



1. OBJETIVO

- 1.1 A utilização deste documento destina-se ao treinamento de candidatos à certificação no método de END e técnica descrita. A aplicação deste procedimento deve ser feita sob a supervisão do N3.
- 1.2 Este documento não deve ser considerado como referência para trabalho de inspeção em campo.
- 1.3 Este procedimento estabelece as condições necessárias para a execução do ensaio não destrutivo por meio partículas magnéticas pela técnica do yoke em soldas de materiais ferromagnéticos.

2. NORMAS DE REFERÊNCIA

- 2.1 ASME SEÇÃO V artigo 7 – Nondestructive Examination
- 2.2 ASME SEÇÃO VIII divisão 1 – Apêndice 6 - Boiler and Pressure Vessel Code
- 2.3 API 1104 – Welding of pipelines and related facilities
- 2.4 AWS D1.1 – Structural Welding Code – Steel
- 2.5 ASTM E709 – Standard Guide for Magnetic Particle Testing
- 2.6 ASME B31.3 – Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping
- 2.7 ASME B31.1– Power Piping
- 2.8 EN-1369 – Founding – Magnetic Particle Testing
- 2.9 NM 342 – Ensaios não destrutivos — Partículas Magnéticas — Detecção de descontinuidades
- 2.10 NM 328 – Ensaios não destrutivos — Partículas Magnéticas — Terminologia
- 2.11 API 6A - Specification for Wellhead and Tree Equipment 2022

Nota: as normas acima foram utilizadas apenas como uma referência. Este procedimento não tem como finalidade atender a todos os requisitos das normas citadas.

3. MATERIAIS A SEREM ENSAIADOS

- 3.1 *Tipos de Inspeção:* Construção e montagem, Inspeção de fabricação e inspeção em serviço.
- 3.2 *Materiais:* Aço Carbono e aços de baixa liga com teores de liga até 6%.
- 3.3 *Processo de Fabricação:* soldagem em materiais ferromagnéticos
- 3.4 *Formas:* Chapas Planas, Forjados, Fundidos, Barras Laminadas, Juntas Tubulares, Juntas circunferenciais e longitudinais em tubos com diâmetro $\geq 6"$ e Juntas de ângulo em T, conexões e juntas tubulares ortogonais (90°) com diâmetro $> 8"$ e bocais de equipamentos com diâmetro $> 3"$ (interno ao costado).

4. SAÚDE E SEGURANÇA

- 4.1 Antes da aplicação deste procedimento todas as pessoas envolvidas com a inspeção, devem estar familiarizadas com os conteúdos dos procedimentos de segurança local.
- 4.2 As inspeções devem ser conduzidas em locais ventilados, para se evitar intoxicações por inalação de vapores provocados por aerossóis ou solventes.



- 4.3 Como alguns materiais utilizados no ensaio por partículas magnéticas são inflamáveis, estes devem ser utilizados longe de locais onde possa haver chamas ou superaquecimento.
- 4.4 Em função dos locais de inspeção e dos produtos a serem utilizados, o inspetor deve avaliar a necessidade de uso de EPI'S apropriados.

5. EQUIPAMENTOS E TÉCNICA DE MAGNETIZAÇÃO

5.1 Equipamentos

- 5.1.1 Só é permitido o uso de Yoke eletromagnético de corrente alternada.
- 5.1.2 A intensidade do campo magnético tangencial, na área útil do ensaio, deve estar compreendida entre 17 e 65 A/cm.
- 5.1.3 A força magnetizante do yoke deve ser verificada através de sua capacidade mínima de levantamento de massa com o máximo espaçamento entre polos que será utilizado no local de ensaio. Cada yoke deve ter a capacidade mínima de levantamento de massa de 5,5 kg que deve ser comprovada no início e a cada 8 horas de trabalho. O yoke deve ser checado sempre que tenha sofrido algum dano ou tenha sido reparado.
- 5.1.4 Ao realizar o levantamento de massa de 5,5 kg recomenda-se que os polos do yoke sejam posicionados sobre a maior superfície do bloco padrão.
- 5.1.5 Se alguma verificação da força magnetizante for considerada insatisfatória, todas as peças liberadas desde a última comprovação satisfatória devem ser novamente inspecionadas.

5.2 Técnica de Magnetização

- 5.2.1 Será utilizada a técnica de magnetização longitudinal através do emprego de yoke eletromagnético.

6. CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO

- 6.1 Será utilizada corrente alternada.

7. PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

- 7.1 As partículas magnéticas utilizadas no ensaio por via úmida ou via seca devem possuir características geométricas, magnéticas e de visibilidade que proporcionem, na condição de ensaio, mobilidade, contraste e sensibilidade adequada.
- 7.2 No caso de partículas magnéticas utilizadas por via úmida, a suspensão deve ser preparada segundo as recomendações do fabricante das partículas magnéticas.
- 7.3 A concentração de partículas no veículo deve ser verificada em tubo decantador. Uma amostra de 100 ml da suspensão que está sendo utilizada deve ser decantada por 30 minutos quando o veículo utilizado for água e 60 minutos para destilados de petróleo. A concentração deve ser verificada no início e a cada 4 horas de trabalho. Para partículas fluorescentes, o volume de partículas decantado deve estar compreendido entre 0,1 e 0,4 ml. Para partículas coloridas (visíveis sob luz normal), o volume de partículas decantado deve estar compreendido entre 1,2 e 2,4 ml.

Nota:

- (1) Para a decantação deve ser utilizado um tubo decantador tipo "pera" com uma haste (caule) de 1 ml (divisões de 0,05 ml) para suspensões de partículas fluorescentes e com 1,5 ml de haste (divisões de 0,1 ml) para suspensões com partículas coloridas. A especificação ASTM

- E709 apresenta um tubo centrifugo em forma de pera que atende aos requisitos citados neste parágrafo (ver figura "D").
- (2) Quando o veículo utilizado for a água deve ser utilizado o condicionador/distensor conforme as recomendações do fabricante.

8 TINTA DE CONTRASTE

- 8.1 Quando utilizada, a tinta de contraste não deve influir desfavoravelmente na mobilidade das partículas magnéticas e não deve ocasionar diminuição da sensibilidade do ensaio.
- 8.2 A tinta de contraste não deve ser solúvel no veículo, durante o tempo necessário à execução do ensaio
- 8.3 A tinta de contraste pode ser utilizada quando a inspeção for realizada por meio de partículas magnéticas via úmida colorida e via seca.
- 8.4 A espessura de película permitida deve ser de no máximo 25 µm. A verificação da camada de tinta de contraste pode ser realizada com o uso de um dos padrões de verificação de eficiência de ensaio indicados neste procedimento, desde que seja aplicada na região a ser ensaiada e no padrão simultaneamente. A visualização da indicação do padrão evidencia uma camada de tinta de contraste satisfatória.

9 EXTENSÃO DA INSPEÇÃO

- 9.1 A inspeção deve cobrir 100% da solda e, no mínimo, os 25 mm adjacentes. No caso de chapa plana lisa (sem solda), deve ter 100% de sua área inspecionada.

10 CONDIÇÕES DE ENSAIO

- 10.1 Quando o ensaio for conduzido sob a luz normal (branca), a iluminância na superfície da peça deve ser de no mínimo 1076 lux.
- 10.2 Quando o ensaio for conduzido sob a Luz Ultravioleta a área deve apresentar o nível de iluminação máximo de 20 lux.
- 10.3 A intensidade de luz branca deve ser realizada através de medidores adequados calibrados (fotômetro) a cada início, ou a cada oito horas ou sempre que ocorrer mudança do local de trabalho (o que ocorrer primeiro).
- 10.4 A lâmpada ultravioleta antes da sua utilização deve ser aquecida por um tempo mínimo de 5 minutos, exceto para lanternas UV LED. A intensidade de luz negra (UV-A) deve ser medida no início ou a cada 8 horas de trabalho ou sempre que ocorrer mudança de local de trabalho, e comprovada através do uso de um medidor / monitor sensível à luz UV-A, operando num espectro centrado em 365nm (3650 Å). Esta intensidade de luz UV-A na superfície da peça não deve ser inferior a 1000 µW/cm².
- 10.5 Se forem constatadas intensidades inferiores à mínima, conforme indicado nos itens 10.1 ou 10.4, o ensaio deve ser repetido para as peças ensaiadas desde a última comprovação satisfatória.
- 10.6 É recomendado que o inspetor permaneça no local do ensaio pelo menos 5 minutos antes de iniciar a inspeção, para adaptação de seus olhos ao ambiente escurecido.
- 10.7 Óculos com lentes fotocromáticas não devem ser utilizados durante os trabalhos.



11 PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

- 11.1 A área a ser inspecionada conforme citado no item 9 deste procedimento, deve ser preparada através de métodos adequados (escovamento, lixamento, esmerilhamento etc.). Esta área deve estar seca e livre de carepas, graxa, óleo, fluxo, escória, tinta e qualquer outro material que possa interferir na execução do ensaio.
- 11.2 Para o ensaio de corpos de prova nos exames de certificação, normalmente um escovamento manual, seguido de limpeza com solvente, é suficiente para atender aos requisitos citados em 11.1.

