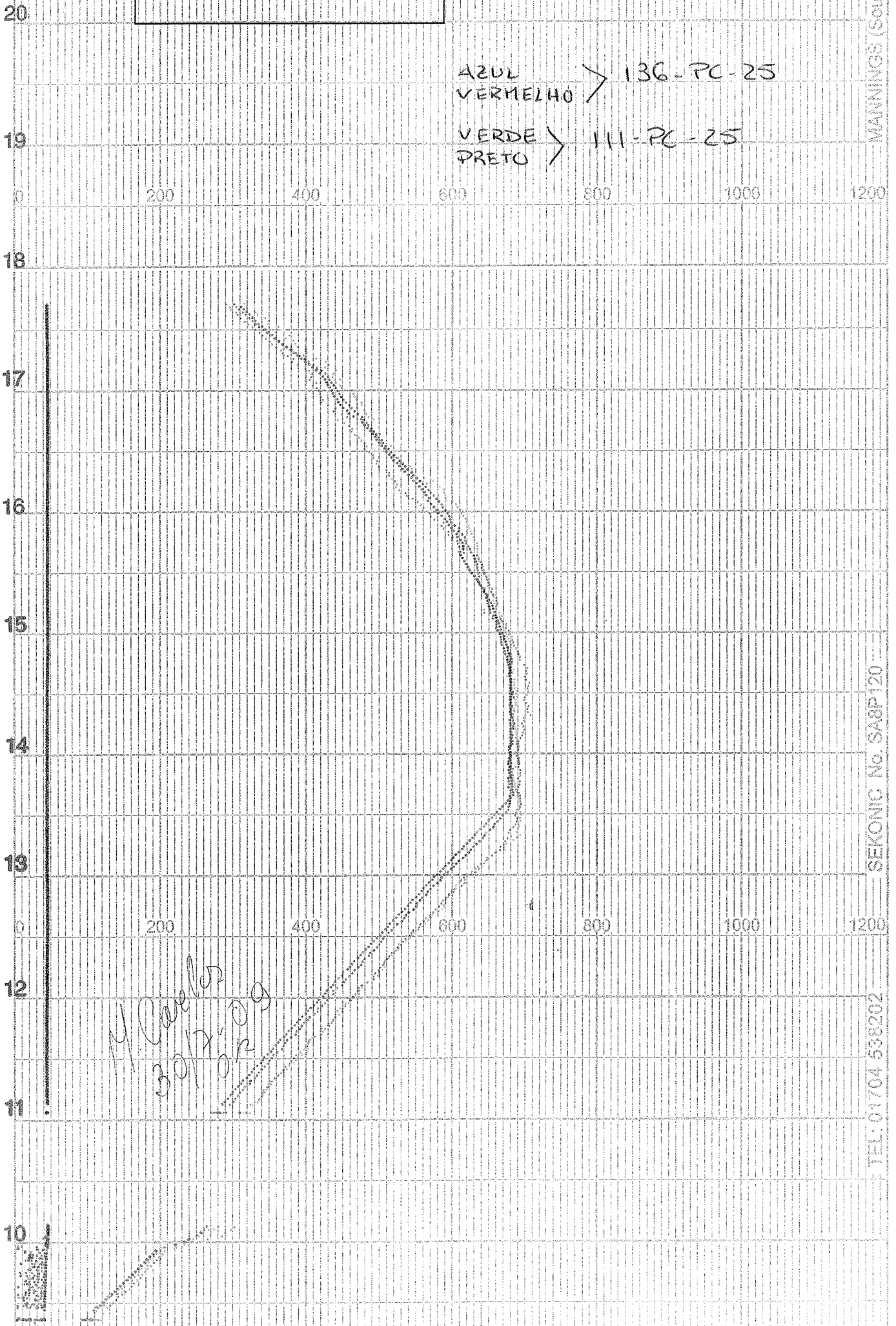
1.	Processo de Soldadura (Welding Process)	111 (ss nb; ss mb ; bs)
2.	Tipo de Junta (Joint Type)	T, P : BW e FW
3.	Metal de Base (Parent Metal)	GB713-97:12Cr1MoV
4.	Espessura do Material (mm) (Material Thickness)	De 12.5 a 50.0
5.	Diâmetro Exterior (mm) (Outside Diameter)	>500 e >150 (PA e PC)
6.	Tipo de Metal de Adição (Filler Metal Type)	EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5
7.	Gás de Protecção / Fluxo (Shielding Gás /-Flux)	NA
8.	Tipo de Corrente de Soldadura (Type of Welding Current)	DCEP
9.	Posições de Soldadura (Welding Positions)	Todas excepto PG e J-L045
10.	Pré-aquecimento (Preheat)	>120
11.	Tratamento Térmico após Soldadura (Post-weld Heat Treatment)	Sim
12.	Outras Informações (Other Information)	---

O RESPONSÁVEL
(Responsible)



Construção Mecânica
Qualificações em Soldadura

Anexo ao certificado ISQ
N:º 2009/0148 Rev. 1



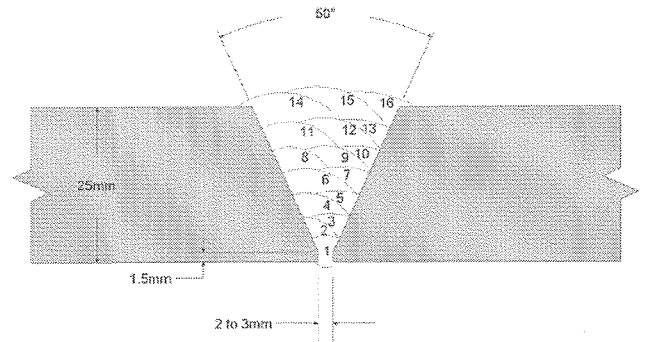
MANNINGS (Southport) LIM

SEKONIC No. SA8P120

TEL: 01704 538202

**ESPECIFICAÇÃO DE SOLDADURA (EPS)***Welding Procedure Specification (WPS)*EPS/WPS n.º **44/91051**Rev. **2**CLIENTE: **ALSTOM PORTUGAL**
*Customer*NORMA / Norm: **ISO 15614-1**Obra / Job n.º **91051**PROJECTO **Denitrification Unit at EDP Power Plant in Sines - Portugal**
*Project*PROCESSO / Process: **111**TIPO / Type: **MANUAL**PQR: **EPSP for PQR approval****JUNTA / Joint**Tipo de junta / Joint Designation: :: **BW**Cobre-junta / Backing: Sim / Yes Não / No

Material / Material:

ESQUEMA / Sketch**MATERIAIS DE BASE / Base metal**

Grupo N.º Designação Especificação

Group No Designation Specification

N/A 12Cr1MoV GBT 3077-99

A / To

N/A 12Cr1MoV GBT 3077-99

Espessuras / Thickness: **25 mm**Diâmetro / Pipe diameter range: **Not Applicable****METAL DE ADIÇÃO / Filler metal****111**

Classificação / Classification

EN 1599 – E CrMo 1 B

Marca / Trade name

EUROTROD MF 29

Diâmetro / Size (mm)

Ø 2,5 / Ø 3,2

Espessura de enchimento / thickness of deposited metal:

Total

Fluxo classificação / Flux designation:

-/-

Marca do fluxo / Flux trade name:

-/-

Outro / Other:

-/-**POSIÇÃO de SOLDADURA / Position****PRÉ-AQUECIMENTO / Preheat**Posição da junta / Position (s): **PC**Temperatura / Temperature: **> 120°C**Progressão / Welding direction: **-/-**Temperatura de Interpassos / Interpass temperature: **< 250 °C**Outros / Others: **-/-**Método / heating method: **Propane****TRATAMENTO TÉRMICO / Heat Treatment****GAS de PROTEÇÃO / Protection gas**Taxa de subida / Increase (°C/h): **< 180°C**

Tipo / Type % Compos. Débito/Flow rate (l/min.)

Patamar / Temperature range (°C): **650°C ± 15°C**Tocha / Shielding: **-/- -/- -/-**Durante / Holding time (h): **1 hour**Purga / Backing: **-/- -/- -/-**Taxa de descida / Decrease (°C/h): **< 180°C until 300°C**Outro / Other: **-/- -/- -/-****CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS / Electrical characteristics**

Tipo de corrente, Polaridade e Gama Amperagem/Voltagem / Type of current, polarity & Amps / Volts range: (Ver tabela abaixo / See table below)

Tipo e Ø electrodo tungsténio / Tungsten electrode size & type: **-/-**Outros / Others: **-/-****TECNICA / Technique**Passes corridos ou balanceados / Run passes or balanced: **Balanced**Oscilação / Oscillation: **< 3xØ Electrode**Limpeza inicial e entre passes / Initial & interpass cleaning: **Grinding**Passes simples ou múltiplos/ **Multiple**Método de limpeza de raiz / Method of root cleaning: **Grinding**

Multiple or single pass (for side):

PASSE Layer No	PROCESSO Process	METAL ADIÇÃO / Filler metal		CORRENTE / Current		VOLT [V]	Velocidade de Avanço Travel speed (mm/min.)	Entrega Térmica Heat Input (kJ/mm)
		Classificação Classification	Diâmetro Size	Polaridade Polarity	AMPERE [A]			
1	111	E CrMo 1 B	Ø 2,5	DCEP (+)	70-85	20-22	60 – 70	< 1,4
2 – 3	111	E CrMo 1 B	Ø 3,2	DCEP (+)	90-110	21-23	110 - 120	< 1,4
4 - 16	111	E CrMo 1 B	Ø 3,2	DCEP (+)	130-145	21-23	140 – 150	< 1,4

SIMI**Aprovações / Approvals**

Elaboração / Created by:	Validação / Validation by:	INSPECÇÃO <input type="checkbox"/>	CLIENTE <input type="checkbox"/>	DONO DA OBRA <input type="checkbox"/>
Técnico de Soldadura	Direcção da Qualidade	FISCALIZAÇÃO <input type="checkbox"/>	EMPREITEIRO <input type="checkbox"/>	OUTRO <input type="checkbox"/>
Sérgio Alentado Assinatura (Visa)	Nuno Assunção Assinatura (Visa) Assinatura (Visa) Assinatura (Visa) Assinatura (Visa)
Data (Date) 09/07/2009	Data (Date) 09/07/2009	Data (Date) / /	Data (Date) / /	Data (Date) / /



山西太钢不锈钢股份有限公司
SHANGKAI TIEGANG STRAINLESS STEEL CO., LTD.

产品质量证明书

QUALITY CERTIFICATE

证书编号: 6310-01-0000286888
Certificate No.
许可证号:
License No.

订单号 Customer No.	060013385-010020	收货单位 CUSTOMER	上海鑫磊科技发展有限公司	收货单位 PURCHASER	上海鑫磊科技发展有限公司																																																
产品名称 PRODUCT	电动用合金钢板	执行标准 STANDARD	GB/T 3273-97 (GB/T 3273-2008)	交货状态 DELIVERY STATE	正火																																																
炉号 HEAT No.	01901334	规格 DIMENSION (mm)	2.5*1400*10,000 L	重量 WEIGHT	11.374																																																
批号 BATCH No.	1207180V	牌号 GRADE		PCS	3																																																
序号 No.	1	560201565	61901334	化学成分 (熔体分析) CHEMICAL COMPOSITION (HEAT ANALYSIS) %																																																	
				C	0.0842																																																
				Mn	0.4420																																																
				P	0.0109																																																
				S	0.0017																																																
				Cr	0.9350																																																
				Ni																																																	
				Cu																																																	
				Al																																																	
				Ti																																																	
				V	0.1050																																																
				Mo	0.2670																																																
合计																																																					
<table border="1"> <tr> <th colspan="4">拉伸试验 TENSILE TEST</th> <th colspan="2">冲击功 IMPACT</th> <th colspan="2">时效处理 AGING</th> <th colspan="2">无损探伤 NDT</th> <th colspan="2">硬度 HARDNESS</th> <th colspan="2">金相组织 METALLOGRAPHY</th> <th colspan="2">表面缺陷 SURFACE DEFECT</th> </tr> <tr> <th>屈服 Y.S. MPa</th> <th>抗拉 T.S. MPa</th> <th>伸长率 EL. %</th> <th>断面收缩率 RA %</th> <th>AK</th> <th>J</th> <th>常温</th> <th>331.0</th> <th>322.0</th> <th>295.0</th> <th>331.0</th> <th>322.0</th> <th>295.0</th> <th>331.0</th> <th>322.0</th> <th>295.0</th> </tr> <tr> <td>300</td> <td>300</td> <td>94.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						拉伸试验 TENSILE TEST				冲击功 IMPACT		时效处理 AGING		无损探伤 NDT		硬度 HARDNESS		金相组织 METALLOGRAPHY		表面缺陷 SURFACE DEFECT		屈服 Y.S. MPa	抗拉 T.S. MPa	伸长率 EL. %	断面收缩率 RA %	AK	J	常温	331.0	322.0	295.0	331.0	322.0	295.0	331.0	322.0	295.0	300	300	94.0													
拉伸试验 TENSILE TEST				冲击功 IMPACT		时效处理 AGING		无损探伤 NDT		硬度 HARDNESS		金相组织 METALLOGRAPHY		表面缺陷 SURFACE DEFECT																																							
屈服 Y.S. MPa	抗拉 T.S. MPa	伸长率 EL. %	断面收缩率 RA %	AK	J	常温	331.0	322.0	295.0	331.0	322.0	295.0	331.0	322.0	295.0																																						
300	300	94.0																																																			
<p>备注 REMARKS</p> <p>1. 用户提出特殊要求时, 请提供证书号, 订单号, 批次号, 交货单号, 炉号, 牌号, 规格, 重量等信息。 In case of dispute the purchaser shall supply the number of certificate, contract, batch, weight, heat, and grade, dimension, quantity, etc.</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p> <p>4. _____</p> <p>5. _____</p>																																																					
地址 (ADDR)	中国山西省太原市尖草坪区				电话 (TEL)	3017816	传真 (FAX)	3017816	制表人 (DRAFTER)	高亮	日期 (DATE)	2008.08.28																																									



本产品质量证明书的有效性, 依赖于本公司的质量管理体系, 并符合 GB/T 19001 标准的要求。如有异议, 请及时向本公司质量管理部门提出。
The validity of this quality certificate depends on our quality management system, which conforms to the requirements of GB/T 19001. If there are any objections, please raise them to our quality management department in time.

山西太钢不锈钢股份有限公司 山西太钢不锈钢股份有限公司 山西太钢不锈钢股份有限公司
SHANGKAI TIEGANG STRAINLESS STEEL CO., LTD. SHANGKAI TIEGANG STRAINLESS STEEL CO., LTD. SHANGKAI TIEGANG STRAINLESS STEEL CO., LTD.

交货单号: 660773000



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 1 of 4

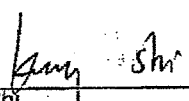
SGS-CSTC

The following sample(s) was/ were submitted and identified on behalf of the client as:

Sample Name : Steel structure(12Cr1MoV)
Sample Number : SM090403802
SGS Ref. No. : IN-SH-PRJ-09011-01-006
Heat No. : 1# B1901334, 2# B2801237, 3# B5802689, 4# 138073, 5# B2901254,
6# 129501, 7# B1901233, 8# B2900949, 9# 127810
Thickness : 1# t=25, 2# t=22, 3# t=20, 4# t=16, 5# t=15, 6# t=12, 7# t=8, 8# t=6, 9# t=4
Test Required : Chemical composition analysis, Tensile test, Bend test, Impact test
Date of Receipt : Apr.09,2009
Test Period : Apr.09,2009 to Apr.15,2009

Test result(s) : For further details, please refer to the following page(s)
***** To be continued*****

Signed for SGS-CSTC Standards
Technical Services Co., Ltd


Kelly Shi
Authorized signatory

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without prior approval of the Company.

SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch

6th Floor, No.618 Block 1159/11th Building, Block 1365, Kangjiao East Road, Pudong District, Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
中国-上海-浦东康桥东路1365弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124533

Member of the SGS Group (SGS SA)

TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 2 of 4

1. Chemical composition analysis:

Test method: OES

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
Result, %-1#	0.10	0.27	0.43	0.015	0.005	0.92	0.26	0.16
Requirement, %	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	≤0.030	≤0.030	0.90~ 1.20	0.25~ 0.35	0.15~ 0.30
Conclusion	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. Tensile test:

Test method: GB/T 228-2002

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{eL}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥430	≥235	≥19	/
1#	470	275	33.0	Pass
2#	470	255	33.0	Pass
3#	465	265	37.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(16mm<thickness≤100mm).

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{eL}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥440	≥245	≥19	/
4#	450	285	30.0	Pass
5#	550	450	25.5	Pass
6#	485	335	28.0	Pass
7#	510	375	29.5	Pass
8#	525	390	34.5	Pass
9#	570	425	28.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(6mm≤thickness≤16mm).

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not create parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated, the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full and with the prior approval of the Company.



SHML 124534
 8° Building, No.68, Block 1159/117° Building, Block 1365, Kangjiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t(86-21) 68183233/68183239 f(86-21) 68183122/68183908 www.cn.sgs.com
 中国·上海·浦东康桥东路1365弄17号楼/1159弄09号8号楼 邮编 201319 t(86-21) 68183233/68183239 f(86-21) 68183122/68183908 e sgs.china@sgs.com



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 3 of 4

3. Bend test:
Ref. standard: GB/T 232-1999, GB 713-1997

Test item	Sample	Thickness (t) (mm)	Bend diameter (d) (mm)	Bend angle	Result	Conclusion
Bend test	1#	25	3t	180°	No crack	Pass
	2#	22	3t	180°	No crack	Pass
	3#	20	3t	180°	No crack	Pass
	4#	16	3t	180°	No crack	Pass
	5#	15	3t	180°	No crack	Pass
	6#	12	3t	180°	No crack	Pass
	7#	8	3t	180°	No crack	Pass
	8#	6	3t	180°	No crack	Pass
	9#	4	3t	180°	No crack	Pass

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full and without the prior approval of the Company.



SHML 124535

SGS-CTI Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch Materials Laboratory

6th Building, No.89 Block 1150/11th Building, Block 1385, Kangqiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233 / 68183239 f (86-21) 68183122 / 68183906 www.cn.sgs.com
 中国·上海·浦东康桥东路1365弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t(86-21) 68183233 / 68183239 f(86-21) 68183122 / 68183906 e sgs.china@sgs.com

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 4 of 4

4. Impact test:
Test method: GB/T 229-2007
Specimens: Charpy V-notch
Test temperature: 20°C

Test item	Dimension of specimen	Sample	Absorbed energy, (J)			Req (J)	Conclusion
			>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		
Charpy impact	55mmx10mmx10mm	1#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	Full size: Average ≥31 Single ≥21.7	Pass
	55mmx10mmx10mm	2#	>300* (unbroken)	≈260	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	3#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	4#	>300* (unbroken)	≈282	234		Pass
	55mmx10mmx10mm	5#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	6#	≈248	≈295	≈282		Pass
	55mmx10mmx5mm	7#	105	118	123		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	8#	30	30	30		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	9#	26	26	26		Pass

Note: 1. The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. * indicates the results exceeded the machine capacity (300J).

***** End of report *****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated, the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without the prior approval of the Company.



SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch / Materials Laboratory

8th Building, No. 69 Road 1159 11th Building, Block 1365, Kangqiao East Road Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t: (86-21) 68183233 / 68183239 f: (86-21) 68183122 / 68183906 www.cn.sgs.com
中国·上海·浦东康桥东路1365弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t: (86-21) 68183233 / 68183239 f: (86-21) 68183122 / 68183906 e: sgs.china@sgs.com

SHML 124537

Member of the SGS Group (SGS SA)



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT Nº: 439/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

EUROTROD MF 29 Lote/ Batch/ Lot : L-132578506 2,5 x 350 mm

NORMAS / SPÉCIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 1599: E CrMo 1 B

AWS A5.5: E 8018-B2

ANÁLISE QUÍMICA do METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL CHEMICAL COMPOSITION/ ANALYSE CHIMIQUE DU MÉTAL DÉPOSÉ (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,07	0,57	0,64	0,017	0,013	1,21	---	0,49	---	---

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL MECHANICAL PROPERTIES/ CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU METAL DEPOSE:

EN 10 204-2.2

T. CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm ⁻²)	T. ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm ⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C) (J)	
>480	>550	>20	---	---

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

TERMO DE RESPONSABILIDADE/ RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées

ELECTRO-PORTUGAL, LDA.
O DIRECTOR DA QUALIDADE

20 / 04 / 09



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT N°: 033/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

EUROTROD MF 29	Lote/ Batch/ Lot : 133555206	3,2 x 350 mm
-----------------------	-------------------------------------	---------------------

NORMAS / SPECIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 1599: E CrMo 1 B	
AWS A5.5: E 8018-B2	

ANÁLISE QUÍMICA do METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL CHEMICAL COMPOSITION/ ANALYSE CHIMIQUE DU MÉTAL DÉPOSÉ (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,07	0,64	0,72	0,015	0,011	1,23	---	0,49	---	---

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL MECHANICAL PROPERTIES/ CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU METAL DEPOSE:

EN 10 204-2.2

T. CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm⁻²)	T. ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C) (J)	
>480	>550	>20	---	---

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

--

TERMO DE RESPONSABILIDADE/ RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.


CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées

ELECTRO-PORTUGAL, LDA.
O DIRECTOR DA QUALIDADE

09 / 01 / 09

	FICHA TÉCNICA	FT-DT.26.06
	EUROTROD MF 29	PÁG. 1/1

EMPRESA CERTIFICADA:



CLASSIFICAÇÃO:

**AWS/ASME SFA 5.5: E 8018-B2
EN 1599 – E CrMo 1 B 42 H5**

DESCRIÇÃO:

Eléctrodo com revestimento básico, para soldadura de aços de baixa liga resistentes ao calor e à fluência até 530°C. Boa soldabilidade em todas as posições, escória facilmente destacável, metal depositado sem fissuras.

MATERIAIS/CAMPO DE APLICAÇÃO:

13 Cr Mo 4 4, 16 Cr Mo 4 4, 22 Cr Mo 4 4	15 Cr 3, 16 Mn Cr 5, 20 Mn Cr 5
15 Cr Mo 5, 24 Cr Mo 5	
GS-25 Cr Mo 5 5, GS-22 Cr Mo 5 4	

CARACTERÍSTICAS DO METAL DEPOSITADO:

Composição Química (%):

C	Si	Mn	Cr	Mo	P	S
0,07	0,55	0,65	1,20	0,50	< 0,02	< 0,02

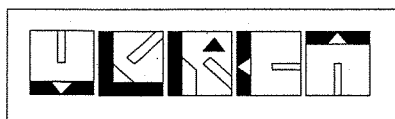
Propriedades Mecânicas (após tratamento térmico):

Limite Elástico (N/mm ²)	Tensão Rotura (N/mm ²)	Alongamento 5d (%)
>480	>550	>20

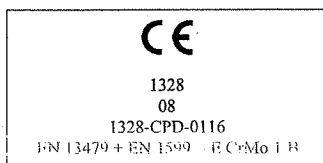
INFORMAÇÕES DIVERSAS:

PARÂMETROS DE SOLDADURA				EMBALAGEM VÁCUO	
Diâmetro Eléctrodo (mm)	Comprimento Eléctrodo (mm)	Intensidade Corrente (A)	Tipo Corrente (Polo +)	Eléctrodo /Caixa (Un)	Peso /Caixa (kg)
2,5	350	65 – 90	DC	85	1,9
3,2	350	90 – 130	DC	55	1,9
4,0	350	140 – 180	DC	40	2,0
5,0	450	190 – 230	DC	30	3,2

POSIÇÕES DE SOLDADURA:



OBSERVAÇÕES:



Atenção às especificações de pré-aquecimento e tratamento térmico pós-soldadura, indicadas para o metal base.



RELATÓRIO DE CONTROLE POR LÍQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT INSPECTION REPORT

Obra Nº: Job N.	END T/340/09	Relat. Nº: Report N.	LP 01	Cliente: Client	SIMI - Sociedade Internacional de Montagens Industriais 1600-131 Lisboa	Página: Page	1/1
---------------------------	--------------	--------------------------------	-------	---------------------------	--	------------------------	-----

Instalação / Complex _____

Elemento(s) controlado(s)
Inspected elements Provete de qualificação de procedimento ref. 111-PC-25

Área controlada
Inspected area 100% da soldadura

FASE DE INSPECÇÃO / INSPECTION MOMENT:

Matéria prima Raw material	<input type="checkbox"/>	Controle de construção Construction inspection	<input checked="" type="checkbox"/>	Controle de manutenção In service inspection	<input type="checkbox"/>	Remoção de defeitos Defects removal	<input type="checkbox"/>
Antes T. Térmico Before HT	<input type="checkbox"/>	Após T. Térmico After HT	<input checked="" type="checkbox"/>	Após reparação After repair	<input type="checkbox"/>		

CONTROLE DE / EXAMINATION:

Soldadura Weld	<input checked="" type="checkbox"/>	Chapa Plate	<input type="checkbox"/>	Tubo Pipe	<input type="checkbox"/>	Vazados Casting	<input type="checkbox"/>	Outros Other	<input type="checkbox"/>
Material base Parent material	<u>12 Cr1MoV</u>			Espessura Thickness	<u>25</u> mm	Esquema Scheme	_____		

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITION:

Estado da superfície
Surface condition Adequada ao ensaio

Ensaio de acordo com
Test performed according EN 571-1: 1997

Critério de aceitação
Acceptance criteria EN 1289: 2000

EQUIPAMENTO / EQUIPMENT:

Agentes de limpeza: Cleaning agents:	Marca: Brand:	<u>CGM</u>	Lote:L ot:	<u>019/9</u>	Tipo: Type:	<u>Velnet - Solnet</u>	Referência: Reference:	<u>R 2.60</u>
Penetrante: Penetrant:	<u>CGM</u>	<u>13468</u>	<u>Rotvel Avio B</u>	<u>R 2.72</u>				
Removedor: Remover:	<u>CGM</u>	<u>019/9</u>	<u>Velnet - Solnet</u>	<u>R 2.60</u>				
Revelador: Developer:	<u>CGM</u>	<u>016/9</u>	<u>Rotrivel U / White W</u>	<u>R 2.82</u>				
Temperatura Temperature	<u>± 20° C</u>	Tempo de penetração Penetrating time	<u>10</u> min	Tempo de revelação Developing time	<u>10</u> min			
Luz Branca / White light	<input type="checkbox"/>	Luz UV / UV light	<input type="checkbox"/>	Equipamento Nº / Equipment N.	_____			

RESULTADOS / RESULTS:

(Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern the tested items)

Conforme critério de aceitação In accordance with acceptance criteria	<input checked="" type="checkbox"/>	_____
Não conforme critério de aceitação Not in accordance with acceptance criteria	<input type="checkbox"/>	_____
Indicações registadas na peça Registered indications	<input type="checkbox"/>	_____

Observações / Observations:

- Indicações Lineares Relevantes = (l > 1,6mm) ou comprimento superior a três vezes a largura (l > 3w). Indicações Arredondadas (l <= 3w).
- Relevant Linear Indications = (l > 1,6mm) or length greater than three times the width (l > 3w). Rounded Indications (l <= 3w).

Local / Place ISQ - Tagus Park Data / Date 31-Jul-2009

Executado por: Executed by F. Anastácio Nível / Level 2 Interpretado por: F. Anastácio Nível / Level 2

Interpretance by

F. Anastácio

F. Anastácio

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO INTEGRALMENTE / THIS REPORT CAN ONLY BE REPRODUCED INTEGRALLY

LABEND 3/002.4/08



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE TRACÇÃO/ TENSILE TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE:

ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 04-08-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 20-08-2009

TESTING DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

DIVULGAÇÃO Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

Opiniões ou opiniões expressas neste relatório não estão incluídas no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. /

Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:

Marta Freitas

Data/ Date: 21-08-2009

Aprovado por/ Approved by:

Manuel Gomes

Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor

Data/ Date:

Descrição do produto

Product description

Chapa Soldada; Ref.^a do pedido. 441/9144Ref.^a Corpo de Prova: 111-PC-25

Processo de soldadura

Welding process

111

Material de base

Parent material

12Cr1MoV/GB713-97

Esp.: 25.0mm

Material de adição

Weld material

EN1599 : E Cr Mo 1 B / Eurorod MF29

Tipo de provete

Specimen type

Prismático

Temperatura ambiente

Room temperature

22°C

Procedimento / Norma

Procedure / Standard

Qualificação: EN ISO 15614-1:2004/A1:2008

Ensaio: NP EN 10002-1:2006

RESULTADOS / RESULTS:

Referência/ reference	Provete / Test specimen				Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ inicial/ section So mm ²	Comp. Refº/ Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
111-PC-25_T1	21,2	25,1	532,1	----	22	----	470	----	----	----	----	MB
111-PC-25_T2	21,1	25,1	529,6	----	22	----	466	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture;

RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

OBS:



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DOBRAGEM-REDOBRAGEM/ BEND-REBEND TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE:

ADDRESS

DATA DE RECEÇÃO DE AMOSTRAS: 04-08-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 20-08-2009

TESTING DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

DIVULGAÇÃO: Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:

Marta Freitas

Data/ Date: 21-08-2009

Aprovado por/ Approved by:

Manuel Gomes

Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor

Data/ Date:

Procedimento / Norma

Procedure / Standard

Qualificação: EN ISO 15614-1:2004/A1:2008

Ensaio: NP EN 910:1999

Tratamento Térmico

Heat Treatment

Na

Descrição do produto

Product description

Chapa Soldada; Ref.ª do pedido. 441/9144

Ref.ª Corpo de Prova: 111-PC-25

Processo de soldadura

Welding process

111

Material de base

Parent material

12Cr1MoV/GB713-97

Esp.: 25.0mm

Material de adição

Weld material

EN1599 : E Cr Mo 1 B / Eurotrode
MF29

Tipo de provete

Specimen type

Prismático

Temperatura ambiente

Room temperature

22°C

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento refª/ Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter a mm	Largura/ Width b mm								
111-PC-25_DL1	10,1	24,8	40	4	65	180	----	----	----	NA
111-PC-25_DL2	10,1	24,8	40	4	65	180	----	----	----	NA
111-PC-25_DL3	10,1	24,7	40	4	65	180	----	----	----	NA
111-PC-25_DL4	10,1	24,7	40	4	65	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;

NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

OBS:

LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS
ENSAIO MACROGRÁFICO/ MACROGRAPHIC TEST

 L00701
Ensaio

Cliente: SIMI / CMEC-QS
Client
Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaíde Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 20/08/2009
Sample(s) reception date
Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at
Data de realização dos ensaios: 20/08/2009
Testing date
Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at
Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution
NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:

 Hugo Álvares
Gervásio Pimenta

Aprovado por / Approved by:

 Gervásio Pimenta
Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009-08-20

Data/Date 2009.08.20

NORMA:
STANDARD
EN 1321: 1996
Referência da amostra / Test specimen:

Ref: do pedido: 0441/9144

Ref: corpo de prova: 111-PC-25

Processo de soldadura / Welding process:

111

Material de adição / Weld material:

EN 1599: E CrMo1 B / EUROTROD MF29

Material de base / Parent material:

12 Cr1MoV / GB713-97

Orientação da secção / Section orientation:

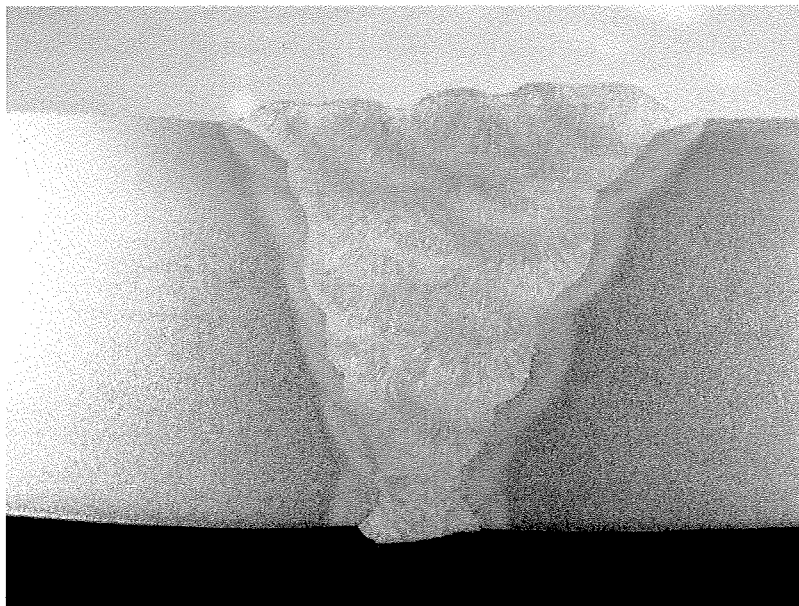
Transversal

Reagente de contração / Etchant:

Nital 2%

Ampliação / Magnification:

X 2,2

Observação / Observation#: --

Caso aplicável, norma de classificação de imperfeições / Standard: ISO 6520: 2001

Classificação / Classification *	Dimensões Relevantes / Meaningfull Dimensions#
--	--
--	--
--	--

*Analisadas imperfeições das classes fissuras, cavidades, inclusões sólidas e falta de fusão. / Only imperfections falling into groups: cracks, cavities, solid inclusions and lack of fusion are analysed.



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DUREZA EM JUNTAS SOLDADAS/ WELDED JOINTS HARDNESS TEST

L0070
Ensaíos

Cliente: SIMI / CMEC -QS
Client

Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaíde Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 20/08/2009
Sample(s) reception date

Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at

Data de realização dos ensaios: 20/08/2009
Testing date

Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at

Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:

Hugo Álvares
Gervásio Pimenta

Data/Date 2009.08.20

Aprovado por / Approved by:

Gervásio Pimenta
Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009.08.20

PROCEDIMENTO/ NORMA PROCEDURE/ STANDARD	1043-1:1995	Tipo de ensaio Type test	HV	Força Force (kgf)	10
--	-------------	-----------------------------	----	----------------------	----

Processo de Soldadura <i>Welding process</i>	
111	
Material base <i>Parent material</i>	
12 Cr1MoV / GB713-97	
Material de adição <i>Weld material</i>	
EN 1599: E CrMo1 B / EUROTROD MF29	
Tratamento após soldadura <i>Treatment after welding</i>	
--	

Identificação da amostra
Sample identification

Ref: do pedido: 0441/9144
Ref: corpo de prova: 111-PC-25



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

RESULTADOS/ RESULTS:

Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filiação <i>1st row</i>	2ª Filiação <i>2nd row</i>
MB1/PM1	1	169	174
	2	168	165
	3	169	171
ZTA1/HAZ1	4	249	269
	5	265	285
	6*	266	262
MF/WM	7	232	216
	8	222	224
	9	244	237
ZTA1/HAZ1	10*	264	265
	11	242	262
	12	255	234
MB1/PM1	13	159	166
	14	163	165
	15	160	164

As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância <0,5 mm da linha de fusão. *Indentation 6 and 10 are located at a distance <0,5 mm of the fusion line.*

COMENTÁRIOS/ COMMENTS#:

Anexo I – Procedimento de Soldadura referência 2009/0149
Rev.1



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE



Certificado de Qualificação

PROCEDIMENTO DE SOLDADURA WELDING PROCEDURE QUALIFICATION CERTIFICATE

CERTIFICADO. N.º **2009/0149 Rev.1**
CERTIFICATE No. (2009-08-26)

CÓDIGO **EN ISO 15614-1:2004**
CODE

PÁGINA **1/3**
PAGE

A - EMPRESA (COMPANY) **SIMI - SOCIEDADE INDUSTRIAL DE MONTAGENS INDUSTRIAIS, SA.** (EPSP:43/91051 REV2)

B - SOLDADOR / OP. DE SOLDADURA **AUGUSTO JOSÉ CARRIÇO QUINTINO**
WELDER/WELDING OPERATOR

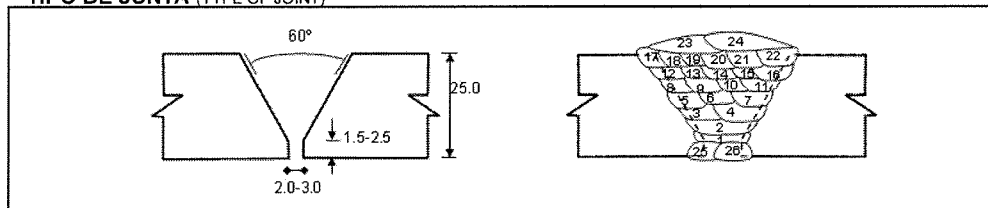
C - METAL DE BASE (BASE METAL)
Designação: **GB713-97:12Cr1MoV** (---) Esp. Thick. **25.0** mm Ø --- mm
Specification
Proveniência **SHANXI TAIGANG STAINLESS STEEL CO.,LTD** Nº. de Vaz. **B1901334**
Origin
Designação: --- (---) Esp. Thick. --- mm Ø --- mm
Specification
Proveniência --- Nº. de Vaz. ---
Origin Heat Nº.

D - METAL DE ADIÇÃO (FILLER METAL)

Tipo (Type)	Designação (Specification)	Desig. Comercial (Trade Mark)	Nº. Lote (Batch Nº.)	Ø mm
FIO FLUXADO	EN12071: T CrMo1 P C 2	SC-81B2	MF9610C	1.2
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

E - PROCESSO DE SOLDADURA (WELDING PROCESS) **136 (bs)**

F - TIPO DE JUNTA (TYPE OF JOINT)



G - POSIÇÃO DE EXECUÇÃO (POSITION)

PC

H - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO (WELDING VARIABLES)

Tipo de gás: **EN ISO 14175-C1**
Gas type:

Caudal **14** l/min
Flow rate

	1	2-3	4	5-8	9-10	11-24	25-26
Passe (Pass)	1	2-3	4	5-8	9-10	11-24	25-26
Metal de Adição (Ø mm) (Filler Metal)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Intensidade (A) (Current)	90-110	180-200	180-200	180-200	180-200	185-205	185-205
Voltagem (V) (Voltage)	20-22	23-25	23-25	23-25	23-25	23-25	23-25
Vel. de Sold. (cm/min) (Welding Speed)	16.0	37.0	24.0	35.0-37.0	42.0	35.0-45.0	28.0

Pré-aquecimento **>120** °C
Pre-heating

Temperatura Interpasses **≤250** °C
Interpass Temperature

Corrente/Polaridade
Type of current/Polarity

DCEP

I - CONTROLE DE EXECUÇÃO DE ENSAIOS (CONTROL AND TESTS)

<input checked="" type="checkbox"/> Exame Visual (Visual Examination)		<input checked="" type="checkbox"/> Dobragens / Fractura (Guided-Bend / Fracture Test)	LABMAT nº EM651/09_B
<input checked="" type="checkbox"/> Radiografia / Ultra Sons (Radiographic / Ultrasonic test)	Obra Nº: ENDT/340/09 Rel. Nº: UT 03 e UT 04	<input type="checkbox"/> Resiliências (Toughness Test)	---
<input checked="" type="checkbox"/> Liq. Penetrantes / P.-Magnéticas (Dye Penetrant / Magnetic-Particle test)	Obra Nº: ENDT/340/09 Rel. Nº: LP 03 e LP 04	<input checked="" type="checkbox"/> Durezas/Análise Química (Hardness Test/ Chemical Anal.)	LABMAT Nº L293/09 B
<input checked="" type="checkbox"/> Ensaio de Tração / Nick-Break (Tensile / Nick-Break Test)	LABMAT nº EM651/09_A	<input checked="" type="checkbox"/> Macro/Micrografia (Macro/Micrography)	LABMAT Nº L293/09 A

J - RESULTADO (RESULT)

O Procedimento de Soldadura foi qualificado pelo Instituto de Soldadura e Qualidade em conformidade
The Welding Procedure has been qualified by Instituto de Soldadura e Qualidade in accordance

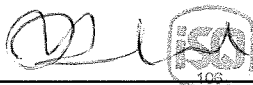
com o código mencionado, em **2009-08-23**
With the above mentioned code on the

Anexo (Enclosures)



23 Págs. (Pages)

O Inspector:
Inspector



O responsável:
Responsible



Construção Mecânica
Qualificação em Soldadura



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE

RELATÓRIO DE ENSAIO

TESTS REPORT



CERTIFICADO N.º 2009/0149 Rev.1 (2009-08-26)
 CERTIFICATE No.

DATA 2009-08-23 PÁGINA 2/3
 DATE PAGE

CÓDIGO / NORMA / ESPECIFICAÇÃO
 CODE / STANDARD / SPECIFICATION

EN ISO 15614-1:2004

1 - CICLOS TÉRMICOS (THERMAL CYCLES)

Pré-aquecimento >120 °C Pós-aquecimento --- °C Durante ---
 Pre-heating Post-heating During

Tratamento Térmico: Procedimento RESISTÊNCIA Controle TERMOPARES
 Heat treatment Method Control by

Temperatura: Subida 142 °C/h Patamar 680 °C/Durante 1 Horas Descida 134 °C/h
 Temperature Heating rate Soak temp During Hours Cooling Rate

2 - ENSAIOS MECÂNICOS (MECHANICAL TESTS)

2.1 - TRACÇÕES TRANVERSAIS TENSILE TEST TYPE

		E (%) (N/mm ²)	R (N/mm ²)	A (%)	Local da Rutura Fracture Location
Valores Requeridos (Min./Máx.) Tensile requirements (Min./Máx.)		---	440	---	---
Test N°	136-PC-25_T1	---	467	---	MATERIAL BASE (MB)
	136-PC-25_T2	---	468	---	MATERIAL BASE (MB)
	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---

2.2 - DOBRAGENS TRANSVERSAIS a 180 Graus, com punção Ø 40 mm BEND TEST TYPE At degrees with former diameter

Tipo de Dobragem Type of Bend	Defeitos Defects
136-PC-25_DL1	NADA A ASSINALAR
136-PC-25_DL2	NADA A ASSINALAR
136-PC-25_DL3	IMPERFEIÇÃO INFERIOR A 3mm
136-PC-25_DL4	NADA A ASSINALAR

2.3 - RESILIÊNCIAS --- À temperatura --- °C TOUGHNESS TEST TYPE Test temperature

Dimensões dos Provetes --- mm
 Dimensions of the specimens

Zona do Entalhe Notch Location	Valor Mínimo Requerido (J) Impact Requirements	Valores Obtidos (J) Impact Results				Valor Médio Obtido (J) Average
Metal Base (Base Metal)	---	---	---	---	---	---
Zona Term. Afectada (HAZ)	---	---	---	---	---	---
Metal de Adição (Weld Metal)	---	---	---	---	---	---

2.4 - FILIAÇÃO DE DUREZAS Hardness Test

LABMAT Nº L293/09 B

2.5 - MACRO / MICROGRAFIA Macro/Micro Examination

Ver Doc.

