



1. OBJETIVO

1.1 Este procedimento destina-se somente ao treinamento e certificação no método de ensaio por partículas pelo SNQC/END Subaquático.

1.2 A inspeção tem por objetivo a detecção de trincas superficiais em materiais ferromagnéticos.

2. NORMAS DE REFERÊNCIA

ABNT - NBR-15632 Avaliação da Aparelhagem para Inspeção Subaquática

ABNT - NM-328 Ensaio Não Destrutivo por Partículas Magnéticas – Terminologia

ABNT - NBR-16079 Ensaios Não Destrutivos – Terminologia - Parte 1

ABNT - NBR-16241 Ensaios Não Destrutivos - Partículas Magnéticas - Inspeção Subaquática

ABNT - NBR-15632 Ensaios Não Destrutivos - Partículas Magnéticas – Avaliação da Aparelhagem para Inspeção Subaquática

ABENDI - NA-003 - Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não Destrutivos – Setor Subaquático

3. MATERIAIS E GEOMETRIA

Este procedimento se aplica a componentes estruturais em aço carbono, para soldas em juntas de topo (chapa), com largura máxima do cordão de solda de 40 mm, juntas de ângulo (TÊ) com largura máxima do cordão de solda de 40 mm, juntas tubulares (NÓ) com ângulo de 40° a 90° e diâmetro de 12" a 20", largura máxima do cordão de solda de 40 mm e juntas de topo em tubos com largura máxima do cordão de solda de 40 mm, diâmetro maior ou igual a 4".

4. APARELHAGEM

4.1 YOKE

- Fabricante: GENÉRICO
- Tipo: Pernas Articuláveis
- Espaçamento entre pólos: 170mm
- Alimentação: 110/220V CA, 60 HZ
- Profundidade Máxima de Utilização: 50 metros

4.2 Sistema de Acionamento Elétrico (YOKE e Iluminação)

- Fabricante: GENÉRICO
- Modelo: SNQC/SUB-002
- Série: 2010
- Tensão de Entrada: 110/220V
- Tensão de Saída: Yoke
- Relé de Desarme: 30mV

4.3 Sistema de Injeção de Partículas

- Fabricante: GENÉRICO
- Modelo: SNQCSUB-003
- Série: 2010
- Capacidade: 10 litros
- Profundidade Máxima de Operação: 50m

4.4 Sistema de Iluminação Ultravioleta

- Fabricante: GENÉRICO
- Modelo: SNQCSUB-004
- Série: 2010
- Tensão: 110/220V
- Potência da Lâmpada: 125W
- Profundidade Máxima de Operação: 50m



4.5 Luxímetro ou Radiômetro calibrado com caixa estanque para profundidades de até 50 m.

Obs.: As marcas, modelos e demais dados da aparelhagem são genéricos e constam apenas como informações para a execução do exame específico. Na prática, a aparelhagem será disponibilizada pelo Centro de Exames.

5. TÉCNICA DE MAGNETIZAÇÃO:

A técnica de magnetização a ser utilizada será a magnetização longitudinal, método da magnetização contínua por injeção de campo.

6. CORRENTE DE MAGNETIZAÇÃO

Corrente Alternada

7. PARTÍCULAS FERROMAGNÉTICAS E SISTEMA DE INJEÇÃO

7.1 As partículas ferromagnéticas utilizadas são do tipo fluorescente ou colorida, aplicadas por via úmida suspensas em água, conforme tabela 1. As partículas magnéticas MIGLOW podem ser utilizadas como fluorescentes ou coloridas. Para a utilização como colorida, é necessário medir a intensidade luminosa sobre a superfície do ensaio. Caso não atinja o mínimo de 1076 lux, utilizar uma fonte de luz LED branca ou UV-A. Quando se utilizar a técnica fluorescente, a intensidade luminosa máxima recomendada é de 20 lux, exceto para as partículas ML-500WB (produto concentrado - Magnaflux), conforme indicado na Tabela 1 (Nota 2).

7.2 As quantidades (volume) das partículas devem ser determinadas com a utilização recipientes graduados.

7.3 A concentração das partículas na suspensão deve ser verificada por ocasião do início da jornada de trabalho ou a cada novo preparo da suspensão e, ainda, a cada duas horas durante a execução do ensaio e/ou seu término.