12 TEMPERATURA

- 12.1 Durante a execução do ensaio, a temperatura da superfície da peça, caso não seja definida pelo fabricante, não deve ser superior a 180°C para o ensaio por via seca e 57°C para o ensaio por via úmida.
- 12.2 Os ensaios por via seca deverão ser conduzidos apenas sobre superfícies que não apresentem depósitos de substâncias líquidas e/ou gordurosas.
- 12.3 Qualquer área que devido a irregularidades superficiais ou rugosidade, cause dúvida durante o ensaio, deve ser limpa aplicando métodos mecânicos como aplicação de escovas de aço, manuais ou rotativas, e/ou disco de desbaste, seguido com limpeza por solvente.
- 12.4 Quando da utilização da tinta de contraste devem ser obedecidos os limites de temperatura recomendados pelo fabricante.

13 TÉCNICAS DE SOBREPOSIÇÃO

- 13.1 O ensaio deve ser executado com suficiente sobreposição de modo a assegurar que 100% da área a ser ensaiada seja coberta com a sensibilidade requerida. Pelo menos dois ensaios devem ser executados em cada área, de modo que as linhas de fluxo magnético do segundo ensaio sejam aproximadamente perpendiculares (ângulo variando entre 50 e 130°) àquelas obtidas durante o primeiro ensaio.
- 13.2 Os anexos 4, 5, 6, 7, 8 e 9 apresentam as sobreposições que devem ser utilizadas de acordo com a superfície/junta a ser ensaiada.
- 13.3 Deve ser realizada, adicionalmente, uma verificação nas bordas da chapa, quando a sobreposição não possibilita a efetiva detecção das descontinuidades nestas regiões.
- 13.4 Em peças com geometrias mais complexas ou distintas das que foram citadas nos Anexos 4 a 9 deve ser utilizada técnicas de sobreposição que garantam que toda a superfície de interesse seja ensaiada.

14 MÉTODO DE ENSAIO

- 14.1 As partículas magnéticas via seca devem ser aplicadas de tal forma a produzir uma camada leve em forma de poeira, assentando-se sobre a superfície da peça enquanto esta estiver sendo magnetizada (técnica contínua). A remoção do excesso deve ser feita ainda sob força magnetizante, sem perturbar as partículas atraídas pelo campo de fuga.
- 14.2 As partículas magnéticas via úmida devem ser aplicadas por pulverização ou derramamento sobre a área a ser ensaiada durante a aplicação da força magnetizante.



15 VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ENSAIO

- 15.1 A verificação da eficiência do ensaio deve ser feita no início e a cada 8 horas de cada jornada de trabalho utilizando-se o indicador de campo magnético conforme figura A ou B ou C. O campo magnético na área útil do ensaio será considerado adequado se aparecer uma linha claramente definida de partículas magnéticas sobre a face do indicador. No caso do indicador citado na figura A, a extremidade da indicação deve estar entre as referências previamente determinadas.
- 15.2 Se alguma verificação for considerada insatisfatória, todas as peças liberadas desde a última comprovação satisfatória devem ser novamente inspecionadas.

16 DESMAGNETIZAÇÃO

Não aplicável.

17 AVALIAÇÃO DO RESULTADO

- 17.1 Classificação das indicações - Todas as indicações devem ser classificadas em lineares e arredondas conforme abaixo:

- a) Indicação linear é a que apresenta um comprimento maior que três vezes a largura.
- b) Indicação arredondada é a que apresenta formato circular ou elíptico, com comprimento igual ou menor que três a largura.

As indicações devem ser avaliadas conforme um dos seguintes critérios citados nos anexos:

- 17.2 Anexo 10 - Critério de aceitação aplicável a Vasos de Pressão, trocadores de calor e permutadores (referência ASME VIII DIVISÃO 1 APÊNDICE 6).
- 17.3 Anexo 11 – Critério de aceitação aplicável a estruturas metálicas de aço carbono (referência AWS D1.1).
- 17.4 Anexo 12 – Critério de aceitação aplicável a soldas de tubulações utilizadas na compressão, bombeamento e transporte de petróleo em bruto, derivados de petróleo, gases combustíveis, dióxido de carbono e nitrogênio (referência API 1104)
- 17.5 Anexo 13 – Critério de aceitação aplicável a tubulações de processo normalmente encontrados em refinarias de petróleo, e indústrias químicas e celulose e terminais de processamento relacionados (referência ASME B 31.3)
- 17.6 Anexo 14 – Critério de aceitação aplicável a tubulações externas utilizadas em estações geradoras, sistemas de refrigeração e caldeiras em geral (referência ASME B 31.1)
- 17.7 Anexo 15 - Critério de aceitação aplicável a equipamentos de cabeça de poço e árvore de natal para a produção de petróleo e gás natural (referência API 6A)
- 17.8 Anexo 16 – Requisitos Gerais para inspeção em serviço

Nota: No exame prático de certificação (ensaio de corpos de prova) deve ser aplicado o critério de aceitação descrito no Anexo 10.

17.09 As informações contidas nos anexos são exemplos de critérios de aceitação, baseados em normas, utilizados no método de END. A finalidade da inclusão destes critérios é o treinamento do candidato sob a supervisão do N3.

18 LIMPEZA FINAL

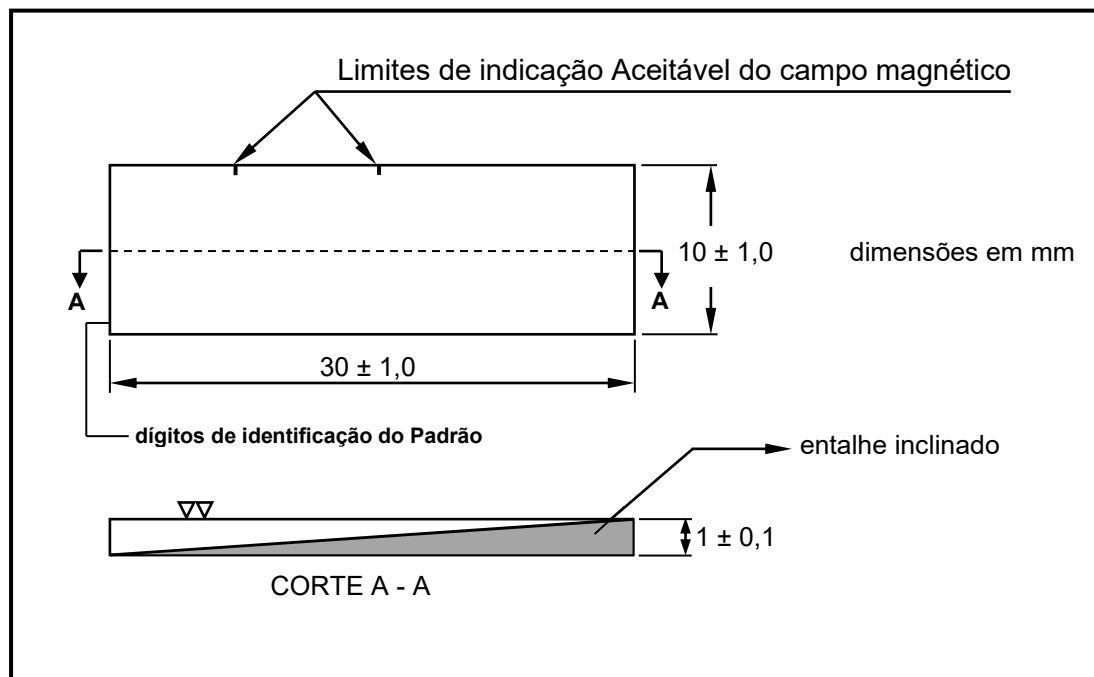
18.1 Deve ser efetuada uma limpeza final nos corpos-de-prova. Para esta efetuar a limpeza devem ser utilizados panos, papel absorvente ou trapo umedecido com solvente. Após a limpeza final a superfície deve ficar isenta de resíduos provenientes do ensaio.

19 FORMULÁRIO PARA RELATÓRIO DE REGISTRO DE RESULTADOS

19.1 As indicações devem ser registradas no formulário indicado no Anexo 1.

19.2 No Anexo 2A, 2B ou 3 as indicações devem ser desenhadas. O desenho deve representar as descontinuidades detectadas aproximando-se da realidade quanto ao tamanho e quantidade. Devem ser registradas todas as indicações detectadas com dimensão maior que 1,5 mm. Nos formulários dos Anexos 2A, 2B ou 3 numerar as indicações possibilitando a correlação com o formulário apresentado no Anexo 1.