LABMAT Nº L293/09 A

Metal Base Base Metal		Z.T.A. HAZ	Metal Fundido Weld Metal		
1	168/153/160	4	260/241/269	7	225/236/257
2	167/156/159	5	254/237/272	8	225/247/247
3	170/157/161	6	254/237/272	9	205/241/243
13	164/159/157	10	258/234/256	---	---
14	165/151/156	11	257/247/249	---	---
15	165/155/155	12	245/261/242	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---

O Inspector
Inspector

**QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDADURA**
(WELDING PROCEDURE APPROVAL RECORD - WPAR)**CERTIFICADO N.º**
(CERTIFICATE No.)**2009/0149 Rev. 1**
(2009-08-26)**PÁGINA**
(PAGE)**3/3****DOMÍNIO DE VALIDADE DA QUALIFICAÇÃO:**
(EXTENT OF APPROVAL)

1.	Processo de Soldadura (Welding Process)	136 (bs)
2.	Tipo de Junta (Joint Type)	T, P : BW e FW
3.	Metal de Base (Parent Metal)	GB713-97:12Cr1MoV
4.	Espessura do Material (mm) (Material Thickness)	De 12.5 a 50.0
5.	Diâmetro Exterior (mm) (Outside Diameter)	>500 e >150 (PA e PC)
6.	Tipo de Metal de Adição (Filler Metal Type)	EN12071: T CrMo1 P C 2
7.	Gás de Protecção / Fluxo (Shielding Gás /-Flux)	EN ISO 14175-C1
8.	Tipo de Corrente de Soldadura (Type of Welding Current)	DCEP
9.	Posições de Soldadura (Welding Positions)	Todas excepto PG e J-L045
10.	Pré-aquecimento (Preheat)	>120
11.	Tratamento Térmico após Soldadura (Post-weld Heat Treatment)	Sim
12.	Outras Informações (Other Information)	---

O RESPONSÁVEL
(Responsible)Construção Mecânica
Qualificações em Soldadura

Anexo ao certificado ISQ
N.º 2009/0149 Rev. 1

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10

0 200 400 600 800 1000 1200

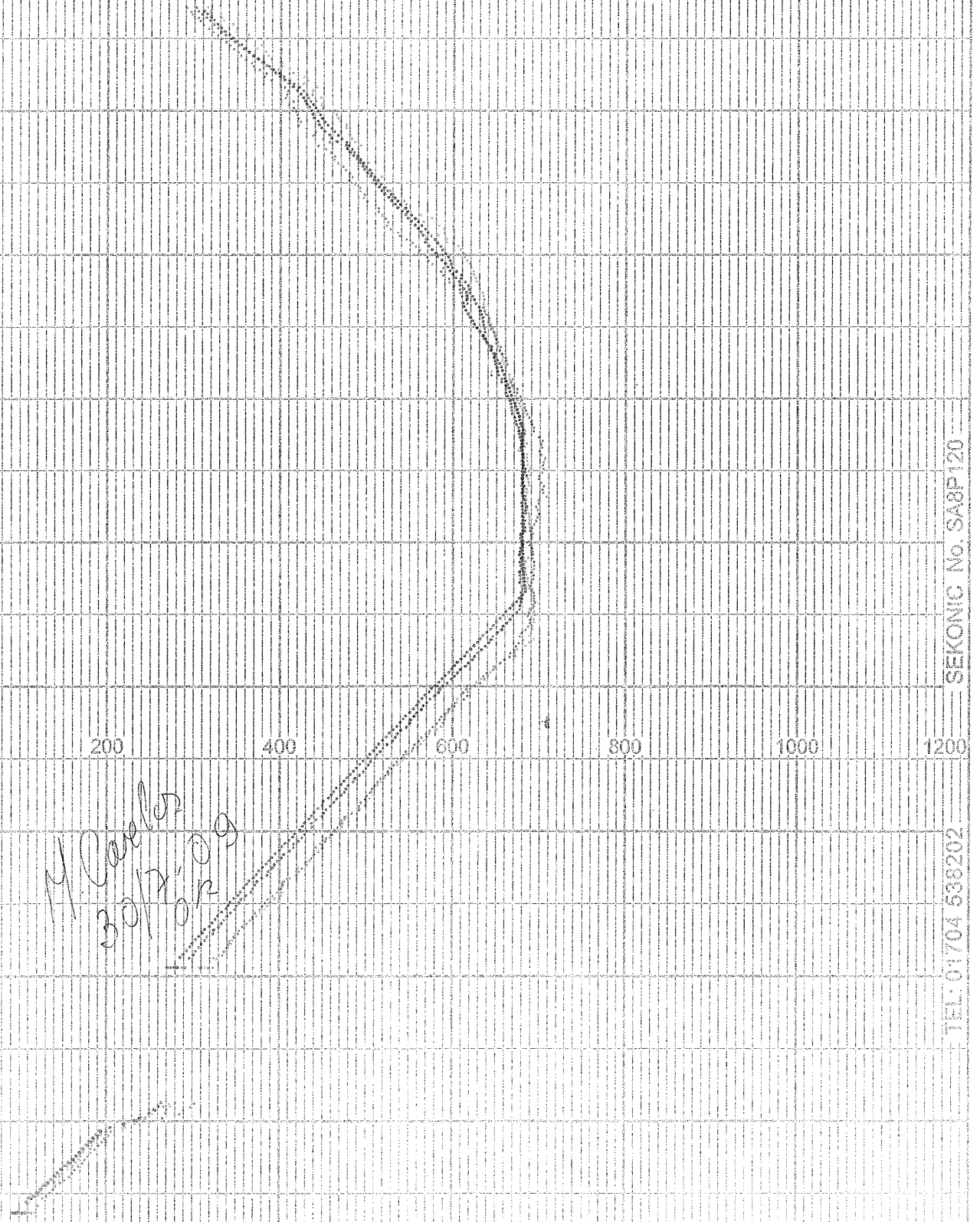
AZUL > 136-PC-25
VERMELHO >
VERDE > 111-PC-25
PRETO >


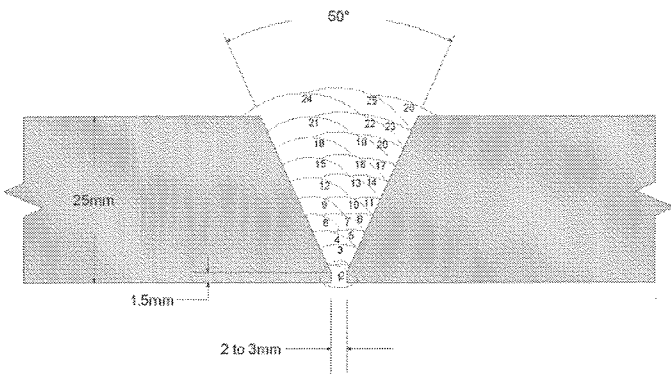
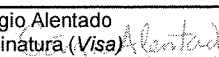

M. Carlos
30/7/09

MANNINGS (Southport) LIM

SEKONIC No SA8P120

TEL: 01704 538202



	ESPECIFICAÇÃO DE SOLDADURA (EPS)		EPS/WPS n.º 43/91051																	
	<i>Welding Procedure Specification (WPS)</i>		Rev. 2																	
	CLIENTE: ALSTOM PORTUGAL <i>Customer</i>			NORMA / Norm: ISO 15614-1	Obra / Job n.º 91051															
PROJECTO Denitrification Unit at EDP Power Plant in Sines - Portugal <i>Project</i>																				
PROCESSO / Process: 136	TIPO / Type: SEMI-AUTO		PQR: EPSP for PQR approval																	
JUNTA / Joint Tipo de junta / Joint Designation : BW :: Cobre-junta / Backing : Sim / Yes <input type="checkbox"/> Não / No <input checked="" type="checkbox"/> Material / Material :		ESQUEMA / Sketch 																		
MATERIAIS DE BASE / Base metal <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Grupo N.º <i>Group No</i></th> <th>Designação <i>Designation</i></th> <th>Especificação <i>Specification</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">12Cr1MoV</td> <td style="text-align: center;">GBT 3077-99</td> </tr> <tr> <td colspan="3">A / To</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">12Cr1MoV</td> <td style="text-align: center;">GBT 3077-99</td> </tr> </tbody> </table> Espessuras / Thickness : 25 mm Diâmetro / Pipe diameter range: Not Applicable		Grupo N.º <i>Group No</i>	Designação <i>Designation</i>	Especificação <i>Specification</i>	N/A	12Cr1MoV	GBT 3077-99	A / To			N/A	12Cr1MoV	GBT 3077-99							
Grupo N.º <i>Group No</i>	Designação <i>Designation</i>	Especificação <i>Specification</i>																		
N/A	12Cr1MoV	GBT 3077-99																		
A / To																				
N/A	12Cr1MoV	GBT 3077-99																		
METAL DE ADIÇÃO / Filler metal		136																		
Classificação / Classification		EN12071: T CrMo1 P C 2		(E 81T1-B2)																
Marca / Trade name		SC-81B2																		
Diâmetro / Size (mm)		Ø 1,2mm																		
Espessura de enchimento / thickness of deposited metal:		Total																		
Fluxo classificação / Flux designation:		-/-																		
Marca do fluxo / Flux trade name:		-/-																		
Outro / Other:		-/-																		
POSIÇÃO de SOLDADURA / Position		PRÉ-AQUECIMENTO / Preheat																		
Posição da junta / Position (s): PC		Temperatura / Temperature: > 120°C																		
Progressão / Welding direction: -/-		Temperatura de Interpassos/ Interpass temperature: < 250 °C																		
Outros / Others : -/-		Método / heating method: Propane																		
TRATAMENTO TÉRMICO / Heat Treatment		GAS de PROTEÇÃO / Protection gas																		
Taxa de subida / Increase (°C/h): < 180°C		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tipo / Type</th> <th>% Compos.</th> <th>Débito/Flow rate (l/min.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tocha / Shielding:</td> <td style="text-align: center;">C1</td> <td style="text-align: center;">100% CO2</td> <td style="text-align: center;">12 – 16</td> </tr> <tr> <td>Purga / Backing :</td> <td style="text-align: center;">-/-</td> <td style="text-align: center;">-/-</td> <td style="text-align: center;">-/-</td> </tr> <tr> <td>Outro / Other :</td> <td style="text-align: center;">-/-</td> <td style="text-align: center;">-/-</td> <td style="text-align: center;">-/-</td> </tr> </tbody> </table>				Tipo / Type	% Compos.	Débito/Flow rate (l/min.)	Tocha / Shielding:	C1	100% CO2	12 – 16	Purga / Backing :	-/-	-/-	-/-	Outro / Other :	-/-	-/-	-/-
	Tipo / Type	% Compos.	Débito/Flow rate (l/min.)																	
Tocha / Shielding:	C1	100% CO2	12 – 16																	
Purga / Backing :	-/-	-/-	-/-																	
Outro / Other :	-/-	-/-	-/-																	
Patamar / Temperature range (°C): 650°C ± 15°C																				
Durante / Holding timet (h): 1 hour																				
Taxa de descida / Decrease (°C/h): < 180°C until 300°C																				
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS / Electrical characteristics																				
Tipo de corrente, Polaridade e Gama Amperagem/Voltagem / Type of current, polarity & Amps / Volts range: (Ver tabela abaixo / See table below)																				
Tipo e Ø electrodo tungsténio / Tungsten electrode size & type : -/-																				
Outros / Others: -/-																				
TECNICA / Technique																				
Passes corridos ou balanceados / Run passes or balanced:		Balanced	Oscilação / Oscillation : < 15mm																	
Limpeza inicial e entre passes / Initial & interpass cleaning:		Grinding	Passes simples ou múltiplos/ Multiple																	
Método de limpeza de raiz / Method of root cleaning:		Grinding	Multiple or single pass (for side) :																	
PASSE <i>Layer No</i>	PROCESSO <i>Process</i>	METAL ADIÇÃO / Filler metal		CORRENTE / Current	VOLT <i>[V]</i>	Velocidade de Avanço <i>Travel speed (mm/min.)</i>	Entrega Térmica <i>Heat Input (kJ/mm)</i>													
		Classificação <i>Classification</i>	Diâmetro <i>Size</i>	Polaridade <i>Polarity</i>	AMPERE <i>[A]</i>															
1	136	T CrMo1 P C 1	Ø 1,2	DCEP (+)	90 – 110	20 – 22	150 – 160													
2 – 10	136	T CrMo1 P C 1	Ø 1,2	DCEP (+)	180 – 200	23 – 25	320 – 340													
11 – 26	136	T CrMo1 P C 1	Ø 1,2	DCEP (+)	185 – 205	23 – 25	330 – 350													
SIMI					Aprovações / Approvals															
Elaboração / Created by:		Validação / Validation by:		INSPECÇÃO <input type="checkbox"/>	CLIENTE <input type="checkbox"/>	DONO DA OBRA <input type="checkbox"/>														
Técnico de Soldadura		Direcção da Qualidade		FISCALIZAÇÃO <input type="checkbox"/>	EMPREITEIRO <input type="checkbox"/>	OUTRO <input type="checkbox"/>														
Sérgio Alentado Assinatura (Visa) 		Nuno Assunção Assinatura (Visa) 		Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)														
Data (Date) 09/07/2009		Data (Date) 09/07/2009		Data (Date) / /	Data (Date) / /	Data (Date) / /														



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 1 of 4

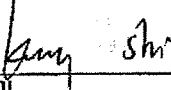
SGS-CSTC

The following sample(s) was/ were submitted and identified on behalf of the client as:

Sample Name : Steel structure(12Cr1MoV)
Sample Number : SM090403802
SGS Ref. No. : IN-SH-PRJ-09011-01-006
Heat No. : 1# B1901334, 2# B2801237, 3# B5802689, 4# 138073, 5# B2901254,
6# 129501, 7# B1901233, 8# B2900949, 9# 127810
Thickness : 1# t=25, 2# t=22, 3# t=20, 4# t=16, 5# t=15, 6# t=12, 7# t=8, 8# t=6, 9# t=4
Test Required : Chemical composition analysis, Tensile test, Bend test, Impact test
Date of Receipt : Apr.09,2009
Test Period : Apr.09,2009 to Apr.15,2009

Test result(s) : For further details, please refer to the following page(s)
***** To be continued*****

Signed for SGS-CSTC Standards
Technical Services Co., Ltd


Kelly Shi
Authorized signatory

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not bind any third party to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced without the prior approval of the Company.

SGS-CSTC Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch

Building, No.69 Block 1159/117 Building, Block 1365, Kangqiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
中国·上海·浦东康桥东路1365弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t(86-21) 68183233/68183239 f(86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124533

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 2 of 4

1. Chemical composition analysis:

Test method: OES

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
Result, %-1#	0.10	0.27	0.43	0.015	0.005	0.92	0.26	0.16
Requirement, %	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	≤0.030	≤0.030	0.90~ 1.20	0.25~ 0.35	0.15~ 0.30
Conclusion	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. Tensile test:

Test method: GB/T 228-2002

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{0.2}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥430	≥235	≥19	/
1#	470	275	33.0	Pass
2#	470	255	33.0	Pass
3#	465	265	37.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(16mm<thickness≤100mm).

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{0.2}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥440	≥245	≥19	/
4#	450	285	30.0	Pass
5#	550	450	25.5	Pass
6#	485	335	28.0	Pass
7#	510	375	29.5	Pass
8#	525	390	34.5	Pass
9#	570	425	28.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(6mm≤thickness≤16mm).

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/termsandconditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute a transaction for exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without prior approval of the Company.



6th Building, No.66 ZuoChang Road, Block 1385, Kangjiao East Road/Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t:(86-21) 68183233/68183239 f:(86-21) 68183122/68183908 www.cn.sgs.com
 中国·上海·浦东康桥东路1366弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t:(86-21) 68183233/68183239 f:(86-21) 68183122/68183908 e sgs.china@sgs.com

SHML 124534

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 3 of 4

3. Bend test:

Ref. standard: GB/T 232-1999, GB 713-1997

Test item	Sample	Thickness (t) (mm)	Bend diameter (d) (mm)	Bend angle	Result	Conclusion
Bend test	1#	25	3t	180°	No crack	Pass
	2#	22	3t	180°	No crack	Pass
	3#	20	3t	180°	No crack	Pass
	4#	16	3t	180°	No crack	Pass
	5#	15	3t	180°	No crack	Pass
	6#	12	3t	180°	No crack	Pass
	7#	8	3t	180°	No crack	Pass
	8#	6	3t	180°	No crack	Pass
	9#	4	3t	180°	No crack	Pass

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute any warranty or guarantee to state parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full and prior approval of the Company.



8th Building, No.69 Block 1159/11th Building, Block 1385, Kangjiao East Road/Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
中国·上海·浦东康桥东路1385弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t(86-21) 68183233/68183239 f(86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124535

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 4 of 4

4. Impact test:
Test method: GB/T 229-2007
Specimens: Charpy V-notch
Test temperature: 20°C

Test item	Dimension of specimen	Sample	Absorbed energy, (J)			Req (J)	Conclusion
			>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		
Charpy impact	55mmx10mmx10mm	1#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	Full size: Average ≥31 Single ≥21.7	Pass
	55mmx10mmx10mm	2#	>300* (unbroken)	≈260	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	3#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	4#	>300* (unbroken)	≈282	234		Pass
	55mmx10mmx10mm	5#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	6#	≈248	≈295	≈282		Pass
	55mmx10mmx5mm	7#	105	118	123		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	8#	30	30	30		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	9#	26	26	28		Pass

Note: 1. The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. * indicates the results exceeded the machine capacity (300J).

***** End of report *****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/termsandconditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute an offer or a contract. No liability is accepted for any loss or damage suffered by any party to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated, the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full and with the prior approval of the Company.



8th Building, No.69,Block 1159/11th Building,Block 1366, Kangjiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
 中国·上海·浦东康桥东路1366弄17号楼/1159弄69号8号楼 邮编 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124537

Member of the SGS Group (SGS SA)

09007

ATT. Sra. D^a Laurinda

CERTIFIED MATERIAL REPORT

CMR No. :KG0311381504

Date of Issue 2009/07/03

Customer		ELECTRO PORTUGAL							
Trade Name		SC-81B2			Size		1.2 mm • 15 kg		
Lot No.		MF9610C			Purchaser's Order No.		-		
Applicable Specification		AWS A5.29 E81T1-B2C							
Welding Current	DCEP	Shielding Gas	CO ₂		Post Weld Heat Treatment (°C × hr.)		690 X 1		
Mechanical Properties	Tensile Test				Impact Test (CVN - Joule)				
	YS (N/mm ²)	TS (N/mm ²)	EL (%)	Temp. (°C)	X1	X2	X3	Avg.	
	626	674	20.4						
Spec.	≥470	550~690	≥19						
Chemical Composition (%)									
(DEPO.)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo		
	0.07	0.43	0.83	0.016	0.005	1.17	0.53		
	0.05					1.00	0.40		
Spec.	-0.12	≤0.80	≤1.25	≤0.030	≤0.030	-1.50	-0.65		

Others



We hereby certify that the material covered by this report has been inspected in accordance with and been found to meet the applicable requirements of specification and customer's requirements.

Approved by

Sang Hee Lee

QA Manager Lee, S. H.



HYUNDAI WELDING CO., LTD.