7.4 A concentração da suspensão de partículas para a realização do ensaio deve ser recomendada ou especificada pelo fabricante, conforme consta na Tabela 1, e verificada através da observação da decantação de 100 ml da suspensão após 30 minutos de decantação.

7.5 A verificação da concentração da suspensão por meio de tubo decantador tipo pera deve ser efetuada antes da adição em qualquer banho já preparado que mantenha as partículas em suspensão.

7.6 O distensor deve ser adicionado antes do processo de decantação das partículas.

7.7 O sistema de injeção de partículas magnéticas deve ser dotado de reservatório pressurizado com agitação automática da suspensão. O sistema deve também possuir regulador de pressão de modo a regular o jato da suspensão em função da profundidade de operação.

7.8 Não é permitida a utilização de bombas plásticas manuais como injetores de partículas magnéticas, exceto para a verificação da sensibilidade do ensaio na superfície.

7.9 A preparação da suspensão de partículas magnéticas deve ser executada utilizando-se dispositivo que possibilite a obtenção de uma suspensão homogênea. É proibida a utilização de liquidificador ou outro tipo de dispositivo que promova a agitação através de lâminas cortantes para a homogeneização da suspensão.

7.10 Para a dosagem do distensor deve ser utilizada proveta graduada com subdivisões de 1 ml.



FABRICANTE	Metal-Chek (Nota 1)	Metal-Chek (Nota 1)	Miglow	Magnaflux (Nota 2)	Serv-End (Nota 1)
Marca Comercial	LY-1500	LY-2000	UW-1	ML-500WB (concentrado)	SEF 600N
Cor	Verde	Verde	Rosa	Verde	Verde
Via	Úmida	Úmida	Úmida	Úmida	Úmida
Veículo	Água	Água	Água	Água	Água
Concentração (ml/l)	0,3 a 0,7	0,3 a 0,7	0,3 a 0,7	0,1 a 0,3	0,3 a 0,7
Suspensão (ml/l)	6	6	13	150	4 a 5
Aditivo	BC-502	BC-502	BC-502	Não aplicável	SED 200/AG
Solução aditiva	50ml/l	50ml/l	50ml/l	Não aplicável	50ml/l

Nota 1: as partículas da Metal-Chek e Serv-End só devem ser utilizados nos exames emersos de Recertificação.

Nota 2: este produto da Magnaflux é um concentrado de partícula magnética fluorescente e pode ser utilizado em ambiente emerso e submerso com iluminação máxima de 600 lux.

TABELA 1

8. PREPARAÇÃO SUPERFICIAL

8.1 A superfície a ser examinada e a área adjacente compreendida em uma faixa de 25mm de cada lado da solda deverá estar livre de incrustações marinhas, sujeira, corrosão, graxa, óleo, carepa, escória ou fluxo.

8.2 A região de contato dos polos do Yoke deverá receber apenas a preparação necessária para o estabelecimento de um adequado contato dos polos com o componente a ser inspecionado.

8.3 A preparação superficial deverá ser feita por meio de raspadeiras manuais, escovas manuais ou hidráulicas.

9. ESQUEMA INDICATIVO DE SOBREPOSIÇÃO

Quando a direção das descontinuidades a serem detectadas for previamente conhecida, como, por exemplo, trincas de fadiga, o fluxo magnético deve ser direcionado perpendicularmente às descontinuidades. Quando a direção das descontinuidades não for conhecida, pelo menos dois ensaios separados devem ser executados em cada área, sendo que as linhas de fluxo magnético do segundo ensaio devem ser aproximadamente perpendiculares àsquelas do primeiro ensaio (ângulo variando entre 50 e 130°). O esquema de sobreposição a ser seguido será de acordo com as figuras 3A, 3B e 3C.

A sobreposição deve ser suficiente para assegurar que toda a área seja examinada.

Na superfície a ser ensaiada devem ser marcadas as referências de modo a assegurar que o esquema de sobreposição seja seguido.

Estas marcas devem estar situadas fora da área de interesse de 25 mm de cada lado do cordão de solda.

10. SISTEMÁTICA DE TESTE DO EQUIPAMENTO

10.1 Verificação da Eficiência do Ensaio

O yoke deve fornecer um campo magnético tangencial à peça com valores compreendidos entre 1,7 e 6,5 A/mm em toda a área útil considerada, observando o espaçamento máximo entre os seus polos determinado para cada esquema de sobreposição aplicável.