Figura A – Padrão para verificação da eficiência do ensaio



- I. Sobre a face de observação do padrão devem ser estabelecidas duas referências, correspondentes as extremidades das indicações obtidas por partículas magnéticas com valores de intensidade de campo magnético na peça de 17 A/cm e 65 A/cm.
- II. As referências devem ser obtidas para cada par yoke / partículas magnéticas.
- III. Para o estabelecimento das referências, sobre a face de observação do padrão, seguir a seguinte sequência:
 - a) Posicionar o yoke sobre uma chapa plana e traçar uma linha unindo o centro de seus polos.
 - b) Determinar sobre esta linha, com o auxílio de um variador de tensão e de um medidor de campo magnético um ponto cuja intensidade de campo magnético tangencial seja de 17 A/cm.
 - c) Posicionar, neste ponto, o centro do padrão, com o entalhe perpendicular a linha traçada e determinar a extremidade da indicação obtida por meio de partículas magnéticas. A posição registrada no padrão correspondente a esta extremidade, a referência 17 A/cm.

d) Seguir novamente os itens b) e c) com o valor de campo magnético de 65 A/cm para a determinação da referência correspondente a esta situação.

IV. Na verificação da eficiência do ensaio a extremidade da indicação deve estar compreendida entre as duas referências citadas anteriormente. Para esta verificação o padrão deve ser posicionado de forma que seu entalhe fique o mais perpendicular possível às linhas de campo magnético.

Figura B: Indicador de campo magnético tipo disco.

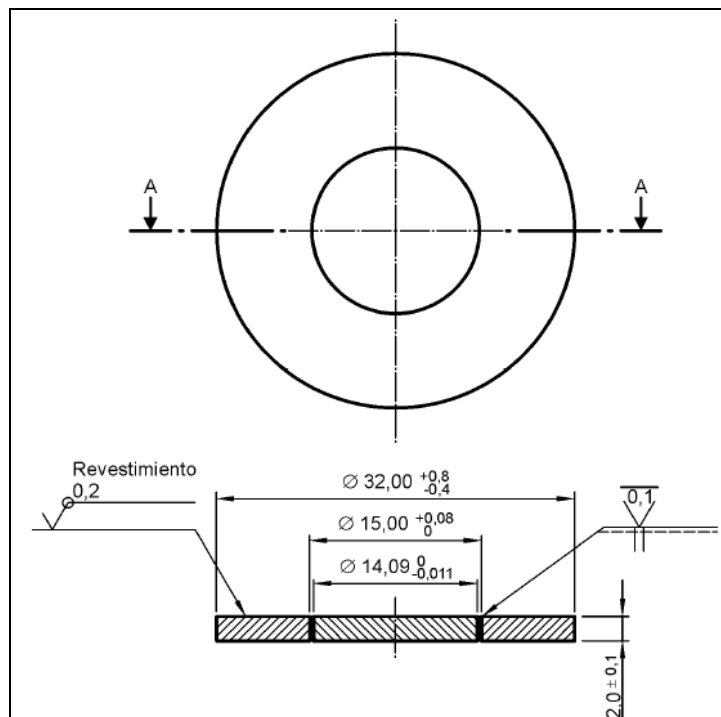


Figura C - Indicador de campo magnético octogonal

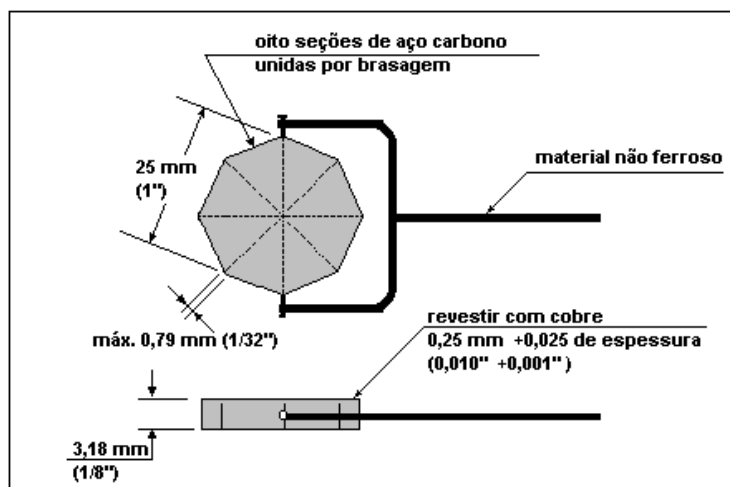
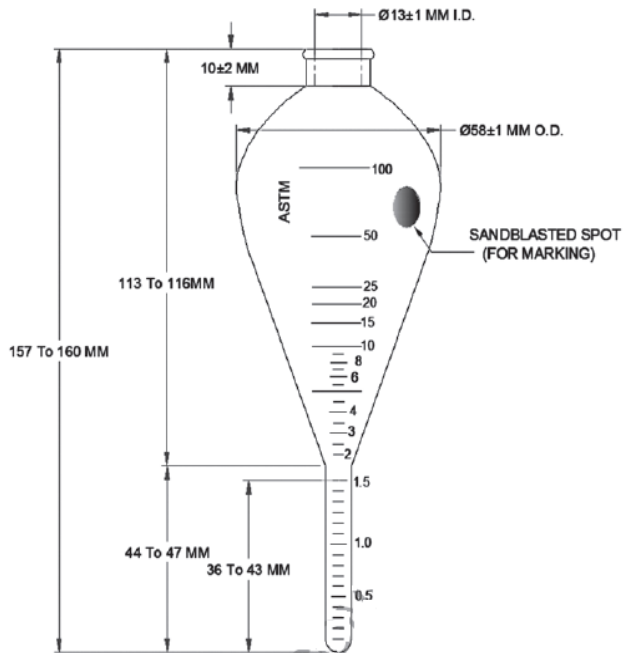
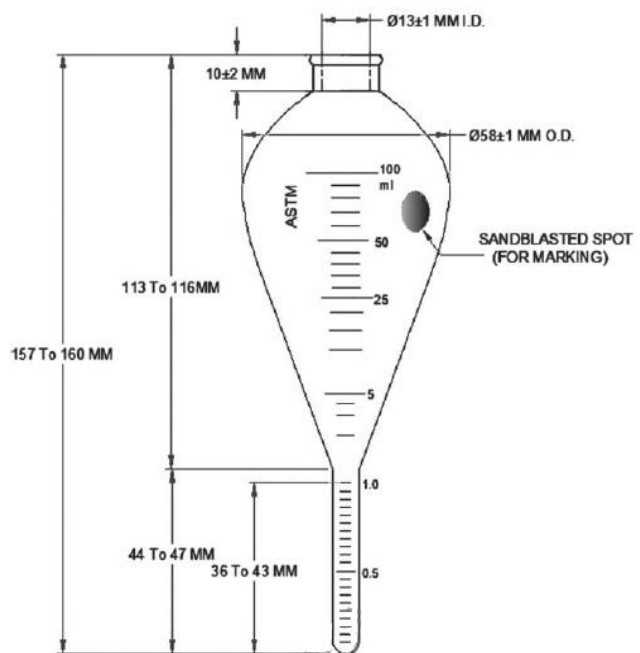


Figura D – tubo decantador



Modelo de Tubo decantador tipo pera utilizado para verificação da concentração de partículas via úmida colorida conforme ASTM E709.



Modelo de Tubo decantador tipo pera utilizado para verificação da concentração de partículas via úmida fluorescente conforme ASTM E709.



PARTÍCULAS MAGNÉTICAS
PROCEDIMENTO DE END
Técnica do Yoke
PR-003

Manual: **S-PM**
Página: **9 de 29**
Revisão: **17 (Jun/2025)**

ANEXO 1 - FORMULARIO DE REGISTRO DOS RESULTADOS



PARTÍCULAS MAGNÉTICAS
RELATÓRIO DE ENSAIO

Procedimento nº/rev.:		Critério de Aceitação:	Relatório nº: _____ Folha: _____ de _____
Material:	Nº CP.:	Condição da Superfície:	Norma de Referência:

☐ YOKE	☐ ELETRODO	☐ CONTATO DIRETO	☐ BOBINA	☐ CONDUTOR CENTRAL
Espessura C.P.(mm):	Diâmetro C.P.(mm):	Comprimento X Largura(mm):	Partícula Magnética /Marca / Fabricante:	
Equipamento - Tipo / Modelo:	Diâmetro Bobina e nº Espiras:		Diâmetro Condutor:	
Corrente de Magnetização:	Valor da Corrente Utilizada:		Partículas Magnéticas ☐ Colorida ☐ Fluorescente	
Ensaio ☐ Via úmida ☐ Via Seca		Desmagnetização ☐ Sim ☐ Não		Corrente de Desmagnetização:

Nº DESCONTINUIDADE	TIPO DE DESCONTINUIDADE	LOCALIZAÇÃO DE A	DIMENSÃO DA DESCONTINUIDADE	LAUDO	OBSERVAÇÃO

LEGENDA:		
LAUDO A = APROVADO R = REPROVADO NEC = NECESSÁRIO EXAME COMPLEMENTAR	DESCONTINUIDADE SP = SOBREPOSIÇÃO PO = POROSIDADE FP = FALTA DE PENETRAÇÃO	FF = FALTA DE FUSÃO TT = TRINCA TRANSVERSAL TL = TRINCA LONGITUDINAL
☐ APROVADO	☐ REPROVADO	☐ NEC
Nome do Candidato:		Nº:
Modalidade do Exame:		Assinatura do Candidato:
Empresa:	Data:	Visto do Examinador:



ANEXO 2A

PM 06 CP _____		TÉCNICA ☐ ELETRODOS ☐ YOKE	
CANDIDATO Nº _____		VIA ☐ SECA ☐ UMIDA ☐ COLORIDA ☐ FLUORESCENTE	
0	250	500	750
50	300	550	800
100	350	600	850
150	400	650	900
200	450	700	950
250	500	750	1000



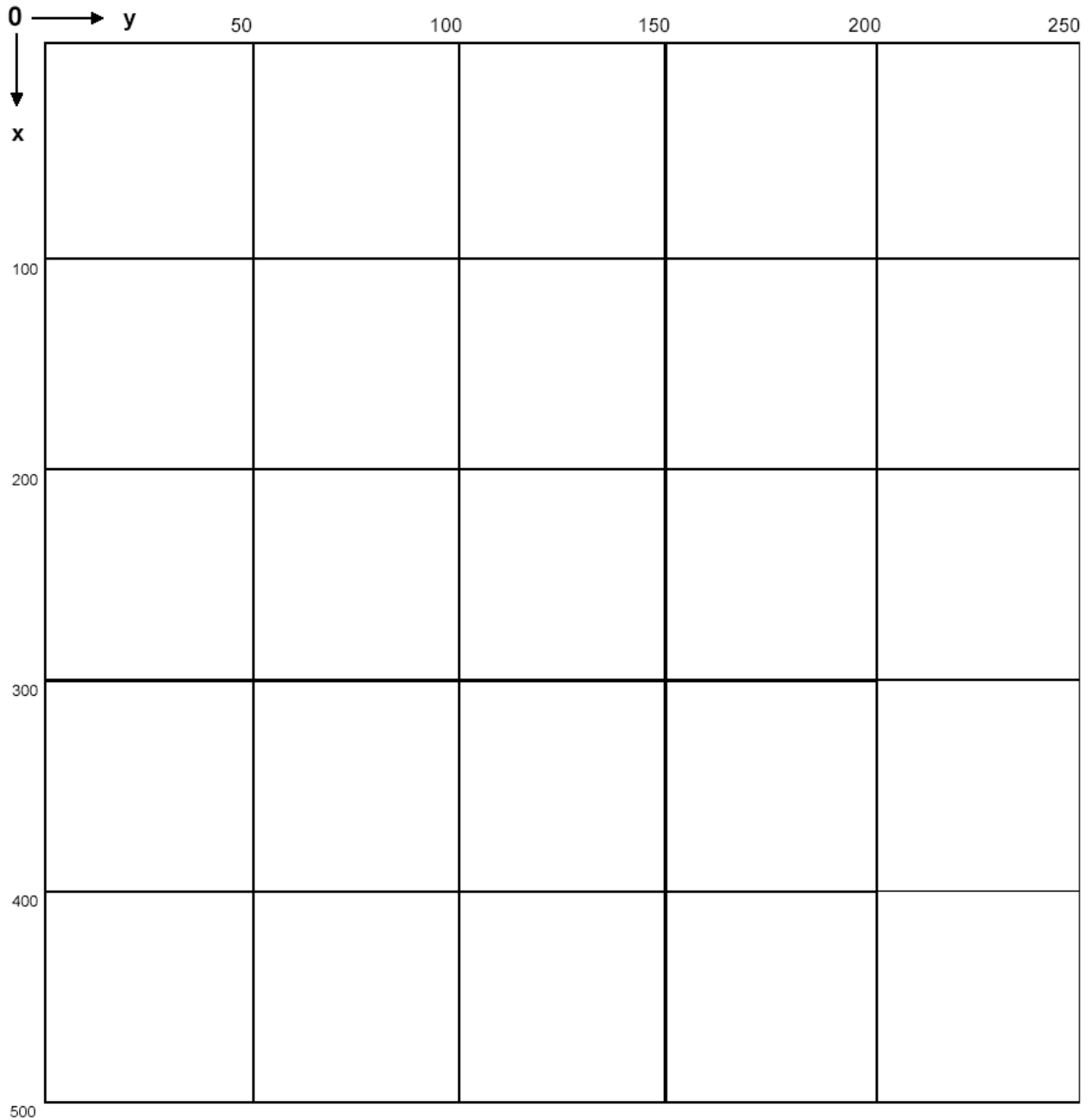
ANEXO 3



Mapeamento Longitudinal das
descontinuidades

RELATÓRIO N.º
FOLHA: _____ de _____

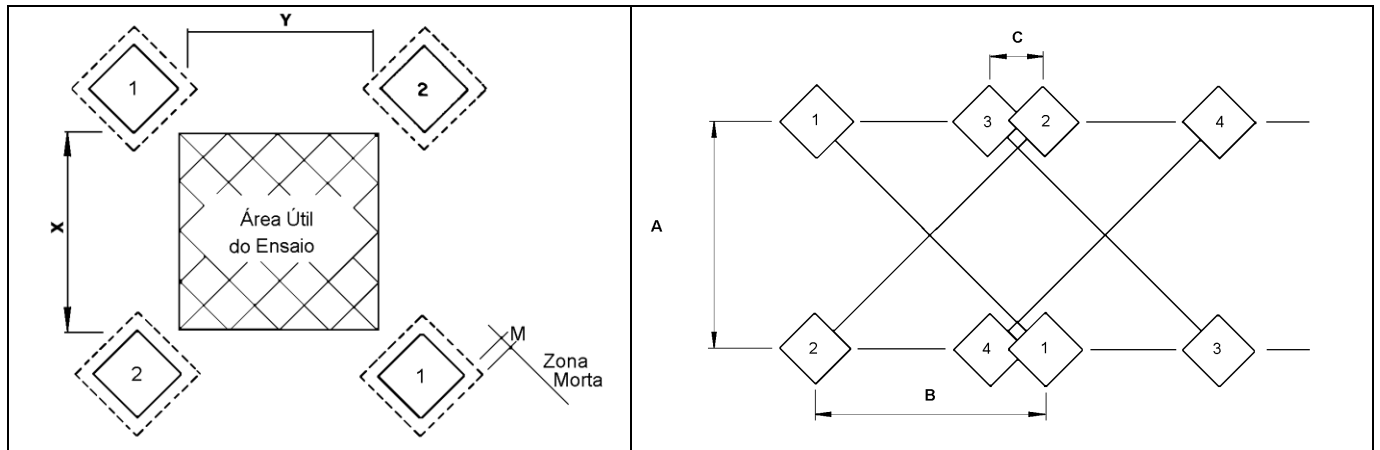
PM 02 CP _____ Técnica ☐ eletrodos ☐ Yoke
via ☐ seca ☐ úmida ☐ colorida ☐ Fluorescente



CANDIDATO: _____ SNQC Nº _____

ANEXO 4

Esquema de sobreposição aplicável para superfícies planas, juntas soldadas entre chapas planas ou juntas soldadas de tubos com diâmetro ≥ 1330 mm

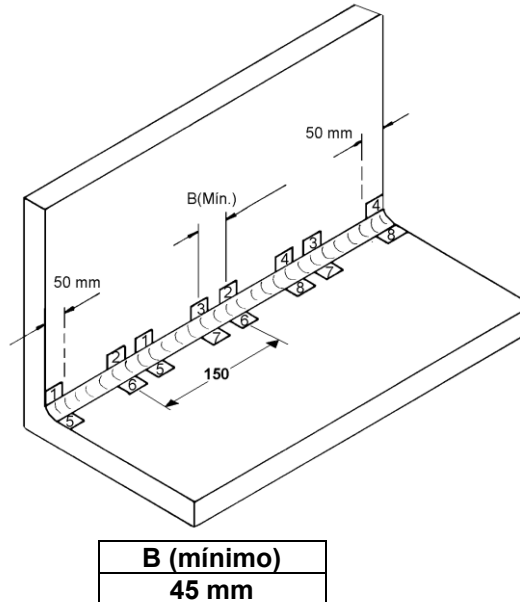


A	B	C	X	Y	M
116mm	116mm	50mm	66mm	66mm	10mm

ANEXO 5

Esquema de sobreposição aplicável para juntas de ângulo em "T"