Head Office
Pohang Plant

157-37, Samsung-dong, Gangnam-gu, Seoul, Republic of Korea
90-5, Jangheung-dong, Nam-gu, Pohang-si, Republic of Korea

1.25Cr-0.5%Mo type SC-81B2

TECHNICAL TEST REPORT

(AWS A5.29 E81T-B2)

(EN12071 T CrMo1 P C 2)

HYUNDAI WELDING CO.,LTD

H. M. YEON

H.M.YEON / DIRECTOR

HYUNDAI WELDING COMPANY

CONTENTS

1. INTRODUCTION
2. APPLICATION
3. SPECIFICATIONS
4. CHARACTERISTICS OF ALL WELD METAL
5. DIFFUSIBLE HYDROGEN CONTENT
6. FUME TEST
7. WELDING EFFICIENCY
8. OPTIMUM CURRENT RANGE
9. NOTES ON USAGES

1. INTRODUCTION

SC-81B2 can be used for welding of 1.25%Cr - 0.5%Mo heat resistant steel used for equipment for oil refining industries and high temperature synthetic chemical industries. most common usage is in steam power plant, for central power stations and ship, chemical plants and refineries.

2. APPLICATIONS

SC-81B2 can be used for welding of such steel 1.25%Cr - 0.5%Mo.
SC-81B2 is design for use 100%CO₂ gas and is ideal for single-pass multi-pass applications.

3. SPECIFICATIONS

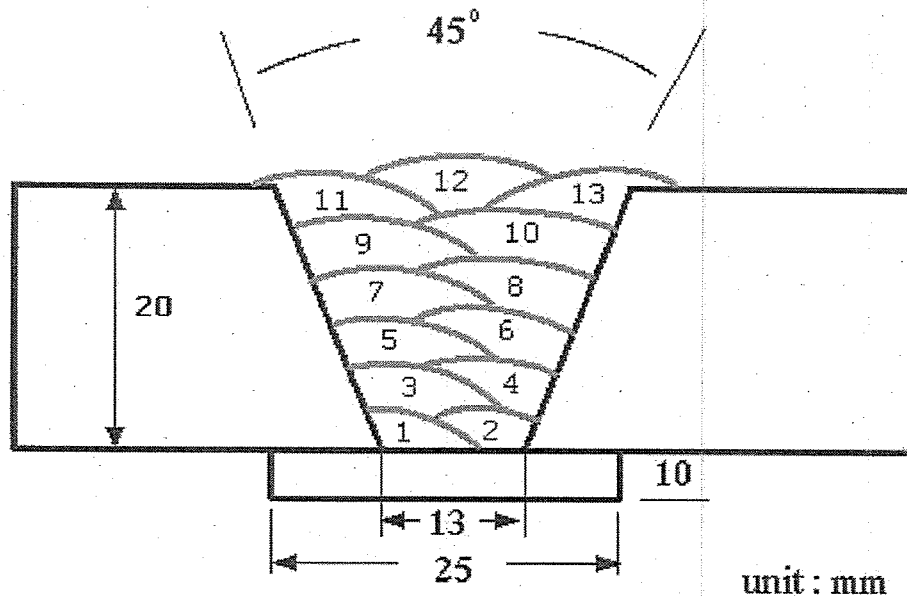
Consumables		Characteristics
SC-81B2	AWS Spec.	A5.29 E81T-B2
	EN Spec.	EN12071 T CrMo1 P C 2
	Polarity	DCEP
	Size(mm)	1.6
	Shielding Gas	100%CO ₂

※ DCEP (Direct Current Electrode Positive, DCRP)

DCEN (Direct Current Electrode Negative, DCSP)

4. CHARACTERISTICS OF ALL WELD METAL

4.1 Joint preparations & layer details



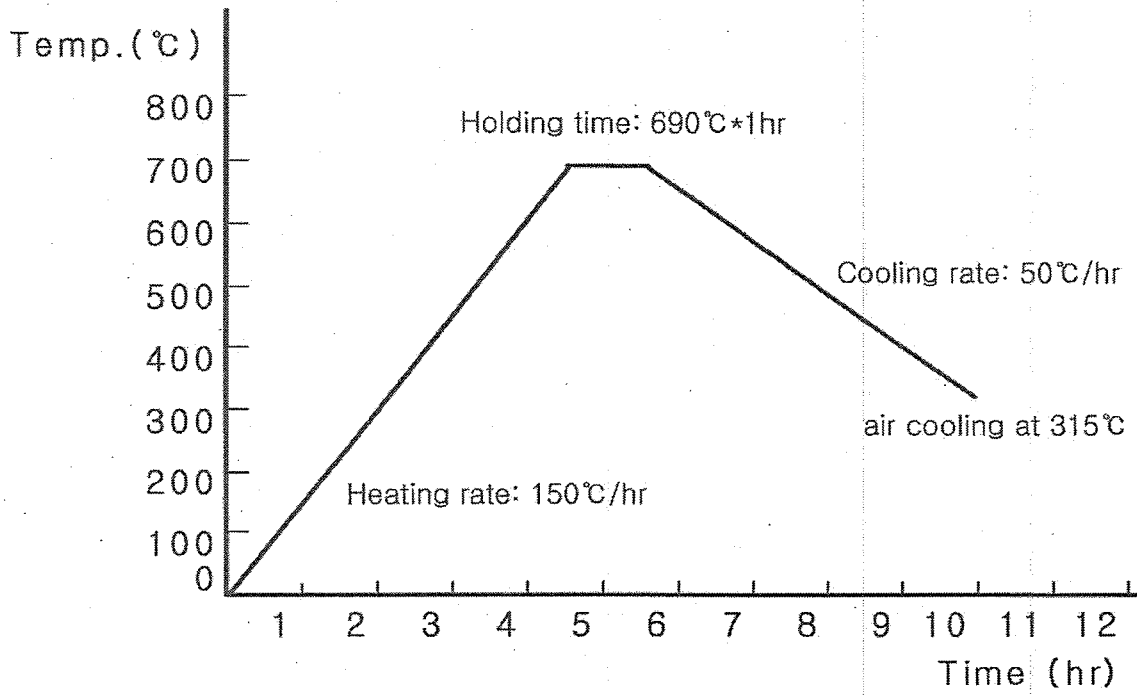
unit : mm

Base metal : ASTM A387 Grade 11

4.2 Welding parameters

Dia. (ϕ mm)	Shielding gas (l/min)	Welding position	Polarity	Pass	condition		Speed (cm/min)	Pre- heating temp. ($^{\circ}C$)	Interpass temperature ($^{\circ}C$)
					Current (A)	Voltage (V)			
1.6	100%CO ₂	1G	DC(+)	1~13	320	32	28~50	160	Max 176

4.3 Postweld Heat Treatment



Sort		Remark
Pre-heating Temperature(°C)		160
PWHT Condition	Heating rate(°C/hr)	50
	Holding Temperature(°C)	690
	Holding time(hr)	1
	Cooling method	air cooling at 315°C

4.4 Chemical composition of all weld metal

Consumable Chemical Comp.	SC-81B2	AWS Spec.
		E81T-B2
C	0.066	0.05 ~ 0.12
Si	0.41	0.80max.
Mn	0.83	1.25max.
P	0.016	0.03max.
S	0.017	0.03max.
Cr	1.19	1.00 ~ 1.50
Mo	0.51	0.40 ~ 0.65

* Note) Analyzed by Spark Emission Spectrometer,

4.5 Mechanical properties of all weld metal

4.5.1 Tension test

Tensile Test	SC-81B2	AWS Spec.
Y.S(MPa)	575	min. 470
T.S(MPa)	656	min. 550
EL(%)	22.4	min. 19
Remark Testing Machine : UH-F50A (SHIMADZU)		

4.6 DIFFUSIBLE HYDROGEN CONTENT

Consumable	Diffusible hydrogen content of all weld metal (cc/100g)					Remark
	1	2	3	4	Avg.	
SC-81B2	5.0	5.2	5.2	5.4	5.2	Gas Chromatography

4.7 Fume Test

Consumable	Speed (cm/min)	Conditions		Fume Emission Rates (mg/min)		
		Current (A)	Voltage (V)	1	2	Avg.
SC-81B2	30	320	32	880	834	857
Remark	<ul style="list-style-type: none"> - Fume Filter : Whatman EPM2000(203mm×254mm) - Balance : Mettler AE160 balance. - Welding position : Bead on plate - Wire Stick-out : 20mm - Shielding gas : 100%CO₂ - Gas Flow Rate : 20 ℓ/min - Suction Time : 3min - Welding time : 30sec 					

4.8 Deposition efficiency

Consumable	Speed (cm/min)	Conditions		Deposition efficiency(%)
		Current (A)	Voltage (V)	
SC-81B2	35	320	32	85.5

7. OPTIMUM CURRENT RANGE

Consumables	Welding position	Wire Dia. (φmm)		
		1.2	1.4	1.6
SC-81B2	Flat, H-Fillet	120 ~ 300Amp.	150 ~ 350Amp.	180 ~ 400Amp.
	Vertical Up	120 ~ 260Amp.	140 ~ 270Amp.	200 ~ 250Amp.
	Vertical Down	200 ~ 300Amp.	220 ~ 320Amp.	250 ~ 300Amp.
	Overhead	120 ~ 260Amp.	140 ~ 270Amp.	180 ~ 250Amp.

8. NOTES ON USAGES

8.1 Welders for solid wire can be used but as wire is softer than solid wire, pay full attention to adjust feeding roller and do not tighten them excessively.

8.2 Use welding grade CO₂ gas.

8.3 Use the wind-screen against wind.

The test report is only for information, and it's not meaning guarantee.

Test results are changeable by welding procedure,
base metal chemistry, temperature, welding design, etc.



RELATÓRIO DE CONTROLE POR LÍQUIDOS PENETRANTES
LIQUID PENETRANT INSPECTION REPORT

Obra Nº: Job N.	END T/340/09	Relat. Nº: Report N.	LP 03	Cliente: Client	SIMI - Sociedade Internacional de Montagens Industriais 1600-131 Lisboa	Página: Page	1/1
---------------------------	--------------	--------------------------------	-------	---------------------------	--	------------------------	-----

Instalação / Complex _____

Elemento(s) controlado(s)
Inspected elements

Provete de qualificação de procedimento ref. 136-PC-25

Área controlada
Inspected area

100% da soldadura

FASE DE INSPECÇÃO / INSPECTION MOMENT:

Matéria prima Raw material	<input type="checkbox"/>	Controle de construção Construction inspection	<input checked="" type="checkbox"/>	Controle de manutenção In service inspection	<input type="checkbox"/>	Remoção de defeitos Defects removal	<input type="checkbox"/>
Antes T. Térmico Before HT	<input type="checkbox"/>	Após T. Térmico After HT	<input checked="" type="checkbox"/>	Após reparação After repair	<input type="checkbox"/>		

CONTROLE DE / EXAMINATION:

Soldadura Weld	<input checked="" type="checkbox"/>	Chapa Plate	<input type="checkbox"/>	Tubo Pipe	<input type="checkbox"/>	Vazados Casting	<input type="checkbox"/>	Outros Other	<input type="checkbox"/>
Material base Parent material	12 Cr1MoV			Espessura Thickness	25 mm	Esquema Scheme	_____		

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITION:

Estado da superfície
Surface condition

Adequada ao ensaio

Ensaio de acordo com
Test performed according

EN 571-1: 1997

Critério de aceitação
Acceptance criteria

EN 1289: 2000

EQUIPAMENTO / EQUIPMENT:

Agentes de limpeza: Cleaning agents:	Marca: Brand:	CGM	Lote: Lot: ot: 019/9	Tipo: Type:	Velnet - Solnet	Referência: Reference:	R 2.60
Penetrante: Penetrant:	CGM	13468		Rotvel Avio B		R 2.72	
Removedor: Remove:	CGM	019/9		Velnet - Solnet		R 2.60	
Revelador: Developer:	CGM	016/9		Rotrivel U / White W		R 2.82	
Temperatura Temperature	± 20° C	Tempo de penetração Penetrating time	10 min	Tempo de revelação Developing time	10 min		
Luz Branca / White light	<input type="checkbox"/>	Luz UV / UV light	<input type="checkbox"/>	Equipamento Nº / Equipment N.	_____		

RESULTADOS / RESULTS:

(Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern the tested items)

Conforme critério de aceitação
In accordance with acceptance criteria

Não conforme critério de aceitação
Not in accordance with acceptance criteria

Indicações registadas na peça
Registered indications

Observações / Observations:

- Indicações Lineares Relevantes = (l > 1,6mm) ou comprimento superior a três vezes a largura (l > 3w). Indicações Arredondadas (l <= 3w).
- Relevant Linear Indications = (l > 1,6mm) or length greater than three times the width (l > 3w). Rounded Indications (l <= 3w).

Local / Place ISQ - Tagus Park Data / Date 31-Jul-2009

Executado por: Executed by F. Anastácio Nível / Level 2 Interpretado por: F. Anastácio Nível / Level 2

Interpretance by

F. Anastácio

F. Anastácio

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO INTEGRALMENTE / THIS REPORT CAN ONLY BE REPRODUCED INTEGRALLY

LABEND 3/002.4/08



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE TRACÇÃO/ TENSILE TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE:

ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 04-08-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 20-08-2009

TESTING DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

DIVULGAÇÃO Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

Opinões ou opiniões expressas neste relatório não estão incluídas no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

Amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:

Marta Freitas

Data/ Date: 21-08-2009

Aprovado por/ Approved by:

Manuel Gomes

Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor

Data/ Date:

Descrição do produto

Product description

Chapa Soldada; Ref.ª do pedido: 442/9144

Ref.ª Corpo de Prova: 136-PC-25

Processo de soldadura

Welding process

136

Material de base

Parent material

GB713-97 : 12Cr1MoV

Esp.: 25.0mm

Material de adição

Weld material

EN12071 : T Cr Mo 1 P C 2

Tipo de provete

Specimen type

Prismático

Temperatura ambiente

Room temperature

22°C

Procedimento / Norma

Procedure / Standard

Qualificação: EN ISO 15614-1:2004/A1:2008

Ensaio: NP EN 10002-1:2006

RESULTADOS / RESULTS:

Referência/ reference	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ inicial/ section So mm ²	Comp. Refª/ Gauge length Lo mm	Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
						Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
136-PC-25_T1	22,0	25,1	552,2	----	22	----	467	----	----	----	----	MB
136-PC-25_T2	22,0	25,1	552,2	----	22	----	468	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

MS-rotura na soldadura/Weld rupture; MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture;

RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

OBS:



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DOBRAGEM-REDOBRAGEM/ BEND-REBEND TEST

CLIENTE: SIMI
CLIENT
MORADA DO CLIENTE:
ADDRESS

DATA DE RECEÇÃO DE AMOSTRAS: 04-08-2009 DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 20-08-2009
SAMPLES RECEPTION DATE TESTING DATE
LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras
TESTED AT ISSUED AT
DIVULGAÇÃO: Confidencial/ Confidential
DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:

Marta Freitas
Data/ Date: 21-08-2009

Aprovado por/ Approved by:

Manuel Gomes
Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor
Data/ Date:

Procedimento / Norma Procedure / Standard	Qualificação: EN ISO 15614-1:2004/A1:2008 Ensaio: NP EN 910:1999	Tratamento Térmico Heat Treatment	Na
Descrição do produto Product description	Chapa Soldada; Ref. ^a do pedido: 442/9144 Ref. Corpo de Prova: 136-PC-25	Processo de soldadura Welding process	136
Material de base Parent material	GB713-97 : 12Cr1MoV Esp.: 25.0mm	Material de adição Weld material	EN12071 : T Cr Mo 1 P C 2
Tipo de provete Specimen type	Prismático	Temperatura ambiente Room temperature	22°C

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento ref ^o / Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter	Largura/ Width								
	a mm	b mm	mm		mm	Graus °	Graus °	mm	%	
136-PC-25_DL1	10,1	24,8	40	4	65	180	----	----	----	NA
136-PC-25_DL2	10,1	24,8	40	4	65	180	----	----	----	NA
136-PC-25_DL3	10,1	24,7	40	4	65	180	----	----	----	(2)
136-PC-25_DL4	10,1	24,7	40	4	65	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;

NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

OBS:

(1) - Imperfeição Superior a 3mm

(2) - Imperfeição Inferior a 3mm

LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS
ENSAIO MACROGRÁFICO/ MACROGRAPHIC TEST
Cliente: SIMI / CMEC-QS
Client
Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaide Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 20/08/2009
Sample(s) reception date
Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at
Data de realização dos ensaios: 20/08/2009
Testing date
Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at
Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution
NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:

 Hugo Álvares
 Gervásio Pimenta

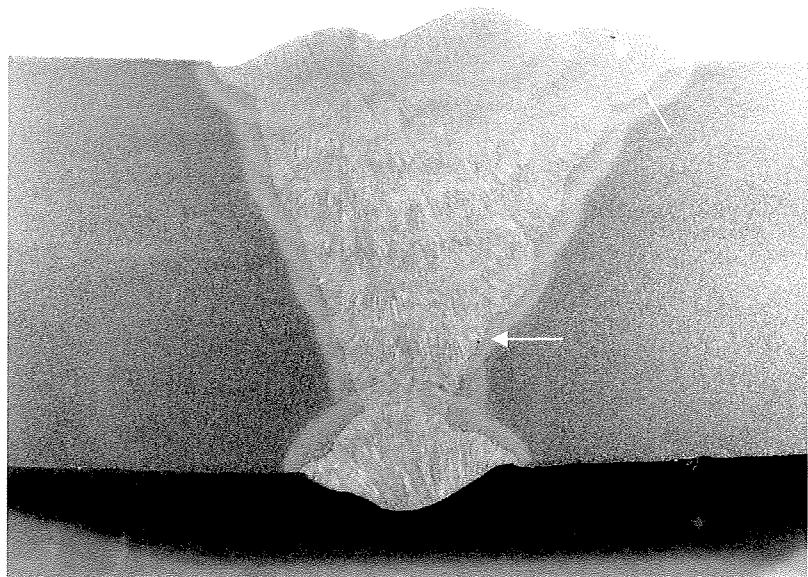
Data/Date 2009-08-20

Aprovado por / Approved by:

 Gervásio Pimenta
 Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009 08 20

NORMA: STANDARD EN 1321: 1996
Referência da amostra / Test specimen: Ref: do pedido: 0442/9144 Ref: corpo de prova: 136-PC-25
Processo de soldadura / Welding process: 136
Material de adição / Weld material: EN 12071: T CrMo1 P C 2
Material de base / Parent material: GB713-97 / 12 Cr1MoV
Orientação da secção / Section orientation: Transversal
Reagente de contrastação / Etchant: Nital 2%
Ampliação / Magnification: X 2,1


Observação / Observation#: --

Caso aplicável, norma de classificação de imperfeições / Standard: ISO 6520: 2001

Classificação / Classification *	Dimensões Relevantes / Meaningfull Dimensions#
301	0,219 mm
--	--
--	--

*Analisadas imperfeições das classes fissuras, cavidades, inclusões sólidas e falta de fusão. / Only imperfections falling into groups: cracks, cavities, solid inclusions and lack of fusion are analysed.



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DUREZA EM JUNTAS SOLDADAS/ WELDED JOINTS HARDNESS TEST

Cliente: SIMI / CMEC -QS
Client

Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaide Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 20/08/2009
Sample(s) reception date

Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at

Data de realização dos ensaios: 20/08/2009
Testing date

Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at

Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / *The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.*

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / *The analysis marked # is outside the accreditation scope.*

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / *Comments made in this report are outside the accreditation scope.*

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / *Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.*

Executado por / Issued By:

Hugo Álvares
Gervásio Pimenta

Data/Date 2009-08-20

Aprovado por / Approved by:

Gervásio Pimenta
Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009.08.20

PROCEDIMENTO/ NORMA <i>PROCEDURE/ STANDARD</i>	1043-1:1995	Tipo de ensaio <i>Type test</i>	HV	Força <i>Force (kgf)</i>	10
--	-------------	---	----	------------------------------------	----

Processo de Soldadura
Welding process

136

Material base
Parent material

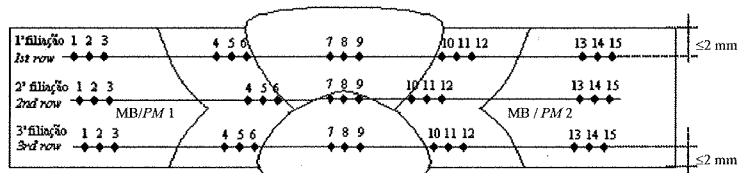
GB713-97 / 12 Cr1MoV

Material de adição
Weld material

EN 12071: T CrMo1 P C 2

Tratamento após soldadura
Treatment after welding

--



Identificação da amostra
Sample identification

Ref: do pedido: 0442/9144
Ref: corpo de prova: 136-PC-25



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

RESULTADOS/ RESULTS:

Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filiação <i>1st row</i>	2ª Filiação <i>2nd row</i>	3ª Filiação <i>3rd row</i>
MB1/PM1	1	168	153	160
	2	167	156	159
	3	170	157	161
ZTA1/HAZ1	4	260	241	269
	5	254	237	272
	6*	255	264	267
MF/WM	7	225	236	257
	8	225	247	247
	9	205	241	243
ZTA1/HAZ1	10*	258	234	256
	11	257	247	249
	12	245	261	242
MB1/PM1	13	164	159	157
	14	165	151	156
	15	165	155	155

As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância <0,5 mm da linha de fusão. *Indentation 6 and 10 are located at a distance <0,5 mm of the fusion line.*

COMENTÁRIOS/ COMMENTS#:

Anexo J – Procedimento de Soldadura referência 2009/0176



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE

Certificado de Qualificação



PROCEDIMENTO DE SOLDADURA

WELDING PROCEDURE QUALIFICATION CERTIFICATE

CERTIFICADO. N.º **2009/0176**
CERTIFICATE No.