A força magnetizante do yoke deve ser verificada em condição emersa determinação de sua capacidade mínima de levantamento de massa, com espaçamento de 175 mm entre os polos.



A capacidade mínima de levantamento de massa deve ser verificada através do bloco padrão indicado na figura 1, no início e término de cada jornada diária de trabalho, na condição emersa.

Para verificação da eficiência do ensaio, utilizar o padrão indicado na figura 2. Este deve ser posicionado no centro entre as sapatas do yoke, perpendicularmente às linhas de campo magnético, sobre a superfície do bloco padrão de 5,5 kg. As sapatas do yoke devem estar reguladas com o espaçamento de 175 mm entre polos.

Durante a magnetização com o yoke, aplicar as partículas magnéticas. A indicação deve se situar entre as marcas de 1,7 e 6,5 A/mm.

Esta verificação deve ser feita por ocasião do início e do término de cada jornada de trabalho, a cada duas horas e quando da preparação de novo lote de suspensão na condição emersa.

A luz UV-A deverá produzir uma radiação ultravioleta com comprimento de onda na faixa de 3200 a 4000 Å e deve ser ligada no mínimo 5 minutos antes do seu uso, exceto para lanternas UV LED.

O sistema de iluminação de luz ultravioleta deve produzir uma radiação de intensidade energética igual ou superior a 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ afastada, no mínimo, 200 mm da superfície em ensaio e esta intensidade deve ser comprovada previamente à qualificação do procedimento. Quando for utilizada a partícula ML500-WB em ambiente não escurecido (até 600 lux) a intensidade mínima de luz UV-A deve ser de no mínimo 2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

11. DESCRIÇÃO DO ENSAIO

- a) Executar a limpeza da área a ser inspecionada de acordo com o item 8;
- b) Preparar a suspensão de partículas magnéticas de acordo com o item 7;
- c) Ligar a lanterna UV-A pelo menos 5 min antes do início dos trabalhos, caso a lâmpada seja de vapor de mercúrio;
- d) Testar a capacidade de levantamento do Yoke através do bloco padrão com o espaçamento máximo previsto entre os polos e verificar a eficiência do ensaio de acordo com o item 10;
- e) Marcar a área de interesse e a sobreposição de acordo com as figuras 3A, 3B ou 3C;
- f) Efetuar a inspeção do componente;
- g) Avaliar e registrar na prancheta as indicações com o componente magnetizado após a retirada do excesso de partículas;
- h) Remover todas as marcações efetuadas no componente inspecionado
- i) Registrar as indicações no relatório quando aplicável.

12. REGISTRO DOS RESULTADOS

12.1 Todas as indicações de descontinuidades e demais informações do ensaio devem ser registradas em formulário apropriado (FM-146).

12.2 A localização de cada descontinuidade deve ser obtida a partir do ponto 0 (zero) de referência, considerando-se o sentido indicado na peça. Para auxiliar podem ser utilizadas as marcações físicas próximas à margem da solda, espaçadas em 100 mm, indicadas no corpo do componente Stub (ramificação).

13. MEIO AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA

13.1 O ensaio somente deve ser realizado após a verificação das condições de toda a aparelhagem a ser utilizada. Observar o isolamento elétrico dos componentes e as vedações das partes pressurizadas.

13.2 Verificar se os mergulhadores estão aptos e em suas plenas capacidades físicas e se está disponível a equipe mínima para apoio do mergulho. Verificar também se as condições do mar permitem o mergulho com segurança.

13.3 Todos os resíduos devem ser descartados em recipientes adequados que serão posteriormente levados para descarte em local determinado pelo órgão de QSMS. Não descartar resíduos no mar.

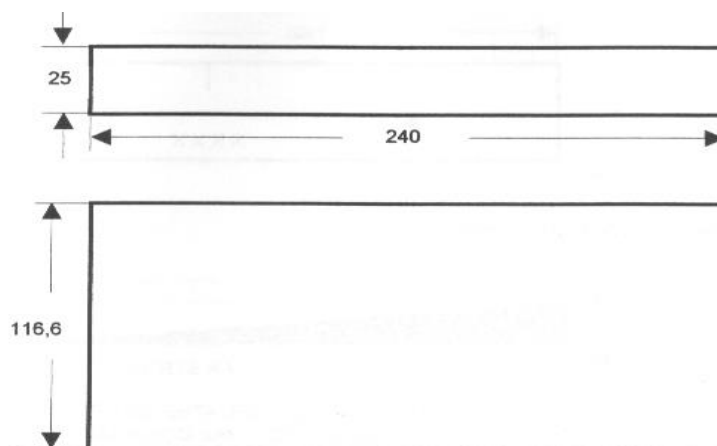


FIGURA 1 – BLOCO PADRÃO DE AÇO CARBONO PARA VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE MÍNIMA DE LEVANTAMENTO DE MASSA DO YOKE