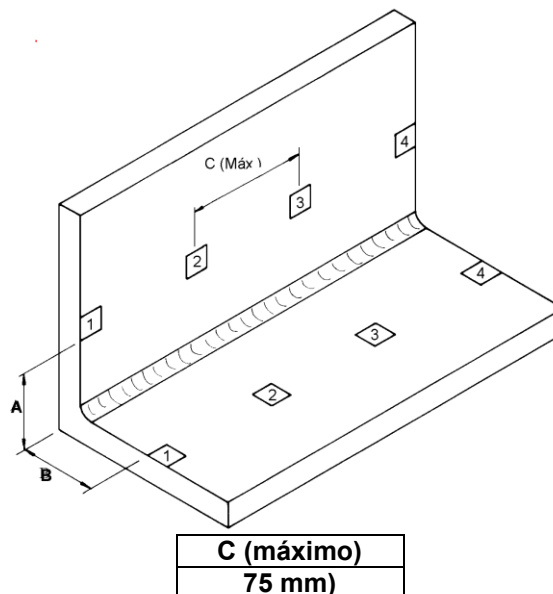
1ª Etapa do Ensaio



Notas:

1. Os polos dos yokes devem ficar encostados na margem da solda
2. O esquema de sobreposição é válido para soldas com largura do cordão ≤ 50 mm.
3. A região da extremidade da junta de no mínimo 50 mm deve ser inspecionada com líquido penetrante ou através da técnica de eletrodos.
4. Distância entre o centro dos polos deve ser mantida em 150 mm
5. Sequência do ensaio: 1-1; 2-2; 3-3; 4-4; 5-5;.... n-n

2ª Etapa do Ensaio



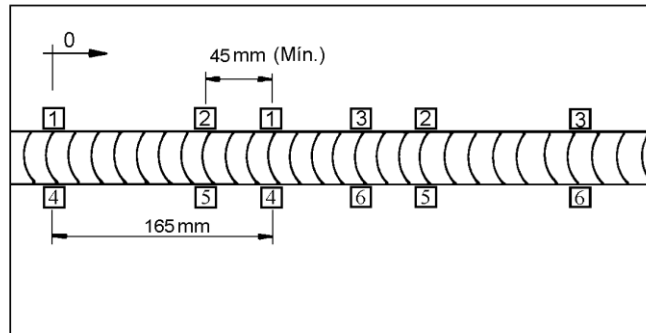
Notas:

1. Os polos dos yokes devem ficar afastados no mínimo 35 mm da margem da solda
2. O esquema de sobreposição é válido para soldas com largura do cordão ≤ 50 mm.
3. O espaçamento entre os polos (internamente) deve ser: $95 \leq a+b \leq 150$ (mm).
4. Sequência do ensaio: 1-1; 2-2; 3-3; n-n

ANEXO 6

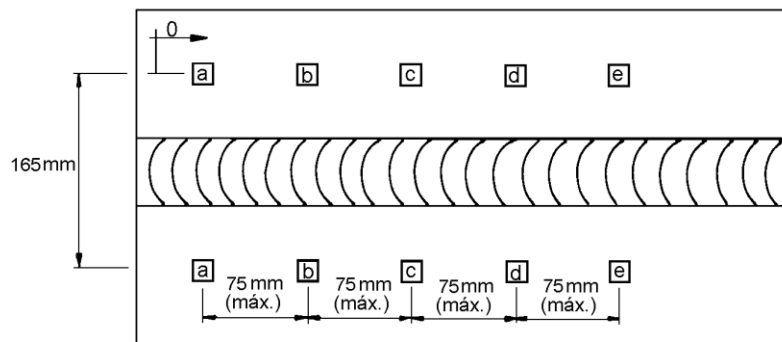
Esquema de sobreposição aplicável para juntas circunferenciais e longitudinais de topo em tubos com diâmetro ≥ 150 mm (6").

1ª Etapa do Ensaio



- Notas:
1. Os polos dos yokes devem ficar encostados na margem da solda
 2. O esquema de sobreposição, válido para soldas com: largura do cordão ≤ 50 (mm).
 3. Sequência do ensaio: 1-1; 2-2; 3-3; n-n

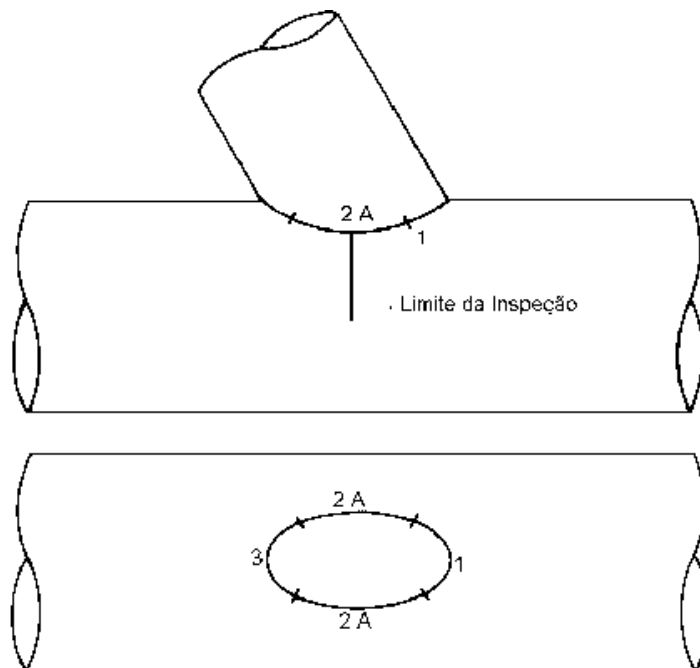
2ª Etapa do Ensaio



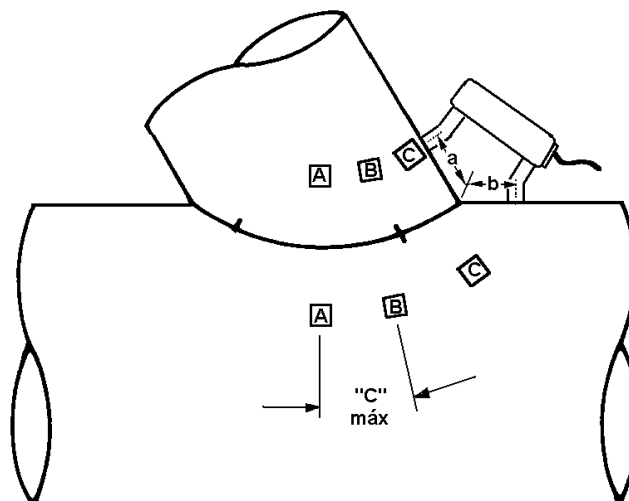
- Notas:
1. Os polos dos yokes devem ficar afastados no mínimo 35 mm da margem da solda
 2. O esquema de sobreposição, válido para soldas com largura do cordão ≤ 50 (mm).
 3. Sequência do ensaio: a-a; b-b; c-c; n-n

ANEXO 7

Esquema de sobreposição aplicável para juntas tubulares



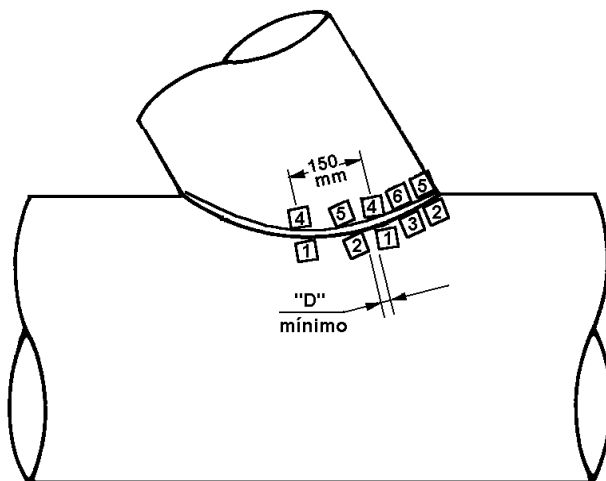
1ª Etapa do Ensaio



"C" máximo
75 mm

- Notas:
1. Os polos dos yokes devem ficar afastados no mínimo 35mm da margem da solda.
 2. Sequência do ensaio: A-A; B-B; C-C; N-N
 3. O O espaçamento entre os polos deve ser: $95 \leq a+b \leq 150$ (mm).
 4. Podem ser inspecionados cordões com largura do cordão ≤ 50 (mm).
 5. A inspeção está limitada a 100% da região 1, 50% da região 2, o restante deve ser inspecionado por líquidos penetrante.

2ª Etapa do Ensaio



D
45 mm

Notas:

1. Sequência do ensaio: 1-1; 2-2; 3-3; 4-4; 5-5; 6-6N-N
2. O espaçamento entre os polos deve ser de 150 (mm).
3. Podem ser inspecionados cordões com largura do cordão ≤ 50 (mm).
4. A inspeção está limitada a 100% da região 1, 50% da região 2, o restante deve ser inspecionado por líquidos penetrante.