CÓDIGO **EN ISO 15614-1:2004**
CODE

PÁGINA **1/3**
PAGE

A - EMPRESA (COMPANY) **SIMI - SOCIEDADE INDUSTRIAL DE MONTAGENS INDUSTRIAIS, SA.** (EPSP:52/91051)

B - SOLDADOR / OP. DE SOLDADURA **RICARDO JORGE VALÉRIO DA SILVA**
WELDER/WELDING OPERATOR

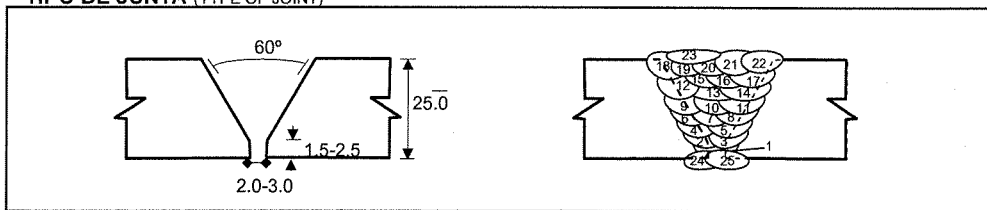
C - METAL DE BASE (BASE METAL)
Designação: **GB713-97:12Cr1MoV** (---) Esp. Thick. **25.0** mm Ø --- mm
Specification
Proveniência Origin **SHANXI TAIGANG STAINLESS STEEL CO.,LTD** Nº. de Vaz. **B1901334**
Heat Nº.
Designação: --- (---) Esp. Thick. --- mm Ø --- mm
Specification
Proveniência Origin --- Nº. de Vaz. ---
Heat Nº.

D - METAL DE ADIÇÃO (FILLER METAL)

Tipo (Type)	Designação (Specification)	Desig. Comercial (Trade Mark)	Nº. Lote (Batch Nº.)	Ø mm
FIO FLUXADO	EN12071: T CrMo1 P C 2	SC-81B2	MF9610G	1.2
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---

E - PROCESSO DE SOLDADURA (WELDING PROCESS) **136 (bs)**

F - TIPO DE JUNTA (TYPE OF JOINT)



G - POSIÇÃO DE EXECUÇÃO (POSITION)

PC

H - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO (WELDING VARIABLES)

Tipo de gás: **EN ISO 14175-C1** Caudal **14** l/min
Gas type: Flow rate

	1	2-3	4-5	6-8	9-11	12-23	24-25
Passes (Pass)	1	2-3	4-5	6-8	9-11	12-23	24-25
Metal de Adição (Ø mm) (Filler Metal)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Intensidade (A) (Current)	90-110	145-160	180-200	190-210	190-210	190-210	185-195
Voltagem (V) (Voltage)	20-22	23-25	23-25	24-26	24-26	24-26	23-25
Vel. de Sold. (cm/min) (Welding Speed)	12	35	24	36	40	37	28

Pré-aquecimento **>180** °C Temperatura Interpasses **≤250** °C Corrente/Polaridade **DCEP**
Pre-heating Interpass Temperature Type of current/Polarity

I - CONTROLE DE EXECUÇÃO DE ENSAIOS (CONTROL AND TESTS)

<input checked="" type="checkbox"/> Exame Visual (Visual Examination)		<input checked="" type="checkbox"/> Dobragens / Fractura (Guided-Bend / Fracture Test)	LABMAT nº EM915/09_B
<input checked="" type="checkbox"/> Radiografia / Ultra Sons (Radiographie / Ultrasonic test)	Obra Nº: ENDT/396/09 Rel. Nº: UT 01	<input type="checkbox"/> Resiliências (Toughness Test)	---
<input checked="" type="checkbox"/> Liq. Penetrantes / P. Magnéticas (Dye Penetrant / Magnetic Particle test)	Obra Nº: ENDT/396/09 Rel. Nº: MT 01	<input checked="" type="checkbox"/> Durezas / Análise Química (Hardness Test/ Chemical Anal.)	LABMAT Nº L370/09 B
<input checked="" type="checkbox"/> Ensaio de Tração / Nick-Break (Tensile / Nick-Break Test)	LABMAT nº EM915/09_A	<input checked="" type="checkbox"/> Macro/Micrografia (Macro/Micrography)	LABMAT Nº L370/09 A

J - RESULTADO (RESULT)

O Procedimento de Soldadura foi qualificado pelo Instituto de Soldadura e Qualidade em conformidade
The Welding Procedure has been qualified by Instituto de Soldadura e Qualidade in accordance

com o código mencionado, em **2009-11-11** Anexo (Enclosures) **14** Págs. (Pages)
With the above mentioned code on the

O Inspector:
Inspector

O responsável:
Responsible

Construção Mecânica
Qualificação em Soldadura



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE

RELATÓRIO DE ENSAIO

TESTS REPORT

IPAC
acreditação

I0002
Inspeção

CERTIFICADO N.º CERTIFICATE No.	2009/0176		
DATA DATE	2009-11-11	PÁGINA PAGE	2/3

CÓDIGO / NORMA / ESPECIFICAÇÃO CODE / STANDARD / SPECIFICATION	EN ISO 15614-1:2004
---	---------------------

1 - CICLOS TÉRMICOS (THERMAL CYCLES)

Pré-aquecimento >180 °C Pós-aquecimento --- °C Durante ---
 Pre-heating Post-heating During
 Tratamento Térmico: Procedimento --- Controle ---
 Heat treatment Method Control by
 Temperatura: Subida --- °C/h Patamar --- °C/Durante --- Horas Descida --- °C/h
 Temperature Heating rate Soak temp During Hours Cooling Rate

2 - ENSAIOS MECÂNICOS (MECHANICAL TESTS)

2.1 - TRACÇÕES TRANSVERSAIS TENSILE TEST TYPE

		E (%) (N/mm ²)	R (N/mm ²)	A (%)	Local da Rutura Fracture Location
Valores Requeridos (Min./Máx.) Tensile requirements (Min./Máx.)		---	440	---	---
Test Nº	136-PC_T1	---	472	---	MATERIAL BASE (MB)
	136-PC_T2	---	463	---	MATERIAL BASE (MB)
	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---

2.2 - DOBRAGENS TRANSVERSAIS a 180 Graus, com punção Ø 40 mm BEND TEST TYPE At degrees with former diameter

Tipo de Dobragem Type of Bend	Defeitos Defects
136-PC_DL1	NADA A ASSINALAR
136-PC_DL2	NADA A ASSINALAR
136-PC_DL3	NADA A ASSINALAR
136-PC_DL4	NADA A ASSINALAR

2.3 - RESILIÊNCIAS --- À temperatura --- °C TOUGHNESS TEST TYPE Test temperature

Dimensões dos Provetes --- mm
Dimensions of the specimens

Zona do Entalhe Notch Location	Valor Mínimo Requerido (J) Impact Requirements	Valores Obtidos (J) Impact Results				Valor Médio Obtido (J) Average
Metal Base (Base Metal)	---	---	---	---	---	---
Zona Term. Afectada (HAZ)	---	---	---	---	---	---
Metal de Adição (Weld Metal)	---	---	---	---	---	---

2.4 - FILIAÇÃO DE DUREZAS

Hardness Test

LABMAT Nº L370/09 B

2.5 - MACRO / MICROGRAFIA

Macro/Miere Examination

Ver Doc.

LABMAT Nº L370/09 A

Metal Base Base Metal		Z.T.A. HAZ	Metal Fundido Weld Metal		
1	142/146/150	4	262/245/277	7	240/235/255
2	145/151/152	5	260/259/286	8	236/238/246
3	150/152/159	6	243/261/286	9	240/231/244
13	147/155/150	10	238/246/285	---	---
14	149/154/152	11	247/251/286	---	---
15	149/154/147	12	238/239/217	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---

O Inspector
Inspector

**QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDADURA**
(WELDING PROCEDURE APPROVAL RECORD - WPAR)CERTIFICADO N.º
(CERTIFICATE No.)

2009/0176

PÁGINA
(PAGE)

3/3

DOMÍNIO DE VALIDADE DA QUALIFICAÇÃO:
(EXTENT OF APPROVAL)

1.	Processo de Soldadura (Welding Process)	136 (bs; ss mb)
2.	Tipo de Junta (Joint Type)	T, P : BW e FW
3.	Metal de Base (Parent Metal)	GB713-97:12Cr1MoV
4.	Espessura do Material (mm) (Material Thickness)	De 12.5 a 50.0
5.	Diâmetro Exterior (mm) (Outside Diameter)	>500 e >150 (PA e PC)
6.	Tipo de Metal de Adição (Filler Metal Type)	EN12071: T CrMo1 P C 2
7.	Gás de Protecção / Fluxo (Shielding Gás /-Flux)	EN ISO 14175-C1
8.	Tipo de Corrente de Soldadura (Type of Welding Current)	DCEP
9.	Posições de Soldadura (Welding Positions)	Todas excepto PG e J-L045
10.	Pré-aquecimento (Preheat)	>180
11.	Tratamento Térmico após Soldadura (Post-weld Heat Treatment)	Não
12.	Outras Informações (Other Information)	---

O RESPONSÁVEL
(Responsible)Construção Mecânica
Qualificações em Soldadura



ESPECIFICAÇÃO DE SOLDADURA (EPS)

Welding Procedure Specification (WPS)

EPS/WPS n.º 52/91051

Rev. 0

NORMA / Norm: ISO 15609-1

Obra / Job n.º 91051

CLIENTE: ALSTOM PORTUGAL
Customer

PROJECTO: Denitrification Unit at EDP Power Plant in Sines - Portugal
Project

PROCESSO / Process: 136

TIPO / Type: SEMI-AUTO

PQR: EPSp for PQR approval

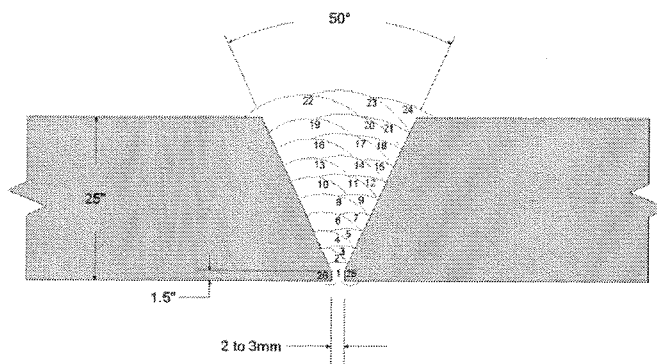
JUNTA / Joint

Tipo de junta / Joint Designation: BW

Cobre-junta / Backing: Sim / Yes Não / No

Material / Material:

ESQUEMA / Sketch



MATERIAIS DE BASE / Base metal

Grupo N.º	Designação	Especificação
Group No	Designation	Specification
N/A	12Cr1MoV	GBT 3077-99

A / To

N/A	12Cr1MoV	GBT 3077-99
-----	----------	-------------

Espessuras / Thickness: 25 mm

Diâmetro / Pipe diameter range: Not Applicable

METAL DE ADIÇÃO / Filler metal

136

Classificação / Classification

EN12071: T CrMo1 P C 2

(E 81T1-B2)

Marca / Trade name

SC-81B2

Diâmetro / Size (mm)

Ø 1,2mm

Espessura de enchimento / thickness of deposited metal:

Total

Fluxo classificação / Flux designation:

-/-

Marca do fluxo / Flux trade name:

-/-

Outro / Other:

-/-

POSIÇÃO de SOLDADURA / Position

Posição da junta / Position (s): PC

Progressão / Welding direction: -/-

Outros / Others: -/-

PRÉ-AQUECIMENTO / Preheat

Temperatura / Temperature: > 180°C

Temperatura de Interpassos / Interpass temperature: < 250 °C

Método / heating method: Propane

TRATAMENTO TÉRMICO / Heat Treatment

Taxa de subida / Increase (°C/h): -/-

Patamar / Temperature range (°C): -/-

Durante / Holding time (h): -/-

Taxa de descida / Decrease (°C/h): -/-

GAS de PROTEÇÃO / Protection gas

	Tipo / Type	% Compos.	Débito/Flow rate (l/min.)
Tocha / Shielding:	C1	100% CO2	12 – 16
Purga / Backing:	-/-	-/-	-/-
Outro / Other:	-/-	-/-	-/-

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS / Electrical characteristics

Tipo de corrente, Polaridade e Gama Amperagem/Voltagem / Type of current, polarity & Amps / Volts range: (Ver tabela abaixo / See table below)

Tipo e Ø electrodo tungstênio / Tungsten electrode size & type: -/-

Outros / Others: Stick-out: 15 to 25mm

TECNICA / Technique

Passes corridos ou balanceados / Run passes or balanced: Balanced

Limpeza inicial e entre passes / Initial & interpass cleaning: Grinding

Método de limpeza de raiz / Method of root cleaning: Grinding

Oscilação / Oscillation: < 15mm

Passes simples ou múltiplos / Multiple or single pass (for side): Multiple

Multiple or single pass (for side):

PASSE Layer No	PROCESSO Process	METAL ADIÇÃO / Filler metal		CORRENTE / Current		VOLT [V]	Velocidade de Avanço Travel speed (mm/min.)	Entrega Térmica Heat Input (kJ/mm)
		Classificação Classification	Diâmetro Size	Polaridade Polarity	AMPERE [A]			
1	136	T CrMo1 P C 1	Ø 1,2	DCEP (+)	90 – 110	20 – 22	150 – 160	< 1,5
2 – 10	136	T CrMo1 P C 1	Ø 1,2	DCEP (+)	180 – 200	23 – 25	320 – 340	< 1,5
11 – 26	136	T CrMo1 P C 1	Ø 1,2	DCEP (+)	185 – 205	23 – 25	330 – 350	< 1,5

SIMI

Aprovações / Approvals

Elaboração / Created by:	Validação / Validation by:	INSPECÇÃO <input type="checkbox"/>	CLIENTE <input type="checkbox"/>	DONO DA OBRA <input type="checkbox"/>
Técnico de Soldadura	Direcção da Qualidade	FISCALIZAÇÃO <input type="checkbox"/>	EMPREITEIRO <input type="checkbox"/>	OUTRO <input type="checkbox"/>
Sérgio Alentado Assinatura (Visa)	Nuno Assunção Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)	Assinatura (Visa)
Data (Date) 20/10/2009	Data (Date) 20/10/2009	Data (Date) / /	Data (Date) / /	Data (Date) / /

产品质量证明书

QUALITY CERTIFICATE

证书编号: 6310-01-0000265686
 Certificate No.
 许可证号:
 License No.

山西太钢不锈钢股份有限公司
 SHANXI TAIYANG STAINLESS STEEL CO., LTD.

合同号 Contract No.	000013935-010020	采购单位 CUSTOMER	上海鑫盛科技发展有限公司	收货单位 PURCHASER	上海鑫盛科技发展有限公司
产品名称 PRODUCT	电焊用全铁同板	执行标准 STANDARD	Q1913-97 (Q/太钢 051-2008)	交货状态 DELIVERY STATE	正火
炉号 HEAT No.	01901333	规格 DIMENSION (mm)	25*1900*10,000L	重量 WEIGHT	11.374
批号 BATCH No.	1201140V	块数 PCS	3	化学成分 (按统一标准分析) CHEMICAL COMPOSITION (GREAT ANALYSIS) %	
				C	0.0842
				Si	0.2680
				Mn	0.4420
				P	0.0109
				S	0.0017
				Cr	0.9600
				Ni	
				Cu	
				Al	
				Ti	
				V	0.1630
				Mo	0.2570

序号 No.	拉伸试验 TENSILE TEST		冲击功 IMPACT	时效 AGING	无损 探伤 NONDESTRUCTIVE TESTING	矫直力/弯矩 COERCIVE FORCE	磁导率 MAGNETIC CONDUCTIBILITY		晶粒 尺寸 GRAIN SIZE	冷弯 BEND	脱碳层 深度 DECARB. DEPTH	晶粒度 级别 GRAIN GRADE	脱碳层 深度 DECARB. DEPTH
	屈服率 Y.S. R _{0.2} %	抗拉率 T.S. R _m %					4000 A/M	16000 A/M					
1	300	310	322.0	331.0	322.0	293.0							

1. 用户提出质量异议时, 请提供证书号, 炉号, 批次号, 交货单号, 炉号, 牌号, 规格, 重量等信息。
 In case of dispute, the purchaser shall supply the number of certificate, batch, heat, and grade, dimension, quantity, etc.

2. _____

3. _____

4. _____

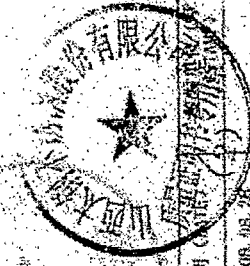
5. _____

地址: 4000 中钢山西太原唐柏路16号 No. 16, Tangba Road, Taiyuan, Shanxi, P.R. China

电话: 035033 3012520 3012520 3017816

联系人: 高亮

日期: 2008.08.28





TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 1 of 4

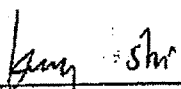
SGS-CSTC

The following sample(s) was/ were submitted and identified on behalf of the client as:

Sample Name : Steel structure(12Cr1MoV)
 Sample Number : SM090403802
 SGS Ref. No. : IN-SH-PRJ-09011-01-006
 Heat No. : 1# B1901334, 2# B2801237, 3# B5802689, 4# 138073, 5# B2901254,
 6# 129501, 7# B1901233, 8# B2900949, 9# 127810
 Thickness : 1# t=25, 2# t=22, 3# t=20, 4# t=16, 5# t=15, 6# t=12, 7# t=8, 8# t=6, 9# t=4
 Test Required : Chemical composition analysis, Tensile test, Bend test, Impact test
 Date of Receipt : Apr.09,2009
 Test Period : Apr.09,2009 to Apr.15,2009

Test result(s) : For further details, please refer to the following page(s)
 ***** To be continued *****

Signed for SGS-CSTC Standards
 Technical Services Co., Ltd


 Kelly Shi
 Authorized signatory

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not release any party to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full and with prior approval of the Company.



SHML 124533
 www.cn.sgs.com
 sgs.china@sgs.com
 中国-上海-浦东康桥东路1365弄17号楼1159弄69号8号楼 邮编 201319 t(86-21)68183233/68183239 f(86-21)68183122/68183906

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 2 of 4

1. Chemical composition analysis:

Test method: OES

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
Result, %-1#	0.10	0.27	0.43	0.015	0.005	0.92	0.25	0.16
Requirement, %	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	≤0.030	≤0.030	0.90~ 1.20	0.25~ 0.35	0.15~ 0.30
Conclusion	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. Tensile test:

Test method: GB/T 228-2002

Test item	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{0.2}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥430	≥235	≥19	/
1#	470	275	33.0	Pass
2#	470	255	33.0	Pass
3#	465	265	37.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(16mm<thickness≤100mm).

Test item	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{0.2}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥440	≥245	≥19	/
4#	450	285	30.0	Pass
5#	550	450	25.5	Pass
6#	485	335	28.0	Pass
7#	510	375	29.5	Pass
8#	525	390	34.5	Pass
9#	570	425	28.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(6mm≤thickness≤16mm).

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/termsandconditions>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full and without the prior approval of the Company.



SGS Standards Technical Services Co., Ltd. | 8° 00' 00" N, 113° 00' 00" E | Beijing, Road 1365, Keyuan Festival Park, Beijing, China 101319 | (86-21) 68183233 / 68183239 | f (86-21) 68183122 / 68183908 | www.cn.sgs.com
 中国-上海-浦东康桥东路1365弄17号楼/159弄89号8号楼 邮编 201319 | (86-21) 68183233 / 68183239 | f (86-21) 68183122 / 68183908 | e sgs.china@sgs.com

SHML 124534

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 4 of 4

4. Impact test:
Test method: GB/T 229-2007
Specimens: Charpy V-notch
Test temperature: 20°C

Test item	Dimension of specimen	Sample	Absorbed energy, (J)			Req (J)	Conclusion
			>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		
Charpy impact	55mmx10mmx10mm	1#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	Full size: Average ≥31 Single ≥21.7	Pass
	55mmx10mmx10mm	2#	>300* (unbroken)	≈260	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	3#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	4#	>300* (unbroken)	≈282	234		Pass
	55mmx10mmx10mm	5#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	6#	≈248	≈295	≈282		Pass
	55mmx10mmx5mm	7#	105	118	123		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	8#	30	30	30		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	9#	26	26	28		Pass

Note: 1. The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. * indicates the results exceeded the machine capacity (300J).