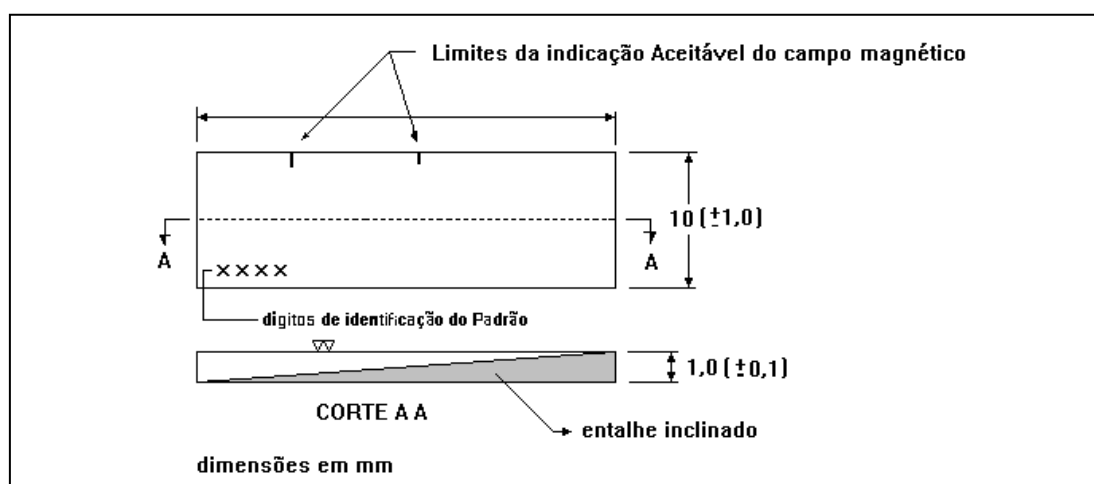
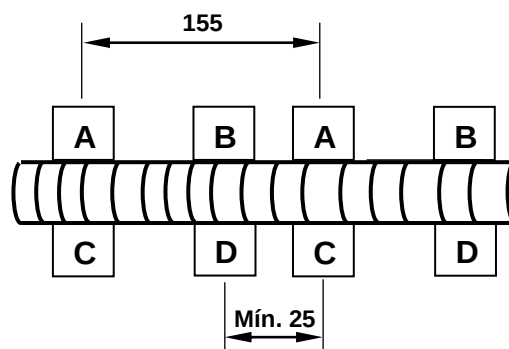


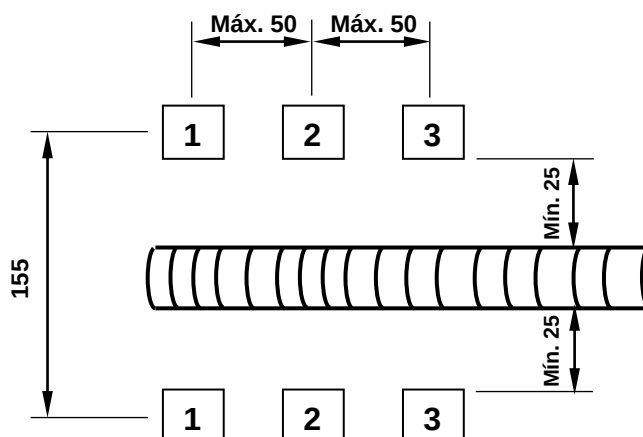
FIGURA 2: PADRÃO PARA VERIFICAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO ENSAIO

1ª Etapa do Ensaio



- Notas: 1. Os polos do yoke devem ficar encostados às margens da solda
2. Dimensões em milímetros
3. Sequência do ensaio na posição longitudinal: A-A, B-B, ...N-N