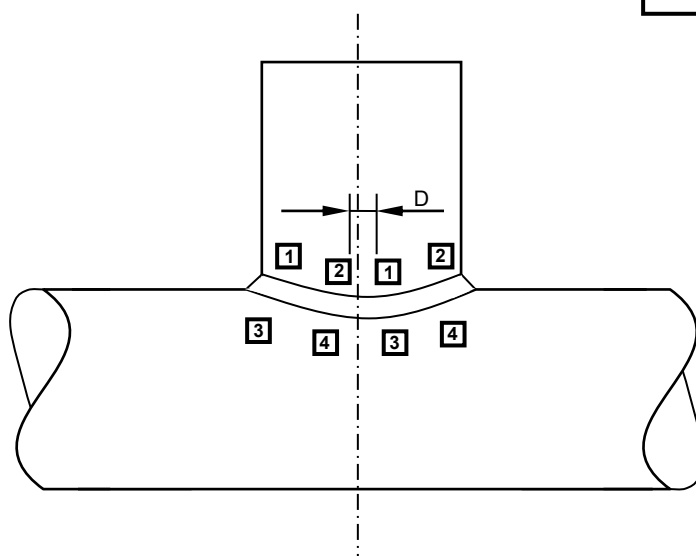
ANEXO 8

Esquema de sobreposição para bocais de conexões e juntas tubulares ortogonais (90°) de diâmetro maior ou igual a 8" com largura de solda de até 40 mm;

Primeira etapa do ensaio:

Para soldas com largura de acabamento até 20 mm, a 1ª Etapa pode ser feita por um lado da solda.

Sequência de ensaio:
1-1; 2-2; 3-3; 4-4;...



D (mínimo)
35

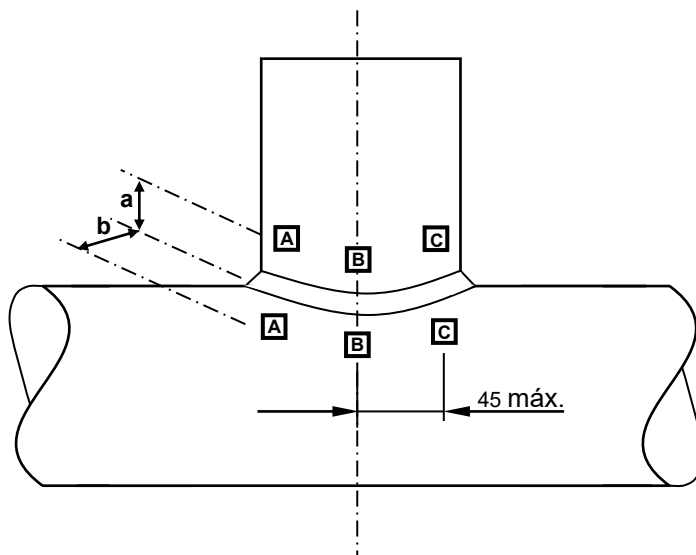
Dimensões em milímetros

Notas:

- O espaçamento entre os polos (centro a centro) deve ser de 150 (mm).
- Os polos devem ser posicionados preferencialmente encostados ou bem próximos da margem da solda.

Segunda etapa do ensaio:

Sequência de ensaio:
1-1; 2-2; 3-3; 4-4; ...



Dimensões em milímetros

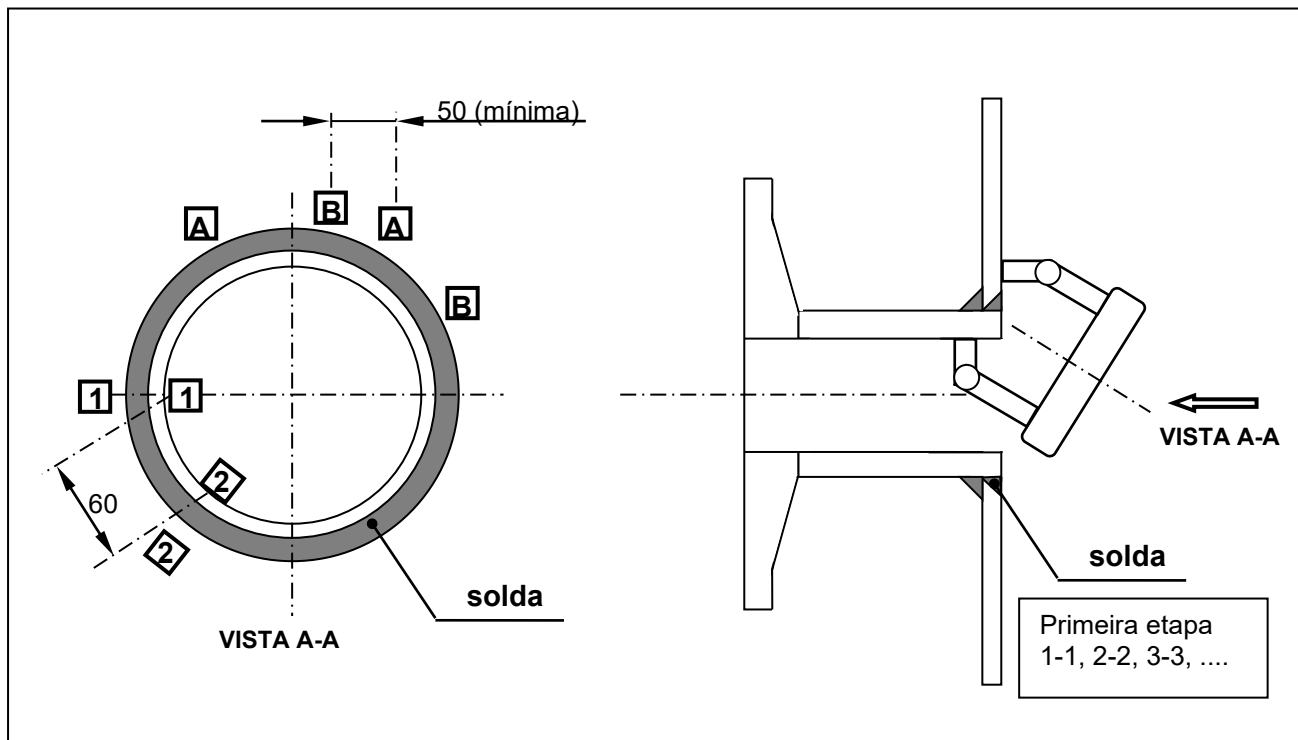
Notas:

- Os polos do Yoke devem ficar afastados no mínimo 35 mm da margem da solda
- Manter “a” + “b” maior do que 75 mm e menor ou igual a 170 mm

ANEXO 9

Esquema de sobreposição para bocais de equipamentos (posicionamento do Yoke pelo lado interno do costado).

Para bocais de diâmetro nominal maior que 75 mm (3") e largura de solda máxima ≤ 20 mm



Notas:

- Sequência de ensaio (primeira etapa): 1-1, 2-2, 3-3, etc;
- Nos posicionamentos 1-1, 2-2, 3-3, etc (yoke perpendicular a solda), os polos do Yoke devem ficar afastados, no mínimo, 35 mm da margem da solda e a distância entre os polos (lado interno) deve ficar entre 90 e 150 mm;
- Sequência de ensaio (segunda etapa): A-A; B-B; C-C; etc.
- Nos posicionamentos A-A; B-B; C-C; etc., os polos do Yoke devem ficar adjacentes à margem da solda do bocal e a distância entre polos (centro a centro) deve ser mantida em 150 mm;



ANEXO 10 – Critério de aceitação aplicável a Vasos de Pressão, trocadores de calor e permutadores.
(referência ASME VIII DIVISÃO 1 APÊNDICE 6)

10.1 Avaliação das indicações

A indicação de uma descontinuidade pode ser maior do que a própria descontinuidade que a causa; entretanto, a forma da indicação é que deve ser utilizada para a aplicação do critério de aceitação. Devem ser consideradas relevantes somente às indicações cuja maior dimensão for superior a 1,5mm (1/16").

- a) Indicação linear é a que apresenta um comprimento maior que três vezes a largura.
- b) Indicação arredondada é a que apresenta formato circular ou elíptico, com comprimento igual ou menor que três a largura.
- c) Quaisquer indicações questionáveis ou duvidosas devem ser submetidas a um reexame, para que se defina se as mesmas são relevantes ou não.

10.2 Padrões de aceitação

Estes padrões de aceitação devem ser aplicados exceto quando outros padrões mais restritivos forem especificados para materiais ou aplicações específicas dentro desta divisão.

Todas as superfícies examinadas devem estar isentas de:

- a) Indicações lineares relevantes.
- b) Indicações arredondadas relevantes, maiores do que 5,0 mm (3/16").
- c) Quatro ou mais indicações arredondadas relevantes alinhadas, separadas por uma distância igual ou menor que 1,5mm (1/16"), medidas entre bordas de indicações consecutivas.

**ANEXO 11 – Critério de aceitação aplicável a estruturas metálicas de aço carbono
(referência AWS D1.1)**

O ensaio de Partículas Magnéticas pela norma AWS é uma extensão do ensaio visual e os critérios aplicados são os mesmos, portanto a avaliação das descontinuidades deve ser baseada na dimensão real da descontinuidade.

O critério de aceitação deve ser aplicado conforme a tabela abaixo:

Critérios	Estruturas estaticamente carregadas	Estruturas ciclicamente carregadas	Juntas tubulares
(1) Trincas (de qualquer origem) – a solda não deve apresentar trincas	X	X	X
(2) Fusão na solda e metal base – Deve existir uma total fusão entre as camadas de metal de solda e entre metal de solda e metal de base	X	X	X
(3) Tempo para execução do ensaio – O ensaio pode ser realizado imediatamente após a conclusão e resfriamento da solda, exceto para os aços ASTM A 514, ASTM A 517, e ASTM A 709 Graus 100 e 100W, aços que devem ser ensaiados pelo menos 48 horas após a conclusão da solda.	X	X	X
(4) Porosidade (a) Juntas de topo com penetração total, transversal aos esforços de tração não devem ter porosidade visível. Para todas as outras soldas em chanfro e em ângulo, o somatório das porosidades visíveis com 1 mm (1/32") ou mais de diâmetro, não deve exceder a 10 mm (3/8") em qualquer 25 mm (1") de solda linear e não deve ter mais que 19 mm (3/4") em qualquer 305 mm (12") de solda.	X		
(b) A quantidade de porosidade em juntas de ângulo não deve exceder a 1 a cada 100 mm (4") de solda e o diâmetro máximo não deve exceder a 2 mm (3/32"). <u>Exceção:</u> para soldas em ângulo conectando chapas de reforço à estrutura, a soma dos diâmetros da porosidade não deve exceder a 10 mm em qualquer 25 mm de solda linear e não deve exceder a 20 mm em qualquer 300 mm de solda.		X	X
(c) Juntas de topo com penetração total, transversais aos esforços de tração não devem ter porosidade visível. Para todas as outras soldas em chanfro, a quantidade de porosidade não deve exceder a 1 em cada 100 mm (4") de solda e o diâmetro máximo não deve exceder 2 mm (3/32").		X	X

Notas:

a) "X" indica que o critério é aplicável para o tipo de conexão e o quadro em branco indica que não é aplicável.

b) Esta tradução apresenta alguns tópicos da tabela original que consta na norma AWS, com os itens aplicáveis ao ensaio de partículas magnéticas, sempre considerando que foi realizado um ensaio visual antes do ensaio de partículas magnéticas. Portanto descontinuidades como mordeduras e outras, devem ser avaliadas pelo ensaio visual.

**ANEXO 12 – Critério de aceitação aplicável à tubulação de transporte
(referência API 1104)**

O texto abaixo foi extraído e traduzido da norma API 1104 sendo detalhados apenas os tópicos relativos ao método de partículas magnéticas. Adaptações deste critério podem ser necessárias para adequar aos demais métodos de END utilizados e devem ser analisadas pelo responsável Nível 3. As figuras de porosidade foram acrescentadas para auxiliar a avaliação, entretanto não estão em verdadeira grandeza e devem ser utilizadas as figuras em escala real como apresentado no texto original da norma.

12.1 Classificação das descontinuidades

1. As indicações produzidas pelo ensaio de partículas magnéticas não necessariamente são imperfeições. Marcas de usinagem, riscos, e condições superficiais podem produzir indicações similares às indicações produzidas por imperfeições, mas para efeito de aceitação elas não são relevantes. Os critérios dados nos itens 2 e 3 abaixo são aplicados quando as indicações são produzidas por imperfeições.
2. Qualquer indicação com uma dimensão máxima de 1,6 mm ou menor deve ser classificada como uma indicação não relevante. Qualquer indicação maior acreditada como sendo não relevante deve ser considerada como relevante até que um reexame por partículas magnéticas ou outro método de ensaio não destrutivo determine se a indicação é proveniente de uma imperfeição ou não. A superfície deve ser melhorada por uma técnica de desbaste ou outra forma de condicionamento, antes do reexame. Depois que uma indicação é determinada como sendo não relevantes, outras indicações não relevantes do mesmo tipo não precisam ser reexaminadas.
3. Indicações relevantes são aquelas produzidas por imperfeições. Indicações lineares são aquelas na qual o comprimento é maior que três vezes a largura. Indicações arredondadas são aquela na qual o comprimento é igual a três vezes a largura ou menor.

12.2 Critério de Aceitação

Indicações relevantes devem ser consideradas como defeitos quando alguma das seguintes condições existirem:

12.2.1 Indicações Lineares

- (a). Indicações lineares avaliadas como trincas de cratera (*crater crack*) ou trincas irradiantes (*star crack*) e excederem a 4 mm de comprimento.
- (b). Indicações lineares avaliadas como trincas, excluindo trincas de cratera (*crater crack*) ou trincas irradiantes (*star crack*).
- (c). Indicações lineares classificadas como IF (falta de fusão na raiz ou no topo da junta, abertas à superfície) e excedendo a 25 mm de comprimento total em 300 mm de comprimento total e contínuo da solda ou 8% do comprimento da solda.

12.2.2 Indicações Arredondadas

As indicações arredondadas devem ser avaliadas de acordo com os critérios aplicáveis ao ensaio radiográfico para porosidade conforme descrito nos itens abaixo, como aplicável. Para critério de avaliação, a máxima dimensão de uma indicação arredondada deve ser considerada como sendo seu tamanho.

Nota: Quando existir dúvidas sobre o tipo de imperfeição que está por trás da indicação, uma verificação deve ser feita utilizando-se outro método de ensaio não destrutivo.

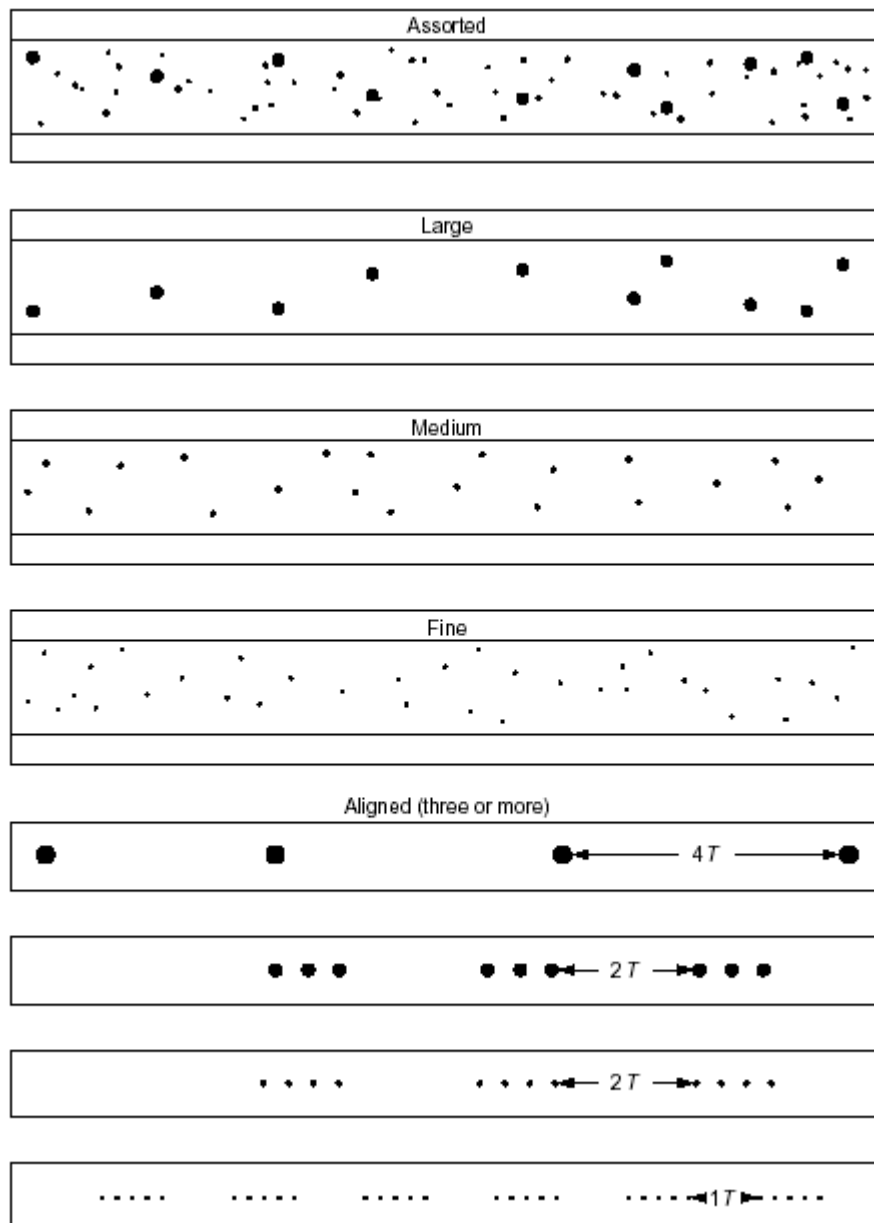
1. Porosidade individual ou aleatória (P) deve ser inaceitável se alguma das seguintes condições existir:
 - (a). O tamanho de um poro individual exceder 3 mm;
 - (b). O tamanho de um poro individual exceder a 25% da espessura nominal da parede mais fina da junta;

(c). A distribuição da porosidade exceder a concentração permitida pelas figuras 1 e 2.

2. Porosidade agrupada (CP – *Cluster porosity*) que ocorram no passe de acabamento devem ser inaceitáveis quando qualquer das seguintes condições existir:

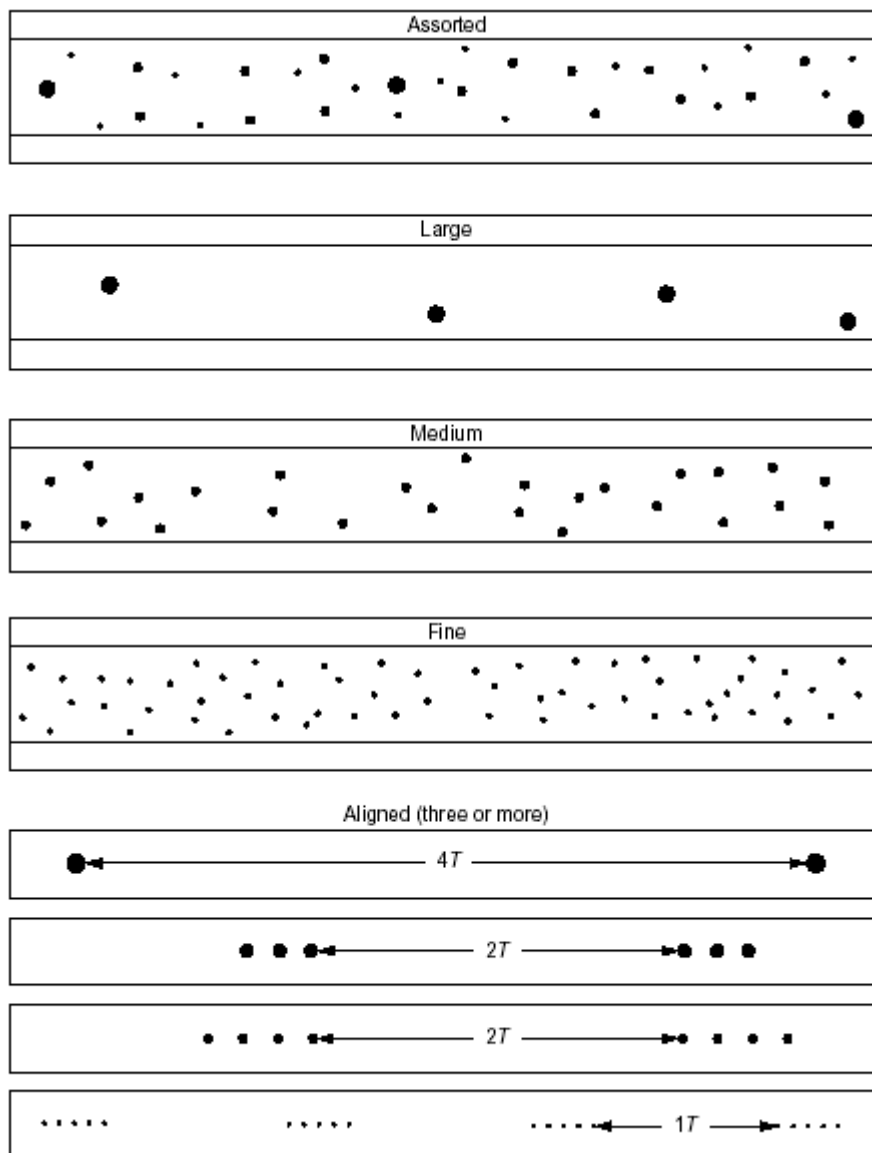
- (a). O diâmetro do agrupamento exceder a 13 mm;
- (b). O comprimento agregado do CP em qualquer 300 mm contínuos de comprimento de solda exceder 13 mm.
- (c). Um poro individual dentro da porosidade agrupada, que exceder a 2 mm de tamanho.

Figura 1 – Distribuição máxima de porosidade: espessura de parede menor ou igual a 12,5 mm (1/2 in.)



Nota: O tamanho dos poros não está desenhado em escala real: para dimensões máximas aceitáveis verifique os itens 1 e 2 acima

Figura 2 – Distribuição máxima de porosidade: espessura de parede maior que 12,5 mm (1/2 in.)



Nota: O tamanho dos poros não está desenhado em escala real: para dimensões máximas aceitáveis verifique os itens 1 e 2 acima

ANEXO 13 – Critério de aceitação aplicável a tubulações de processo
(referência ASME B 31.3)

O critério de aceitação pelo ASME B 31.3 deve ser empregado de acordo com o método utilizado. Cada método de ensaio normalmente é utilizado para a detecção e avaliação de alguns tipos de descontinuidades. Nesta tradução foram destacadas apenas as descontinuidades geralmente avaliadas pelo método de partículas magnéticas, entretanto dependendo da situação e do acesso a junta, adaptações devem ser realizadas no critério de aceitação pelo responsável Nível 3.

Acúmulo de partículas não devido à atração magnética é classificada como falsa indicação. A indicação deve ser verificada como sendo relevante, não relevante ou falsa. Preparação adicional da superfície ou outros métodos podem ser utilizados para verificar a relevância das indicações. Uma indicação de uma descontinuidade pode ser maior que a descontinuidade que a causa, todavia, a dimensão da indicação que deve ser considerada como base para aceitação. Somente indicações com qualquer dimensão maior que 1,5 mm deve ser considerada relevante.

13.1 As seguintes descontinuidades não são permitidas:**a) Indicações**

- (1) Indicação linear é aquela cujo comprimento é maior que 3 vezes a sua largura.
- (2) Indicação arredondada é aquela cujo comprimento é menor ou igual a 3 vezes a sua largura.

b) Exame, todas as superfícies examinadas devem estar livres de:

- (1) Indicações lineares relevantes
- (2) Indicações relevantes arredondadas > 5,0 mm
- (3) Quatro ou mais indicações arredondadas relevantes, em linha, separadas por 1,5 mm ou menos Borda a borda.



ANEXO 14 – Critério de aceitação aplicável a tubulações externas de caldeiras
(referência ASME B 31.1)

14.1 Avaliação das indicações

14.1.1 Todas as indicações não são necessariamente defeitos, no entanto, certas descontinuidades metalúrgicas e variações de permeabilidade magnética podem produzir indicações similares que não são relevantes para a detecção de descontinuidade inaceitável e devem ser consideradas como não relevantes.

14.1.2 Qualquer indicação classificada como não relevante deve ser reexaminada para verificar se um defeito está presente ou não. Um tratamento superficial pode preceder ao reexame. Indicações não relevantes que podem mascarar defeitos são inaceitáveis.

14.1.3 Indicações lineares são aquelas indicações nas quais o comprimento é maior que três vezes a largura. Indicações arredondadas são indicações circulares ou elípticas com o comprimento menor ou igual a três vezes a largura.

14.1.4 A indicação de uma descontinuidade pode ser maior do que a própria descontinuidade que a causa; entretanto, a dimensão da indicação é que deve ser utilizada para a aplicação do critério de aceitação.

14.2 Padrão de aceitação. Indicações com a maior dimensão superior a 1,5 mm devem ser consideradas relevantes. As seguintes indicações relevantes são inaceitáveis:

14.2.1 Qualquer trinca ou indicação linear;

14.2.2 Indicações arredondadas relevantes, maiores do que 5 mm;

14.2.3 Dez ou mais indicações arredondadas em qualquer 3870 mm² (6 in²) de superfície com a maior dimensão desta área não excedendo a 150 mm com a área utilizada na localização mais desfavorável relativo às indicações que estão sendo avaliadas.

14.2.4 Quatro ou mais indicações arredondadas relevantes, em linha, separadas por uma distância igual ou menor que 1,5 mm, medida entre bordas.



Anexo 15 - Critério de aceitação aplicável a equipamentos de cabeça de poço e árvore de natal para uso nas indústrias de petróleo e gás natural (referência API 6A)

Indicação relevante é aquela com a maior dimensão acima de 1,6 mm.

15.1 Soldas

O critério de aceitação deve ser como segue:

- nenhuma indicação linear é permitida;
- não mais que 10 indicações relevantes em qualquer área de 40 cm²
- nenhuma indicação arredondada relevante com a maior dimensão igual ou maior que 3 mm para soldas com espessura até 16 mm, ou 5 mm para soldas com espessura maior que 16 mm.
- não podem existir 4 ou mais indicações relevantes arredondadas em linha separadas borda a borda por menos de 1,6 mm.
- nenhuma indicação relevante sobre superfícies de contato selantes de pressão.



ANEXO 16 – Requisitos gerais para inspeção em serviço

- 16.1 Na inspeção em serviço todas as indicações registradas devem ser mapeadas e registradas nos formulários de relatório.
- 16.2 O inspetor não deve efetuar a avaliação das discontinuidades, pois este tipo de inspeção tem o objetivo de avaliar a integridade do equipamento.
- 16.3 O laudo deve ser efetuado através de análise crítica da Engenharia (ECA).