***** End of report *****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained herein reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced without the prior approval of the Company.

SGS
SGS-CTI Standards Technical Services Co., Ltd.
Shanghai Branch

11th Floor, No. 69, Road 1159, Building Block 146, Kangjiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233 f (86-21) 68183239 www.cn.sgs.com
中国·上海·浦东康桥东路1159弄69号8号楼 邮编 201319 t (86-21) 68183233 f (86-21) 68183239 e sgs.china@sgs.com

SHML 124537

Member of the SGS Group (SGS SA)



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT N° : 929/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

SC - 81B2	Lote/ Batch/ Lot : MF9610G	1,2 mm
-----------	----------------------------	--------

NORMAS / SPECIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 12071: T CrMo 1 P C 2	
AWS A5.29: E81T1-B2C	

ANÁLISE QUÍMICA / CHEMICAL COMPOSITION / ANALYSE CHIMIQUE (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,08	0,40	0,76	0,014	0,005	1,17	----	0,52	----	----

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS / MECHANICAL PROPERTIES / CARACTERISTIQUES MECANIQUES :

EN 10 204-3.1

T.CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm ⁻²)	T.ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm ⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C) (J)	
604	678	21,8	----	----

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

--

TERMO DE RESPONSABILIDADE/RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées

ELECTRO-PORTUGAL, LDA.
O DIRECTOR DA QUALIDADE

15 / 09 / 09



RELATÓRIO DE CONTROLE POR ULTRA - SONS
ULTRASONIC INSPECTION REPORT

Obra Nº: END T 396 /09
Relat. Nº: UT 01
Cliente: Simi
Página: 1/1

Instalação / Complex: ---
Elemento(s) controlado(s): 2 Chapas de qualificação REF: QP-136-PC S7 e QP-111-PC S9
Área controlada: 100% da soldadura

FASE DE INSPECÇÃO / INSPECTION MOMENT:

Matéria prima Raw material: []
Controle de construção Construction inspection: [x]
Controle de manutenção Maintenance control: []
Remoção de defeitos Defects removal: []
Antes T. Térmico Before HT: []
Após T. Térmico After HT: []
Após reparação After repair: []

CONTROLE DE / EXAMINATION:

Soldadura Weld: [x]
Chapa Plate: [x]
Tubo Pipe: []
Aderência Bond: []
Vazados Casting: []
Outros Other: []
Material base Parent material: 12Cr 1Mo
Material de adição Filler material: ---
Espessura Thickness: 25 mm
Processo de soldadura Welding process: ---
Chanfro Groove: V
Esquema Scheme: ---

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITION:

Estado da superfície Surface condition: adequada ao ensaio
Ensaio de acordo com performed according: Test EN ISO 15614 - 1
Critério de aceitação Acceptance criteria: EN ISO 15614 - 1
Nível de avaliação Evaluation level: AVG - 4 dB
Nível de registo Recording level: ø 1,0 AVG
Nível de referência Reference level: ∞ AVG

EQUIPAMENTO / EQUIPMENT:

Marca do equipamento Equipment brand: KRAUTKRÄMER
Modelo Model: USM 35
Nº Number: USA-31

Sondas / Probes:

Table with columns: Marca Brand, Ref., S / N, Ang. (°), Freq. (MHz), Dimensão Size (mm), Feixe Beam (1), Mod. (2), Nº de crist. N. of transd., Distância Distance Bloco/Block, Escala Scale (mm), Sensibilidade Sensitivity (Bloco/Block). Rows include KRAUTKRÄMER DA 301, MWB 4-70, MWB 4-60.

Acoplante / Couplant: Couplant gel
Transferência / Transfer correction: 4 dB

RESULTADOS / RESULTS:

(Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern the tested itens)

Conforme critério de aceitação In accordance with acceptance criteria: [x]

Não conforme critério de aceitação Not in accordance with acceptance criteria: []

Indicações registadas na peça Registered indications: []

Observações / Observations:

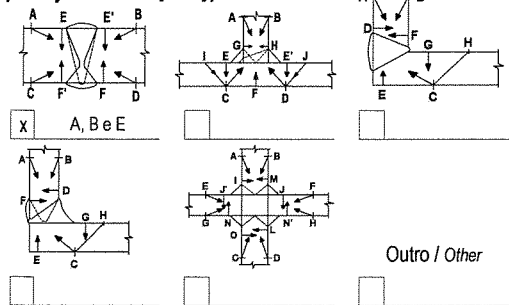
Welder: S7

Local / Place: ISQ
Data / Date: 22-10-2009

Executado por: Executed by: Helder Branco
Nível / Level: II

Interpretado por: Interpretance by: Helder Branco
Nível / Level: II

Tipo de juntas / Weld joint type:



ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO INTEGRALMENTE / THIS REPORT CAN ONLY BE REPRODUCED INTEGRALLY

LABEND 2/001-4/08

(1) D - Direito/Straight A - Angular (2) L - Longitudinal T - Transversal S - Superficial

RELATÓRIO DE CONTROLE POR MAGNETOSCOPIA
MAGNETIC PARTICLE INSPECTION REPORT

Obra Nº: END T 396 Job N. /09	Relat. Nº: MT 01 Report N.	Cliente: Simi Client (ISQ- Construção Mecânica: 2740-120 Porto Salvo)	Página: 1/1 Page
----------------------------------	-------------------------------	--	---------------------

Instalação / Complex

Elemento(s) controlado(s)

Inspected elements

2 Chapas de qualificação REF: QP-136-PC S7 e QP-111-PC S9

Área controlada

Inspected area

100% da soldadura

FASE DE INSPECÇÃO / INSPECTION MOMENT:

Matéria prima material	Raw <input type="checkbox"/>	Controle de construção Construction inspection	<input checked="" type="checkbox"/>	Controle de manutenção Maintenance control	<input type="checkbox"/>	Remoção de defeitos Defects removal	<input type="checkbox"/>
Antes T. Térmico Before HT	<input type="checkbox"/>	Após T. Térmico HT	After <input type="checkbox"/>	Após reparação repair	After <input type="checkbox"/>		

CONTROLE DE / EXAMINATION:

Soldadura Weld	<input checked="" type="checkbox"/>	Chapa Plate	<input checked="" type="checkbox"/>	Tubo Pipe	<input type="checkbox"/>	Vazados Casting	<input type="checkbox"/>	Outros Other	<input type="checkbox"/>
Material base Parent material	12 Cr 1 Mo			Espeçura Thickness	25 mm		Esquema Scheme	---	

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITION:

Estado da superfície Surface condition	Adequada ao ensaio
Ensaio de acordo com Test performed according	EN ISO 15614-1
Critério de aceitação Acceptance criteria	EN ISO 15614-1

EQUIPAMENTO / EQUIPMENT:

Marca do equipamento Equipment brand	MAGISCOP	Modelo Model	YOKE	Nº	---
---	----------	--------------	------	----	-----

Técnica de Magnetização / Magnetisation Technique:

Magnetização Directa / Direct Magnetization	<input type="checkbox"/>	Pontas / Prods	<input type="checkbox"/>	Distância entre Pontas / Distance between prods	mm
Magnetização Indirecta / Indirect Magnetisation	<input checked="" type="checkbox"/>	Anel / Coil	<input type="checkbox"/>	Yoke	<input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de Corrente / Type of current	AC <input checked="" type="checkbox"/>	CC / DC	<input type="checkbox"/>	Intensidade / Intensity	--- A
Indicador de campo / Field indicator	<input type="checkbox"/>	Direção de Magnetização / Magnetization direction	Longitudinal		

Método de Magnetização / Magnetisation Technique:

Contínuo / Continuous	<input checked="" type="checkbox"/>	Residual	<input type="checkbox"/>
-----------------------	-------------------------------------	----------	--------------------------

Partículas Ferromagnéticas / Magnetisation Method:

Marca / Brand	MR Chemie	Referência / Reference	MR 76S
Seco / Dry	<input type="checkbox"/>	Colorido / Coloured	<input checked="" type="checkbox"/>
Húmido / Wet	<input checked="" type="checkbox"/>	Fluorescente / Fluorescent	<input type="checkbox"/>
Temperatura / Temperature	Ambiente		
Luz Branca / White light	<input checked="" type="checkbox"/>	Luz UV / UV light	<input type="checkbox"/>
Equipamento Nº / Equipment N.	---		

Desmagnetização / Demagnetisation:

RESULTADOS / RESULTS: (Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern the tested itens)

Conforme critério de aceitação In accordance with acceptance criteria	<input checked="" type="checkbox"/>
Não conforme critério de aceitação Not in accordance with acceptance criteria	<input type="checkbox"/>
Indicações registadas na peça Registered indications	<input type="checkbox"/>

Observações / Observations:

- Indicações Lineares Relevantes = ($l > 1,6mm$) ou comprimento superior a três vezes a largura ($l > 3w$). Indicações Arredondadas ($l \leq 3w$).
- Relevant Linear Indications = ($l > 1,6mm$) or length greater than three times the width ($l > 3w$). Rounded Indications ($l \leq 3w$).

Local / Place	ISQ	Data / Date	22-10-2009
Executado por: Executed by	Helder Branco	Nível / Level	II
Interpretado por: Interpreted by	Helder Branco	Nível / Level	II



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE TRACÇÃO/ TENSILE TEST

CLIENTE: SIMI
CLIENT
MORADA DO CLIENTE: ----
ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 27-10-2009 DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 06-11-2009
SAMPLES RECEPTION DATE TESTING DATE
LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras
TESTED AT ISSUED AT

DIVULGAÇÃO Confidencial/ Confidential
DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

Comprender ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by: Marta Freitas Data/ Date: 09-11-2009	Aprovado por/ Approved by: Manuel Gomes Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor Data/ Date: 11/11/2009
---	--

Descrição do produto Chapa Soldada; Refª do pedido: 0545/9207 **Processo de soldadura** 136
Product description Refª Corpo de Prova: QP-136-PC *Welding process*

Material de base GB713-97 : 12 Cr1MoV **Material de adição** EN 12071: T CrMo 1 P C 2
Parent material Esp: 25 mm *Weld material*

Tipo de provete Prismático **Temperatura ambiente** 22 °C
Specimen type *Room temperature*

Procedimento / Norma Qualificação: EN ISO 15614-1: 2004
Procedure / Standard Ensaio: NP EN 10002-1: 2006

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen					Temp. Ensaio/ Test temp. °C	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture A %	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force Agt # %	Coef. Estricção/ Reduction of Area Z %	Módulo de Elasticidade/ Young modulus E GPa	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ Thickness a mm	Largura/ diâmetro Width diameter b mm	Secção inicial/ inicial/ section So mm ²	Comp. Refª/ Gauge length Lo mm		Cedência/ Yield Strength Re MPa	Rotura/ Tensile Strength Rm MPa					
QP-136-PC_T1	22.1	25.1	554.9	----	22	----	472	----	----	----	----	MB
QP-136-PC_T2	22.0	25.1	553.0	----	22	----	463	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

T-Ensaio de tracção/ Tensile test; TS-Ensaio de resistência ao corte/ Shear strength test; MS-rotura na soldadura/ Weld rupture;

MB-rotura no material base/ Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/ Dúctil fracture; RF-Rotura do tipo frágil/ Brittle fracture

OBS:

Ref.ª Corpo de Prova: QP-136-PC



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DOBRAGEM-REDOBRAGEM/ BEND-REBEND TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE: ----

ADDRESS

DATA DE RECEÇÃO DE AMOSTRAS: 27-10-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 06-11-2009

TESTING DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

DIVULGAÇÃO: Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

○ parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:	Aprovado por/ Approved by:
Marta Freitas	Manuel Gomes
Data/ Date: 09-11-2009	Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor
	Data/ Date: 11/11/2009

Procedimento / Norma Procedure / Standard	Qualificação: EN ISO 15614-1: 2004 Ensaio: NP EN 910: 1999	Tratamento Térmico Heat Treatment	NA
Descrição do produto Product description	Chapa Soldada; Refª do pedido: 0545/9207 Refª Corpo de Prova: QP-136-PC	Processo de soldadura Welding process	136
Material de base Parent material	GB713-97 : 12 Cr1MoV Esp: 25 mm	Material de adição Weld material	EN 12071: T CrMo 1 P C 2
Tipo de provete Specimen type	Prismático	Temperatura ambiente Room temperature	22 °C

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento refª/ Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter	Largura/ Width								
	a mm	b mm	mm		mm	Graus °	Graus °	mm	%	
DL1	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL2	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL3	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL4	10.8	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;

NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

OBS:

(1) - Imperfeição Superior a 3mm

(2) - Imperfeição Inferior a 3mm

LABMAT/313.4/09

1/1

LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS
ENSAIO MACROGRÁFICO/ MACROGRAPHIC TEST

Cliente: <i>Client</i>	SIMI / CMEC-QS		
Endereço: <i>Address</i>	Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, N°33 Talaide Taguspark 2780-920 Porto Salvo	Data de recepção das amostras: <i>Sample(s) reception date</i>	26/10/2009
Local de realização dos ensaios: <i>Tested at</i>	LABMAT OEIRAS	Data de realização dos ensaios: <i>Testing date</i>	26/10/2009
Local de emissão do relatório: <i>Issued at</i>	LABMAT OEIRAS	Divulgação: <i>Distribution</i>	Confidencial/Confidential

NOTA/NOTE:

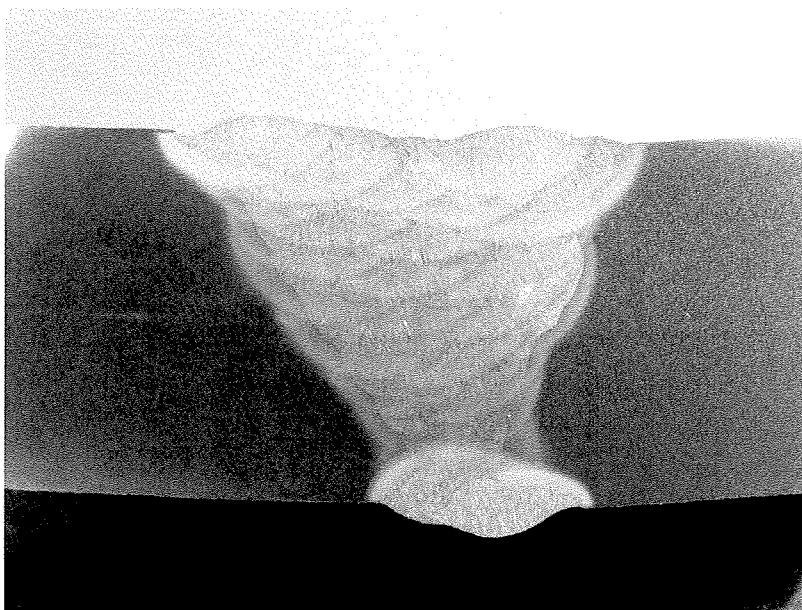
Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / *The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.*

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / *The analysis marked # is outside the accreditation scope.*

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / *Comments made in this report are outside the accreditation scope.*

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / *Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.*

Executado por / Issued By: Hugo Álvares Gervásio Pimenta	Aprovado por / Approved by: Gervásio Pimenta Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator
Data/Date 2009.10.27	Data/Date 2009.10.28

NORMA: STANDARD EN 1321: 1996	
Referência da amostra / Test specimen: Ref: do pedido: 0545/9207 Ref: corpo de prova: QP-136-PC	
Processo de soldadura / Welding process: 136	
Material de adição / Weld material: EN 12071: T CrMo 1 P C 2	
Material de base/ Parent material: GB713-97 : 12 Cr1MoV	
Orientação da secção / Section orientation: Transversal	
Reagente de contração/ Etchant: Nital 2%	
Ampliação / Magnification: X 2,0	
Observação / Observation#:	

Caso aplicável, norma de classificação de imperfeições/ *Standard: ISO 6520: 2001*

Classificação / <i>Classification</i> *	Dimensões Relevantes / <i>Meaningfull Dimensions</i> #
--	--
--	--
--	--

*Analisadas imperfeições das classes fissuras, cavidades, inclusões sólidas e falta de fusão./ *Only imperfections falling into groups: cracks, cavities, solid inclusions and lack of fusion are analysed.*



PEP Nº 09.00010.43.10
LABMAT Nº L370/09 B



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DUREZA EM JUNTAS SOLDADAS/ WELDED JOINTS HARDNESS TEST

L0070
Ensaio

Cliente:
Client SIMI / CMEC -QS

Endereço:
Address Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Talaíde Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras:
Sample(s) reception date 26/10/2009

Local de realização dos ensaios:
Tested at LABMAT OEIRAS

Data de realização dos ensaios:
Testing date 26/10/2009

Local de emissão do relatório:
Issued at LABMAT OEIRAS

Divulgação:
Distribution Confidencial/Confidential

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / *Issued By:*

Hugo Álvares *[Signature]*
Gervásio Pimenta
Data/Date 2009.10.27

Aprovado por / *Approved by:*

Gervásio Pimenta *[Signature]*
Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator
Data/Date 2009.10.28

PROCEDIMENTO/ NORMA <i>PROCEDURE/ STANDARD</i>	1043-1:1995	Tipo de ensaio <i>Type test</i>	HV	Força <i>Force (kgf)</i>	10
---	-------------	------------------------------------	----	-----------------------------	----

Processo de Soldadura <i>Welding process</i>	
136	
Material base <i>Parent material</i>	
GB713-97 : 12 Cr1MoV	
Material de adição <i>Weld material</i>	
EN 12071: T CrMo 1 P C 2	
Tratamento após soldadura <i>Treatment after welding</i>	--

Identificação da amostra
Sample identification

Ref: do pedido: 0545/9207
Ref: corpo de prova: QP-136-PC



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

RESULTADOS/ RESULTS:

Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filiação <i>1st row</i>	2ª Filiação <i>2nd row</i>	3ª Filiação <i>3rd row</i>
MB1/PM1	1	142	146	150
	2	145	151	152
	3	150	152	159
ZTA1/HAZ1	4	262	245	277
	5	260	259	286
	6*	243	261	286
MF/WM	7	240	235	255
	8	236	238	246
	9	240	231	244
ZTA1/HAZ1	10*	238	246	285
	11	247	251	286
	12	238	239	217
MB1/PM1	13	147	155	150
	14	149	154	152
	15	149	154	147

As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância <0,5 mm da linha de fusão. *Indentation 6 and 10 are located at a distance <0,5 mm of the fusion line.*

COMENTÁRIOS/ COMMENTS#:

**Anexo K – Procedimento de Soldadura referência
2009/0181**



ORGANISMO NOTIFICADO Nº 0028 - DIRECTIVA 97/23/CE



Certificado de Qualificação

PROCEDIMENTO DE SOLDADURA

WELDING PROCEDURE QUALIFICATION CERTIFICATE

CERTIFICADO. N.º **2009/0181**
CERTIFICATE No.