2ª Etapa do Ensaio

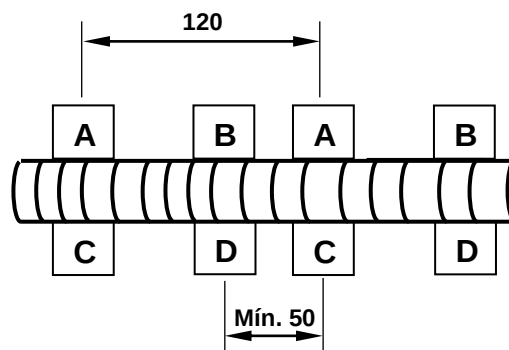


- Notas: 1. Os polos do yoke devem ficar afastados, no mínimo, 25 mm das margens da solda
2. Dimensões em milímetros
3. Sequência do ensaio na posição transversal: 1-1, 2-2, 3-3,n-n

FIGURA 3A – ESQUEMA DE SOBREPOSIÇÃO EM JUNTAS DE TOPO ENTRE CHAPAS PLANAS E EM JUNTAS DE TOPO ENTRE TUBOS COM DIÂMETRO ≥ 600 mm (24")

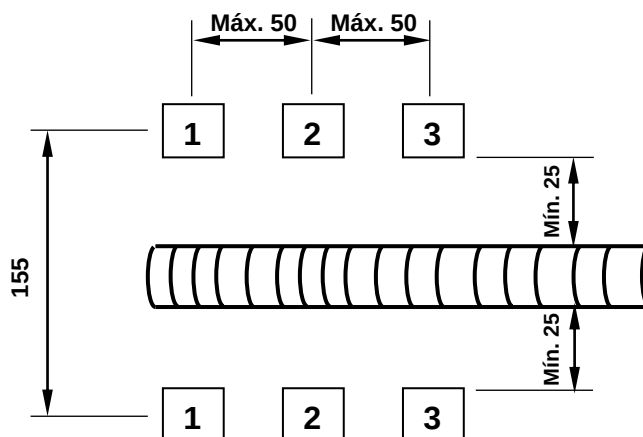
Largura máxima do cordão de solda = 40mm

1ª Etapa do Ensaio



- Notas: 1. Os polos do yoke devem ficar encostados às margens da solda
2. Dimensões em milímetros
3. Sequência do ensaio na posição longitudinal: A-A, B-B, ...N-N

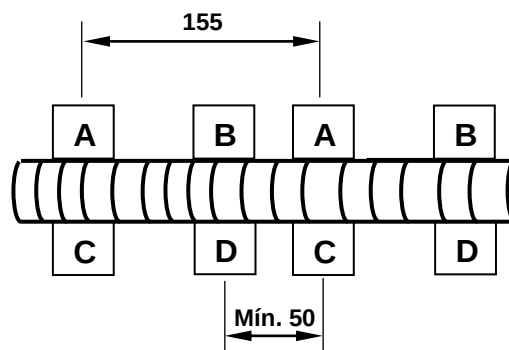
2ª Etapa do Ensaio



- Notas: 1. Os polos do yoke devem ficar afastados, no mínimo, 25 mm das margens da solda
2. Dimensões em milímetros
3. Sequência do ensaio na posição transversal: 1-1, 2-2, 3-3,n-n

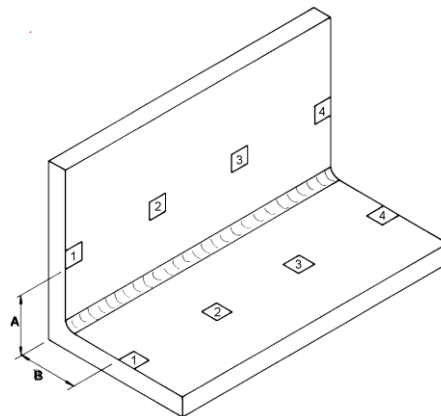
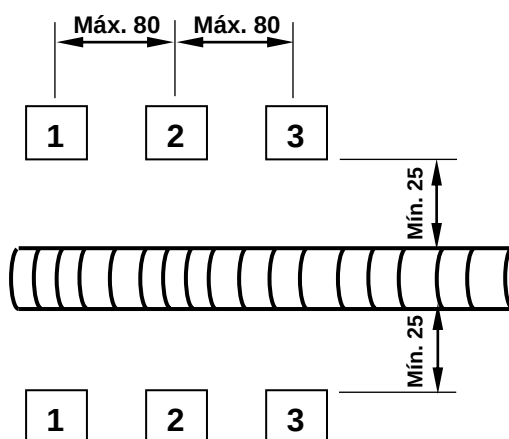
FIGURA 3B – JUNTAS DE TOPO ENTRE TUBOS COM DIÂMETRO ENTRE 100 mm E 600 mm ($4'' \leq \varnothing < 24''$)
Largura máxima do cordão de solda: 40 mm

1ª Etapa do Ensaio



- Notas: 1. Os polos do yoke devem ficar encostados às margens da solda
2. Dimensões em milímetros
3. Sequência do ensaio na posição longitudinal: A-A, B-B, ...N-N

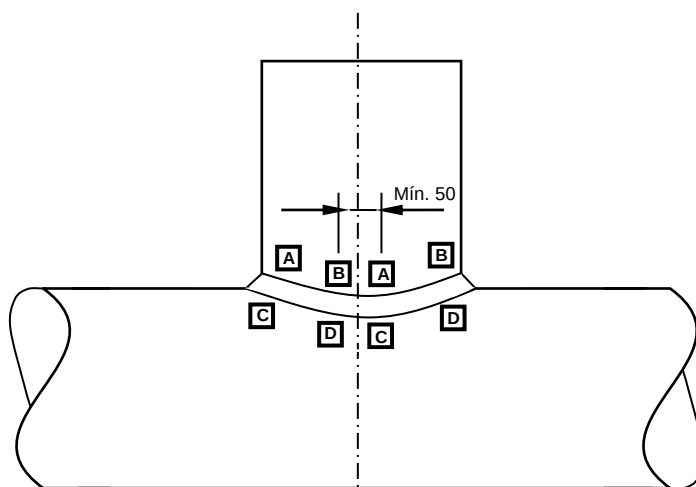
2ª Etapa do Ensaio



- Notas: 1. Os polos do yoke devem ficar afastados, no mínimo, 25 mm das margens da solda
2. Manter "A" + "B" igual a 155 mm
3. Dimensões em milímetros
4. Sequência do ensaio na posição transversal: 1-1, 2-2, 3-3,n-n

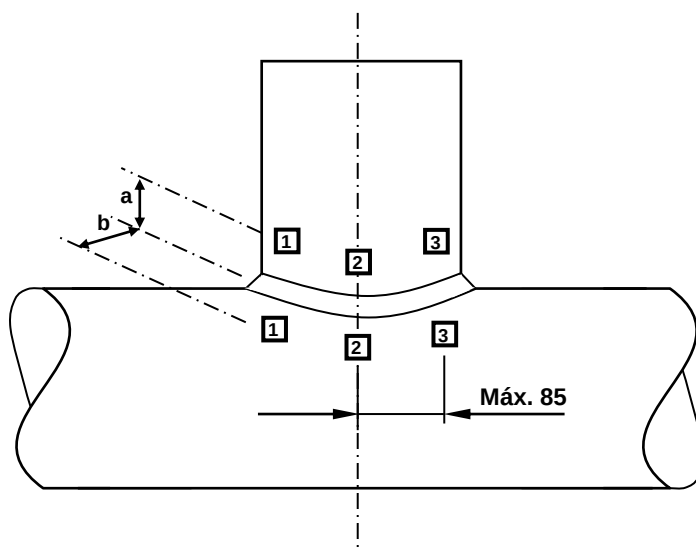
FIGURA 3C – ESQUEMA DE SOBREPOSIÇÃO DE JUNTAS EM ÂNGULO EM "TÊ"
Largura máxima do cordão de solda: 40 mm

1ª Etapa do Ensaio



- Notas:
1. Os polos do yoke devem ficar preferencialmente encostados ou bem próximos às margens da solda
 2. O espaçamento entre polos deve ser de 135 mm
 3. Dimensões em milímetros
 3. Sequência do ensaio na posição longitudinal: A-A, B-B, C-C, ...N-N

2ª Etapa do Ensaio



- Notas:
1. Os polos do yoke devem ficar afastados, no mínimo, 25 mm das margens da solda
 2. Dimensões em milímetros
 3. Manter "a" + "b" igual a 160 mm
 4. Sequência do ensaio na posição transversal: 1-1, 2-2, 3-3,n-n

FIGURA 3D – ESQUEMA DE SOBREPOSIÇÃO DE JUNTAS TUBULARES – DIÂMETRO 12" a 20"