CÓDIGO **EN ISO 15614-1:2004**
CODE

PÁGINA **1/3**
PAGE

A - EMPRESA (COMPANY) **SIMI - SOCIEDADE INDUSTRIAL DE MONTAGENS INDUSTRIAIS, SA.** (EPSP:53/91051 REV1)

B - SOLDADOR / OP. DE SOLDADURA **PAULO ALEXANDRE DO NASCIMENTO BARÃO**
WELDER/WELDING OPERATOR

C - METAL DE BASE (BASE METAL)

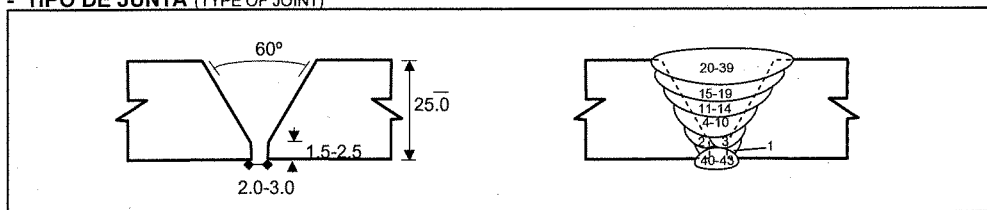
Designação: **GB713-97:12Cr1MoV** (---) Esp. Thick. **25.0** mm Ø --- mm
 Proveniência Origin **SHANXI TAIGANG STAINLESS STEEL CO.,LTD** Nº. de Vaz. Heat Nº. **B1901334**
 Designação: --- (---) Esp. Thick. --- mm Ø --- mm
 Proveniência Origin --- Nº. de Vaz. Heat Nº. ---

D - METAL DE ADIÇÃO (FILLER METAL)

Tipo (Type)	Designação (Specification)	Desig. Comercial (Trade Mark)	Nº. Lote (Batch Nº.)	Ø mm
ELÉCTRODO REVESTIDO	EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5	EUROTROD MF29	L-132578506	2.5
ELÉCTRODO REVESTIDO	EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5	EUROTROD MF29	133555206	3.2
---	---	---	---	---

E - PROCESSO DE SOLDADURA (WELDING PROCESS) **111 (bs)**

F - TIPO DE JUNTA (TYPE OF JOINT)



G - POSIÇÃO DE EXECUÇÃO (POSITION)

PC

H - CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO (WELDING VARIABLES)

	Tipo de gás: --- Gas type:					Caudal --- l/min Flow rate	
	1	2 e 3	4 a 10	11 a 14	15 a 19	20 a 39	40 a 43
Passe (Pass)	1	2 e 3	4 a 10	11 a 14	15 a 19	20 a 39	40 a 43
Metal de Adição (Ø mm) (Filler Metal)	2.5	2.5	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Intensidade (A) (Current)	80-85	90-100	120-140	115-135	115-135	115-135	110-130
Voltagem (V) (Voltage)	20-22	21-23	22-24	22-24	22-24	22-24	22-24
Vel. de Sold. (cm/min) (Welding Speed)	7	15	14-18	16-20	25-30	25-30	17

Pré-aquecimento **>180** °C Temperatura Interpassos **≤250** °C Corrente/Polaridade **DCEP**
Pre-heating Interpass Temperature Type of current/Polarity

I - CONTROLE DE EXECUÇÃO DE ENSAIOS (CONTROL AND TESTS)

<input checked="" type="checkbox"/> Exame Visual (Visual Examination)		<input checked="" type="checkbox"/> Dobragens / Fractura (Guided-Bend / Fracture Test)	LABMAT nº EM914/09_B
<input checked="" type="checkbox"/> Radiografia / Ultra Sons (Radiographic / Ultrasonic test)	Obra Nº: ENDT/396/09 Rel. Nº: UT01	<input type="checkbox"/> Resiliências (Toughness Test)	---
<input checked="" type="checkbox"/> Liq. Penetrantes / P. Magnéticas (Dye Penetrant / Magnetic Particle test)	Obra Nº: ENDT/396/09 Rel. Nº: MT01	<input checked="" type="checkbox"/> Durezas / Análise Química (Hardness Test/ Chemical Anal.)	LABMAT Nº L371/09 B
<input checked="" type="checkbox"/> Ensaio de Tracção / Nick-Break (Tensile / Nick-Break Test)	LABMAT nº EM914/09_A e LABMAT nº EM974/09_A	<input checked="" type="checkbox"/> Macro/Micrografia (Macro/Micrography)	LABMAT Nº L371/09 A

J - RESULTADO (RESULT)

O Procedimento de Soldadura foi qualificado pelo Instituto de Soldadura e Qualidade em conformidade
The Welding Procedure has been qualified by Instituto de Soldadura e Qualidade in accordance

com o código mencionado, em **2009-11-24** Anexo (Enclosures) **16** Págs. (Pages)
With the above mentioned code on the

O Inspector:
Inspector

O responsável:
Responsible



Construção Mecânica
Qualificação em Soldadura



RELATÓRIO DE ENSAIO

TESTS REPORT

CERTIFICADO N.º CERTIFICATE No.	2009/0181		
DATA DATE	2009-11-24	PÁGINA PAGE	2/3

CÓDIGO / NORMA / ESPECIFICAÇÃO CODE / STANDARD / SPECIFICATION	EN ISO 15614-1:2004
---	---------------------

1 - CICLOS TÉRMICOS (THERMAL CYCLES)

Pré-aquecimento >180 °C Pós-aquecimento --- °C Durante ---
 Pre-heating Post-heating During
 Tratamento Térmico: Procedimento --- Controle ---
 Heat treatment Method Control by
 Temperatura: Subida --- °C/h Patamar --- °C/Durante --- Horas Descida --- °C/h
 Temperature Heating rate Soak temp During Hours Cooling Rate

2 - ENSAIOS MECÂNICOS (MECHANICAL TESTS)

2.1 - TRACÇÕES TRANVERSAIS TENSILE TEST TYPE

		E (%) (N/mm ²)	R (N/mm ²)	A (%)	Local da Rutura Fracture Location
Valores Requeridos (Min./Máx.) Tensile requirements (Min./Máx.)		---	440	---	---
Test N°	QP-111-PC_T1	---	390	---	MATERIAL BASE (MB)
	QP-111-PC_T2	---	466	---	MATERIAL BASE (MB)
	QP-111-PC_T1 (Reensaio)	---	454	---	MATERIAL BASE (MB)
	QP-111-PC_T2 (Reensaio)	---	466	---	MATERIAL BASE (MB)

2.2 - DOBRAGENS TRANSVERSAIS a 180 Graus, com punção Ø 40 mm BEND TEST TYPE At degrees with former diameter

Tipo de Dobragem Type of Bend	Defeitos Defects
DL1	NADA A ASSINALAR
DL2	NADA A ASSINALAR
DL3	NADA A ASSINALAR
DL4	NADA A ASSINALAR

2.3 - RESILIÊNCIAS --- À temperatura --- °C TOUGHNESS TEST TYPE Test temperature

Dimensões dos Provetes --- mm
Dimensions of the specimens

Zona do Entalhe Notch Location	Valor Mínimo Requerido (J) Impact Requirements	Valores Obtidos (J) Impact Results				Valor Médio Obtido (J) Average
Metal Base (Base Metal)	---	---	---	---	---	---
Zona Term. Afectada (HAZ)	---	---	---	---	---	---
Metal de Adição (Weld Metal)	---	---	---	---	---	---

2.4 - FILIAÇÃO DE DUREZAS

Hardness Test

LABMAT Nº L371/09 B

2.5 - MACRO / MICROGRAFIA

Macro/Micro Examination

Ver Doc.

LABMAT Nº L371/09 A

Metal Base Base Metal		Z.T.A. HAZ	Metal Fundido Weld Metal		
1	147/155/160	4	248/210/215	7	238/255/274
2	150/161/164	5	264/223/224	8	228/253/280
3	151/158/159	6	261/225/244	9	247/269/283
13	151/147/152	10	247/234/263	---	---
14	146/148/154	11	224/230/277	---	---
15	148/152/155	12	208/235/262	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---

O Inspector
Inspector

**QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDADURA**
(WELDING PROCEDURE APPROVAL RECORD - WPAR)**CERTIFICADO N.º**
(CERTIFICATE No.)

2009/0181

PÁGINA
(PAGE)

3/3

DOMÍNIO DE VALIDADE DA QUALIFICAÇÃO:
(EXTENT OF APPROVAL)

1.	Processo de Soldadura (Welding Process)	111 (bs; ss mb)
2.	Tipo de Junta (Joint Type)	T, P : BW e FW
3.	Metal de Base (Parent Metal)	GB713-97:12Cr1MoV
4.	Espessura do Material (mm) (Material Thickness)	De 12.5 a 50.0
5.	Diâmetro Exterior (mm) (Outside Diameter)	>500 e >150 (PA e PC)
6.	Tipo de Metal de Adição (Filler Metal Type)	EN 1599: E CrMo 1 B 42 H5
7.	Gás de Protecção / Fluxo (Shielding Gas /Flux)	NA
8.	Tipo de Corrente de Soldadura (Type of Welding Current)	DCEP
9.	Posições de Soldadura (Welding Positions)	Todas excepto PG e J-L045
10.	Pré-aquecimento (Preheat)	>180
11.	Tratamento Térmico após Soldadura (Post-weld Heat Treatment)	Não
12.	Outras Informações (Other Information)	---

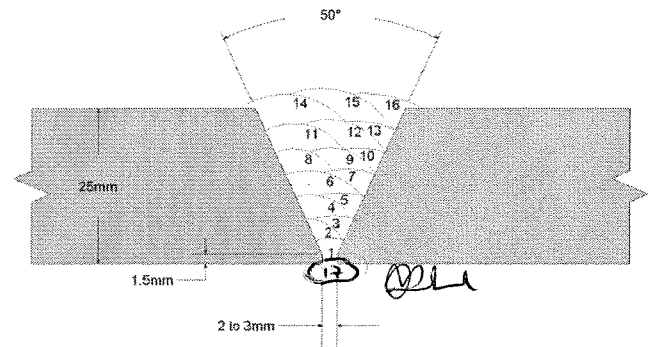
O RESPONSÁVEL
(Responsible)Construção Mecânica
Qualificação em Soldadura


ESPECIFICAÇÃO DE SOLDADURA (EPS)
Welding Procedure Specification (WPS)
EPS/WPS n.º 53/91051
Rev. 010
CLIENTE: ALSTOM PORTUGAL
Customer
NORMA / Norm: ISO 15609-1
Obra / Job n.º 91051
PROJECTO Denitrification Unit at EDP Power Plant in Sines - Portugal
Project
PROCESSO / Process: 111
TIPO / Type: MANUAL
PQR: EPSp for PQR approval
JUNTA / Joint

Tipo de junta / Joint Designation : :: BW

 Cobre-junta / Backing : Sim / Yes Não / No

Material / Material :

ESQUEMA / Sketch

MATERIAIS DE BASE / Base metal

Grupo N.º Designação Especificação

Group No Designation Specification

N/A 12Cr1MoV GBT 3077-99

A / To

N/A 12Cr1MoV GBT 3077-99

Espessuras / Thickness : 25 mm

Diâmetro / Pipe diameter range: Not Applicable

METAL DE ADIÇÃO / Filler metal
111

Classificação / Classification

EN 1599 – E CrMo 1 B

Marca / Trade name

EUROTROD MF 29

Diâmetro / Size (mm)

Ø 2,5 / Ø 3,2

Espessura de enchimento / thickness of deposited metal:

Total

Fluxo classificação / Flux designation:

-/-

Marca do fluxo / Flux trade name:

-/-

Outro / Other:

-/-

POSIÇÃO de SOLDADURA / Position
PRÉ-AQUECIMENTO / Preheat

Posição da junta / Position (s): PC

Temperatura / Temperature: > 180°C

Progressão / Welding direction: -/-

Temperatura de Interpassos/ Interpass temperature: < 250 °C

Outros / Others : -/-

Método / heating method: Propane

TRATAMENTO TÉRMICO / Heat Treatment
GAS de PROTEÇÃO / Protection gas

Taxa de subida / Increase (°C/h): -/-

Patamar / Temperature range (°C): -/-

Durante / Holding time (h): -/-

Taxa de descida / Decrease (°C/h): -/-

	GAS de PROTEÇÃO / Protection gas		
	Tipo / Type	% Compos.	Débito/Flow rate (l/min.)
Tocha / Shielding:	-/-	-/-	-/-
Purga / Backing :	-/-	-/-	-/-
Outro / Other :	-/-	-/-	-/-

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS / Electrical characteristics

Tipo de corrente, Polaridade e Gama Amperagem/Voltagem / Type of current, polarity & Amps / Volts range: (Ver tabela abaixo / See table below)

Tipo e Ø eléctrodo tungsténio / Tungsten electrode size & type : -/-

Outros / Others: -/-

TECNICA / Technique

Passes corridos ou balanceados / Run passes or balanced: Balanced

Oscilação / Oscillation : < 3xØ Electrode

Limpeza inicial e entre passes / Initial & interpass cleaning: Grinding

Passes simples ou múltiplos/ Multiple

Método de limpeza de raiz / Method of root cleaning: Grinding

Multiple or single pass (for side) :

PASSE Layer No	PROCESSO Process	METAL ADIÇÃO / Filler metal		CORRENTE / Current		VOLT [V]	Velocidade de Avanço Travel speed (mm/min.)	Entrega Térmica Heat Input (kJ/mm)
		Classificação Classification	Diâmetro Size	Polaridade Polarity	AMPERE [A]			
1	111	E CrMo 1 B	Ø 2,5	DCEP (+)	70-85	20-22	60 – 70	< 1,4
2 – 3	111	E CrMo 1 B	Ø 3,2	DCEP (+)	90-110	21-23	110 - 120	< 1,4
4 - 16	111	E CrMo 1 B	Ø 3,2	DCEP (+)	130-145	21-23	140 – 150	< 1,4

SIMI
Aprovações / Approvals

Elaboração / Created by:	Validação / Validation by:	INSPEÇÃO <input type="checkbox"/>	CLIENTE <input type="checkbox"/>	DONO DA OBRA <input type="checkbox"/>
Técnico de Soldadura	Direcção da Qualidade	FISCALIZAÇÃO <input type="checkbox"/>	EMPREITEIRO <input type="checkbox"/>	OUTRO <input type="checkbox"/>
Sérgio Alentado Assinatura (Visa) <i>Sérgio Alentado</i>	Nuno Assunção Assinatura (Visa) <i>Nuno Assunção</i> Assinatura (Visa) Assinatura (Visa) Assinatura (Visa)
Data (Date) 20/10/2009	Data (Date) 20/10/2009	Data (Date) / /	Data (Date) / /	Data (Date) / /



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr. 15, 2009

Page: 1 of 4

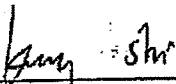
SGS-CSTC

The following sample(s) was/ were submitted and identified on behalf of the client as:

Sample Name : Steel structure(12Cr1MoV)
 Sample Number : SM090403802
 SGS Ref. No. : IN-SH-PRJ-09011-01-006
 Heat No. : 1# B1901334, 2# B2801237, 3# B5802689, 4# 138073, 5# B2901254,
 6# 129501, 7# B1901233, 8# B2900949, 9# 127810
 Thickness : 1# t=25, 2# t=22, 3# t=20, 4# t=16, 5# t=15, 6# t=12, 7# t=8, 8# t=6, 9# t=4
 Test Required : Chemical composition analysis, Tensile test, Bend test, Impact test
 Date of Receipt : Apr.09,2009
 Test Period : Apr.09,2009 to Apr.15,2009

Test result(s) : For further details, please refer to the following page(s)
 ***** To be continued*****

Signed for SGS-CSTC Standards
 Technical Services Co., Ltd


 Kelly Shi
 Authorized signatory

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute any warranty or guarantee in relation to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced or stored in full or in part without the prior approval of the Company.



1# Road, No. 1188, Block 1188, Block 1188, Keqiao East Road, Pudong Dist., Shanghai, China 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 www.cn.sgs.com
 中国·上海·浦东康桥东路1188弄17号楼1188弄68号8号楼 邮编 201319 t (86-21) 68183233/68183239 f (86-21) 68183122/68183906 e sgs.china@sgs.com

SHML 124533

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 2 of 4

1. Chemical composition analysis:

Test method: OES

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
Result, %-1#	0.10	0.27	0.43	0.015	0.005	0.92	0.26	0.16
Requirement, %	0.08~0.15	0.17~0.37	0.40~0.70	≤0.030	≤0.030	0.90~1.20	0.25~0.35	0.15~0.30
Conclusion	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. Tensile test:

Test method: GB/T 228-2002

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{eL}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥430	≥235	≥19	/
1#	470	275	33.0	Pass
2#	470	255	33.0	Pass
3#	465	265	37.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(16mm<thickness≤100mm).

Test item Result	Tensile strength (R _m) (N/mm ²)	Yield strength (R _{eL}) (N/mm ²)	Elongation after fracture(A) Gauge length=5.65√S ₀ , (%)	Conclusion
Requirement	≥440	≥245	≥19	/
4#	450	285	30.0	Pass
5#	550	450	25.5	Pass
6#	485	335	28.0	Pass
7#	510	375	29.5	Pass
8#	525	390	34.5	Pass
9#	570	425	28.0	Pass

Note: The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg(6mm≤thickness≤16mm).

***** To be continued *****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/termsandconditions>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full and prior approval of the Company.



Shanghai Branch Materials Laboratory
 8° Road, No. 89, Rock Road, Pudong, Block 1365, Foreign Economic Zone, Shanghai, China 201319
 t: (86-21) 68183233 / 68183239 f: (86-21) 68183122 / 68183908 www.cn.sgs.com
 中国-上海-浦东新区东川路1365弄17号楼/1159弄89号8号楼 邮编 201319 t: (86-21) 68183233 / 68183239 f: (86-21) 68183122 / 68183908 e: sgs.china@sgs.com

SHML 124534

Member of the SGS Group (SGS SA)



TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 3 of 4

3. Bend test:

Ref. standard: GB/T 232-1999, GB 713-1997

Test item	Sample	Thickness (t) (mm)	Bend diameter (d) (mm)	Bend angle	Result	Conclusion
Bend test	1#	25	3t	180°	No crack	Pass
	2#	22	3t	180°	No crack	Pass
	3#	20	3t	180°	No crack	Pass
	4#	16	3t	180°	No crack	Pass
	5#	15	3t	180°	No crack	Pass
	6#	12	3t	180°	No crack	Pass
	7#	8	3t	180°	No crack	Pass
	8#	6	3t	180°	No crack	Pass
	9#	4	3t	180°	No crack	Pass

***** To be continued*****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated, the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without prior approval of the Company.



SHML 124535

SGS-Standard Technical Services Co., Ltd. | Building No. 6888 (159th) Building, Block 1159, Kangyuan East Road Pudong Dist., Shanghai, China 201319 | t:(86-21) 68183233/68183239 | f:(86-21) 68183122/68183906 | www.cn.sgs.com
 Shanghai Branch | Materials Laboratory | 中国·上海·浦东康桥东路1385弄17号楼1159弄69号8号楼 | 邮编 201319 | t:(86-21) 68183233/68183239 | f:(86-21) 68183122/68183906 | e:sgs.china@sgs.com

Member of the SGS Group (SGS SA)

TEST REPORT

No. : SM090403802

Date : Apr.15,2009

Page: 4 of 4

4. Impact test:
 Test method: GB/T 229-2007
 Specimens: Charpy V-notch
 Test temperature: 20°C

Test item	Dimension of specimen	Sample	Absorbed energy, (J)			Req (J)	Conclusion
			>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		
Charpy impact	55mmx10mmx10mm	1#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	Full size: Average ≥31 Single ≥21.7	Pass
	55mmx10mmx10mm	2#	>300* (unbroken)	≈260	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	3#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	4#	>300* (unbroken)	≈282	234		Pass
	55mmx10mmx10mm	5#	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)	>300* (unbroken)		Pass
	55mmx10mmx10mm	6#	≈248	≈295	≈282		Pass
	55mmx10mmx5mm	7#	105	118	123		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	8#	30	30	30		Pass
	55mmx10mmx2.5mm	9#	26	26	26		Pass

Note: 1. The requirement is specified in GB 713-1997 type 12Cr1MoVg.

2. * indicates the results exceeded the machine capacity (300J).

***** End of report *****

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at <http://www.sgs.com/terms-and-conditions.htm>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not constitute a guarantee or a warranty for a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated, the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only. This document cannot be reproduced except in full without the prior approval of the Company.



8th Building, No. 930, Zhongyuan Road, Pudong District, Shanghai, China 201209 t: (86-21) 68183233 / 68183239 f: (86-21) 68183122 / 68183906 www.cn.sgs.com
 中国·上海·浦东康桥东路1335弄17号楼1150弄69号9楼 邮编 201319 t: (86-21) 68183233 / 68183239 f: (86-21) 68183122 / 68183906 e: sgs.china@sgs.com

SHML 124537



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT Nº : 439/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

EUROTROD MF 29 | Lote/ Batch/ Lot : **L-132578506** | **2,5 x 350 mm**

NORMAS / SPECIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 1599: E CrMo 1 B

AWS A5.5: E 8018-B2

ANÁLISE QUÍMICA do METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL CHEMICAL COMPOSITION/ ANALYSE CHIMIQUE DU MÉTAL DÉPOSÉ (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,07	0,57	0,64	0,017	0,013	1,21	----	0,49	----	----

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL MECHANICAL PROPERTIES/ CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU METAL DEPOSE:

EN 10 204-2.2

T.CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm ⁻²)	T.ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm ⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C) (J)	
>480	>550	>20	----	----

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

TERMO DE RESPONSABILIDADE/RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées

ELECTRO-PORTUGAL, LDA.
O DIRECTOR DA QUALIDADE

20 / 04 / 09



Electro Portugal, Lda.
Departamento da Qualidade
Quality Department / Département de Qualité

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT

CERTIFICADO/ CERTIFICATE/ CERTIFICAT Nº : 033/09

CARACTERIZAÇÃO/ DESCRIPTION/ DESCRIPTION:

EUROTROD MF 29	Lote/ Batch/ Lot : 133555206	3,2 x 350 mm
-----------------------	-------------------------------------	---------------------

NORMAS / SPECIFICATIONS/ CLASSIFICATION:

EN 1599: E CrMo 1 B	
AWS A5.5: E 8018-B2	

ANÁLISE QUÍMICA do METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL CHEMICAL COMPOSITION/ ANALYSE CHIMIQUE DU MÉTAL DÉPOSÉ (%):

EN 10 204-3.1

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V
0,07	0,64	0,72	0,015	0,011	1,23	----	0,49	----	----

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DO METAL DEPOSITADO PURO/ UNDILUTED WELD METAL MECHANICAL PROPERTIES/ CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU METAL DEPOSE:

EN 10 204-2.2

T.CEDÊNCIA YIELD STRENGTH L. D'ÉLASTICITÉ (N.mm⁻²)	T.ROTURA TENSILE STRENGTH R. A LA TRACTION (N.mm⁻²)	ALONGAMENTO ELONGATION ALLONGEMENT 5d (%)	RESILIÊNCIA (ISO V) CHARPY Temp. (°C) (J)	
>480	>550	>20	----	----

OBSERVAÇÕES E ENSAIOS ADICIONAIS/ OBSERVATIONS AND OTHER TESTS/ OBSERVATIONS ET D'AUTRES ESSAIS:

--

TERMO DE RESPONSABILIDADE/RESPONSIBILITY TERM/ LIMITE DE RESPONSABILITÉ:

Ensaio efectuado nos laboratórios de apoio à Garantia de Qualidade, independentes da produção, ou em laboratórios exteriores acreditados.

Tests made in the laboratories of Quality Assurance, independent of the Production or in external accredited laboratories.

Essais faits dans les laboratoires de la Garantie de la Qualité, indépendants de la production ou dans les laboratoires accrédités externes.

CERTIFICAMOS que o produto acima mencionado cumpre as normas requeridas.

We certify that the above product is under the required rules.

Nous certifions que le produit ci-dessus est selon les règles exigées

ELECTRO-PORTUGAL, LDA.
O DIRECTOR DA QUALIDADE

09 / 01 / 09



RELATÓRIO DE CONTROLE POR ULTRA - SONS
ULTRASONIC INSPECTION REPORT

Obra Nº: Job N.	END T 396 /09	Relat. Nº: Report N.	UT 01	Cliente: Client	Simi (ISQ - Construção Mecânica: 2740-120 Porto Salvo)	Página: Page	1/1
--------------------	------------------	-------------------------	-------	--------------------	---	-----------------	-----

Instalação / Complex _____

Elemento(s) controlado(s)
Inspected elements 2 Chapas de qualificação REF: QP-136-PC S7 e QP-111-PC S9

Área controlada
Inspected area 100% da soldadura

FASE DE INSPECÇÃO / INSPECTION MOMENT:

Matéria prima Raw material Controle de construção Construction inspection Controle de manutenção Maintenance control Remoção de defeitos Defects removal

Antes T. Térmico Before HT Após T. Térmico After HT Após reparação After repair

CONTROLE DE / EXAMINATION:

Soldadura Weld Chapa Plate Tubo Pipe Aderência Bond Vazados Casting Outros Other

Material base Parent material 12Cr 1Mo Material de adição Filler material _____ Espessura Thickness 25 mm

Processo de soldadura Welding process _____ Chanfro Groove V Esquema Scheme _____

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITION:

Estado da superfície Surface condition adequada ao ensaio

Ensaio de acordo com performed according Test EN ISO 15614 - 1 Critério de aceitação Acceptance criteria EN ISO 15614 - 1

Nível de avaliação Evaluation level AVG - 4 dB Nível de registo Recording level ø 1,0 AVG Nível de referência Reference level ∞ AVG

EQUIPAMENTO / EQUIPMENT:

Marca do equipamento Equipment brand KRAUTKRÄMER Modelo Model USM 35 Nº USA-31

Sondas / Probes:

Marca Brand	Ref.	S / N	Ang. (°)	Freq. (MHz)	Dimensão Size (mm)	Feixe Beam (1)	Mod. (2)	Nº de crist. N. of transd.	Distância Distance Bloco/Block	Escala Scale (mm)	Sensibilidade Sensitivity (Bloco/Block)
KRAUTKRÄMER	DA 301	908	0	5	10	D	L	2	ISO 2400	100	Peça
KRAUTKRÄMER	MWB 4-70	14694	70	4	8X9	A	T	1	ISO 7963	100	ISO 7963
KRAUTKRÄMER	MWB 4-60	9560	60	4	8X9	A	T	1	ISO 7963	100	ISO 7963

Acoplante / Couplant Couplant gel Transferência / Transfer correction 4 dB

RESULTADOS / RESULTS:

(Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern the tested items)

Conforme critério de aceitação In accordance with acceptance criteria

Não conforme critério de aceitação Not in accordance with acceptance criteria

Indicações registadas na peça Registered indications

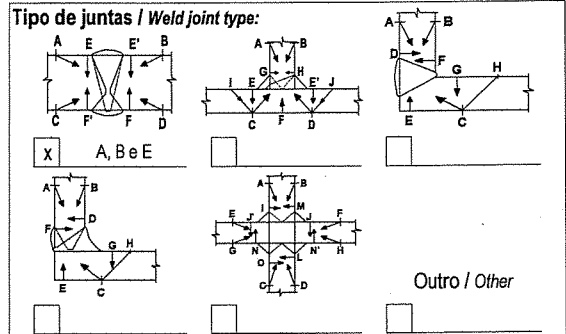
Observações / Observations:

Welder: S7

Local / Place ISQ Data / Date 22-10-2009

Executado por: Executed by Helder Branco Nível / Level II

Interpretado por: Interpretance by Helder Branco Nível / Level II



Helder Branco

(1) D - Direito/Straight A - Angular (2) L - Longitudinal T - Transversal S - Superficial

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO INTEGRALMENTE / THIS REPORT CAN ONLY BE REPRODUCED INTEGRALLY

LABEND 2/001-4/08



RELATÓRIO DE CONTROLE POR MAGNETOSCOPIA
MAGNETIC PARTICLE INSPECTION REPORT

Obra Nº: Job N.	END T 396 /09	Relat. Nº: Report N.	MT 01	Cliente: Client	Simi (ISQ- Construção Mecânica: 2740-120 Porto Salvo)	Página: Page	1/1
--------------------	------------------	-------------------------	-------	--------------------	--	-----------------	-----

Instalação / Complex: _____

Elemento(s) controlado(s)
Inspected elements: 2 Chapas de qualificação REF: QP-136-PC S7 e QP-111-PC S9

Área controlada
Inspected area: 100% da soldadura

FASE DE INSPECÇÃO / INSPECTION MOMENT:

Matéria prima Raw Controle de construção Construction inspection Controle de manutenção Maintenance control Remoção de defeitos Defects removal

Antes T. Térmico Before HT Após T. Térmico After HT Após reparação After repair

CONTROLE DE / EXAMINATION:

Soldadura Weld Chapa Plate Tubo Pipe Vazados Casting Outros Other

Material base Parent material: 12 Cr 1 Mo Espessura Thickness: 25 mm Esquema Scheme: _____

CONDIÇÕES DE ENSAIO / TESTING CONDITION:

Estado da superfície Surface condition: Adequada ao ensaio

Ensaio de acordo com Test performed according: EN ISO 15614-1

Critério de aceitação Acceptance criteria: EN ISO 15614-1

EQUIPAMENTO / EQUIPMENT:

Marca do equipamento Equipment brand: MAGISCOP Modelo Model: YOKE Nº: _____

Técnica de Magnetização / Magnetisation Technique:

Magnetização Directa / Direct Magnetization Pontos / Prods Distância entre Pontos / Distance between prods _____ mm

Magnetização Indirecta / Indirect Magnetisation Anel / Coil Yoke Yoke Permanente / Permanent Yoke

Tipo de Corrente / Type of current: AC CC / DC Intensidade / Intensity: _____ A

Indicador de campo / Field indicator Direcção de Magnetização/Magnetization direction: Longitudinal

Método de Magnetização / Magnetisation Technique:

Contínuo / Continuous Residual

Partículas Ferromagnéticas / Magnetisation Method:

Marca / Brand: MR Chemie Referência / Reference: MR 76S

Seco / Dry Colorido / Coloured Nº de Lote: 176106

Húmido / Wet Fluorescente / Fluorescent

Temperatura / Temperature: Ambiente

Luz Branca / White light Luz UV / UV light Equipamento Nº / Equipment N.: _____

Desmagnetização / Demagnetisation:

RESULTADOS / RESULTS: (Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos itens ensaiados / The results only concern the tested itens)

Conforme critério de aceitação In accordance with acceptance criteria

Não conforme critério de aceitação Not in accordance with acceptance criteria

Indicações registadas na peça Registered indications

Observações / Observations:

- Indicações Lineares Relevantes = ($l > 1,6mm$) ou comprimento superior a três vezes a largura ($l > 3w$). Indicações Arredondadas ($l \leq 3w$).
- Relevant Linear Indications = ($l > 1,6mm$) or length greater than three times the width ($l > 3w$). Rounded Indications ($l \leq 3w$).

Local / Place: ISQ Data / Date: 22-10-2009

Executado por: Helder Branco Nível / Level: II Interpretado por: Helder Branco Nível / Level: II

ESTE RELATÓRIO SÓ PODE SER REPRODUZIDO INTEGRALMENTE / THIS REPORT CAN ONLY BE REPRODUCED INTEGRALLY

LABEND 3/001.4/08

Helder Branco



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE TRACÇÃO/ TENSILE TEST

CLIENTE: SIMI

CLIENT

MORADA DO CLIENTE: ----

ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 27-10-2009

SAMPLES RECEPTION DATE

DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 06-11-2009

TESTING DATE

LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras

TESTED AT

LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras

ISSUED AT

DIVULGAÇÃO: Confidencial/ Confidential

DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. /

Used samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:

Marta Freitas

Data/ Date: 09-11-2009

Aprovado por/ Approved by:

Manuel Gomes

Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor

Data/ Date:

11/11/2009

Descrição do produto

Product description

Refª do pedido: 0546/9207;
Chapa soldada;
Refª Corpo Prova: QP-111-PC

Processo de soldadura

Welding process

111

Material de base

Parent material

GB713-97: 12 Cr1MoV
Esp: 25 mm

Material de adição

Weld material

EN 1599:E CrMo 1 B

Tipo de provete

Specimen type

Prismático

Temperatura ambiente

Room temperature

22 °C

Procedimento / Norma

Procedure / Standard

Qualificação: EN ISO 15614-1: 2004

Ensaio: NP EN 10002-1. 2006

RESULTADOS / RESULTS:

Referência/ reference	Provete / Test specimen				Temp. Ensaio/ Test temp.	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force	Coef. Estricção/ Reduction of Area	Módulo de Elasticidade/ Young modulus	OBS.
	Espessura/ Thickness	Largura/ diâmetro Width diameter	Secção inicial/ initial/ section	Comp. Refª/ Gauge length		Cedência/ Yield Strength	Rotura/ Tensile Strength					
QP-111-PC_T1	22.0	25.1	553.6	----	22	----	390	----	----	----	----	MB
QP-111-PC_T2	22.1	25.1	553.5	----	22	----	466	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

T-Ensaio de tracção/Tensile test; TS-Ensaio de resistência ao corte/Shear strength test; MS-rotura na soldadura/Weld rupture;

MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture; RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

OBS:



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE TRACÇÃO/ TENSILE TEST

CLIENTE: SIMI
 CLIENT
 MORADA DO CLIENTE: ----
 ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 16-11-2009 DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 23-11-2009
 SAMPLES RECEPTION DATE TESTING DATE
 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras
 TESTED AT ISSUED AT

DIVULGAÇÃO Confidencial/ Confidential
 DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISO authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by:	Aprovado por/ Approved by:
Joana Gonçalves	Marta Freitas
Data/ Date: 24-11-2009	Responsável Técnico da UEM Convencionais e Betão/ UEM Conventional and Concrete Technical Supervisor
	Data/ Date: 24/11/09

Descrição do produto Product description	Chapa Soldada; Ref.ª do pedido: 575/9207 Ref.ª Corpo Prova: QP-111-PC	Processo de soldadura Welding process	111
Material de base Parent material	GB713-97: 12 Cr1MoV Esp.: 25.0mm	Material de adição Weld material	EN 1599:E Cr Mo1 B
Tipo de provete Specimen type	Prismático	Temperatura ambiente Room temperature	21°C
Procedimento / Norma Procedure / Standard	Qualificação: EN ISO 15614-1: 2004 Ensaio: NP EN 10002-1: 2006		

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen					Temp. Ensaio/ Test temp.	Tensão / Tensile		Extensão após rotura/ Elongation after fracture	Extensão total na carga máx/ Total elongation max. force	Coef. Estricção/ Reduction of Area	Módulo de Elasticidade/ Young modulus	OBS.
Referência/ reference	Espessura/ Thickness	Largura/ diâmetro Width diameter	Secção inicial/ inicial/ section	Comp. Refª/ Gauge length		Cedência/ Yield Strength	Rotura/ Tensile Strength					
	a mm	b mm	So mm ²	Lo mm	°C	Re MPa	Rm MPa	A %	Agt # %	Z %	E GPa	
QP-111-PC_T1	22,6	25,0	564,5	----	21	----	454	----	----	----	----	MB
QP-111-PC_T2	22,3	25,1	559,6	----	21	----	466	----	----	----	----	MB
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

T-Ensaio de tracção/Tensile test; TS-Ensaio de resistência ao corte/Shear strength test; MS-rotura na soldadura/Weld rupture;
 MB-rotura no material base/Parent material rupture; RD-Rotura do tipo dúctil/Dúctil fracture; RF-Rotura do tipo frágil/Brittle fracture

OBS:



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DOBRAGEM-REDOBRAGEM/ BEND-REBEND TEST

CLIENTE: SIMI
CLIENT
MORADA DO CLIENTE: ----
ADDRESS

DATA DE RECEPÇÃO DE AMOSTRAS: 27-10-2009 DATA DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: 06-11-2009
SAMPLES RECEPTION DATE TESTING DATE
LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS: LABMAT Oeiras LOCAL DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: LABMAT Oeiras
TESTED AT ISSUED AT

DIVULGAÇÃO: Confidencial/ Confidential
DISTRIBUTION

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued by: Marta Freitas Data/ Date: 09-11-2009	Aprovado por/ Approved by: Manuel Gomes Responsável Técnico da UEM/ UEM Technical Supervisor Data/ Date: 11/11/2009
---	--

Procedimento / Norma Procedure / Standard	Qualificação: EN ISO 15614-1: 2004 Ensaio: NP EN 910: 1999	Tratamento Térmico Heat Treatment	NA
Descrição do produto Product description	Refª do pedido: 0546/9207; Chapa soldada; Refª Corpo Prova: QP-111-PC	Processo de soldadura Welding process	111
Material de base Parent material	GB713-97: 12 Cr1MoV Esp: 25 mm	Material de adição Weld material	EN 1599:E CrMo 1 B
Tipo de provete Specimen type	Prismático	Temperatura ambiente Room temperature	22 °C

RESULTADOS / RESULTS:

Provete / Test specimen			Diâmetro mandril/ Mandrel diameter	D/a	Distância entre apoios Span	Ângulo de dobragem / Bending angle	Ângulo de redobragem / Rebending angle	Comprimento refª/ Gauge length	Alongamento / Elongation	OBS.
Referência reference	Espessura/ diâmetro Thickness/ diameter a mm	Largura/ Width b mm								
DL1	10.1	24.7	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL2	10.1	24.7	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL3	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
DL4	10.1	24.8	40	4	65	180	----	----	----	NA
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

Legenda/ Legend:

DF-Dobragem na face/Bend face; DR-Dobragem na raiz/Root face; DL-Dobragem lateral/Lateral face;

NA-Nada a assinalar/Nothing to report.

OBS:

(1) - Imperfeição Superior a 3mm

(2) - Imperfeição Inferior a 3mm



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO MACROGRÁFICO/ MACROGRAPHIC TEST

Cliente: SIMI / CMEC-QS
Client

Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaíde Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 26/10/2009
Sample(s) reception date

Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at

Data de realização dos ensaios: 26/10/2009
Testing date

Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at

Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:

Hugo Álvares
Gervásio Pimenta

Data/Date 2009.10.27

Aprovdo por / Approved by:

Gervásio Pimenta
Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator

Data/Date 2009. 10.28

NORMA:
STANDARD

EN 1321: 1996

Referência da amostra / Test specimen:

Ref: do pedido: 0546/9207

Ref: corpo de prova: QP-111-PC

Processo de soldadura / Welding process:

111

Material de adição / Weld material:

EN 1599: E CrMo 1 B

Material de base/ Parent material:

GB713-97 : 12 Cr1MoV

Orientação da secção / Section orientation:

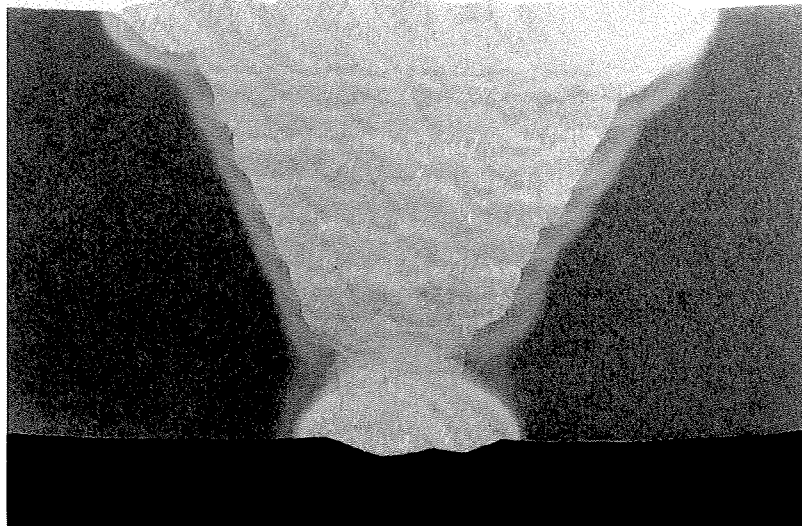
Transversal

Reagente de contrastação/ Etchant:

Nital 2%

Ampliação / Magnification:

X 2,3



Observação / Observation#:

Caso aplicável, norma de classificação de imperfeições/ Standard: ISO 6520: 2001

Classificação / Classification *	Dimensões Relevantes / Meaningfull Dimensions#
--	--
--	--
--	--

*Analisadas imperfeições das classes fissuras, cavidades, inclusões sólidas e falta de fusão./ Only imperfections falling into groups: cracks, cavities, solid inclusions and lack of fusion are analysed.



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

ENSAIO DE DUREZA EM JUNTAS SOLDADAS/ WELDED JOINTS HARDNESS TEST

Cliente: SIMI / CMEC -QS
Client

Endereço: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, Nº33
Address Talaíde Taguspark 2780-920 Porto Salvo

Data de recepção das amostras: 26/10/2009
Sample(s) reception date

Local de realização dos ensaios: LABMAT OEIRAS
Tested at

Data de realização dos ensaios: 26/10/2009
Testing date

Local de emissão do relatório: LABMAT OEIRAS
Issued at

Divulgação: Confidencial/Confidential
Distribution

NOTA/NOTE:

Os resultados deste relatório referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados. É proibida a reprodução parcial deste relatório sem prévia autorização do laboratório. / The results of this report are only related to the product submitted to testing, they cannot approve the products tested. The partial reproduction of this report is only allowed with ISQ authorization.

A análise assinalada com # não está incluída no âmbito da acreditação. / The analysis marked # is outside the accreditation scope.

O parecer ou opinião expresso neste relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação. / Comments made in this report are outside the accreditation scope.

As amostras objecto de análise ficarão à disposição do cliente por um prazo máximo de três meses, a contar da data de envio do relatório, a partir da qual serão destruídas. / Analysed samples will be available to the client until three months after final report deliver date. After that, the samples will be destroyed.

Executado por / Issued By:

Hugo Álvares
Gervásio Pimenta
Data/Date 2009.10.27

Aprovado por / Approved by:

Gervásio Pimenta
Coordenador LABMAT-Oeiras/LABMAT-Oeiras Coordinator
Data/Date 2009.10.28

PROCEDIMENTO/ NORMA 1043-1:1995 **Tipo de ensaio** HV **Força** 10
PROCEDURE/ STANDARD *Type test* *Force (kgf)*

Processo de Soldadura <i>Welding process</i>	
111	
Material base <i>Parent material</i>	
GB713-97 : 12 Cr1MoV	
Material de adição <i>Weld material</i>	
EN 1599: E CrMo 1 B	
Tratamento após soldadura <i>Treatment after welding</i>	
--	

Identificação da amostra
Sample identification

Ref: do pedido: 0546/9207
Ref: corpo de prova: QP-111-PC



LABMAT - LABORATÓRIO DE MATERIAIS

RESULTADOS/ RESULTS:

Localização <i>Location</i>	Indentação <i>Indentation</i>	1ª Filiação <i>1st row</i>	2ª Filiação <i>2nd row</i>	3ª Filiação <i>3rd row</i>
MB1/PM1	1	147	155	160
	2	150	161	164
	3	151	158	159
ZTA1/HAZ1	4	248	210	215
	5	264	223	224
	6*	261	225	244
MF/WM	7	238	255	274
	8	228	253	280
	9	247	269	283
ZTA1/HAZ1	10*	247	234	263
	11	224	230	277
	12	208	235	262
MB1/PM1	13	151	147	152
	14	146	148	154
	15	148	152	155

As indentações 6 e 10 localizam-se a uma distância <0,5 mm da linha de fusão. *Indentation 6 and 10 are located at a distance <0,5 mm of the fusion line.*

COMENTÁRIOS/ COMMENTS#: