

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		Nº: ET-3000.00-5140-700-PPM-103	
	CLIENTE: E&P		FOLHA: 1 de 7	
	PROGRAMA:			
ÁREA:				
E&P	TÍTULO: CABOS DE POTÊNCIA COM CONDUTOR BIMETÁLICO ALUMÍNIO COBREADO ISOLADO XLPE – PM-04 (APLICAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO TERRESTRES)		PÚBLICO	
			E&P-ENGP/IPP/EISA	

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	Emissão inicial.
A	Revisão e adequação às normas vigentes.

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	27/05/2014	13/09/2019							
PROJETO	PM-04								
EXECUÇÃO	GT PM-04	GT CABOS							
VERIFICAÇÃO	CSJZ	BRUNO							
APROVAÇÃO	W012	WALDIR							

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

FORMULÁRIO PERTENCENTE À NORMA PETROBRAS N-0381 REV. L ANEXO A - FOLHA 1/7.

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº ET-3000.00-5140-700-PPM-103

REV. A

FOLHA 2 de 7

TÍTULO: CABOS DE POTÊNCIA COM CONDUTOR BIMETÁLICO ALUMÍNIO
COBREADO ISOLADO XLPE – PM-04
(APLICAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO TERRESTRES)

PÚBLICO

E&P-ENGP/IPP/EISA

Normas aplicáveis:

ABNT NBR NM 280	Condutores de cabos isolados
ABNT NBR 5410	Instalações elétricas de baixa tensão.
ABNT NBR 5456	Eletricidade geral – Terminologia.
ABNT NBR 5471	Condutores elétricos – Terminologia.
ABNT NBR 6251	Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1kV a 35kV – Requisitos construtivos.
ABNT NBR 6813	Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência de isolamento.
ABNT NBR 6814	Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência elétrica.
ABNT NBR 6881	Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação – Ensaio de tensão elétrica.
ABNT NBR 7287	Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para tensões de isolamento de 1kV à 35kV – Requisitos de desempenho.
ABNT NBR 9512	Fios e cabos elétricos – Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta-B proveniente de lâmpadas fluorescentes – Método de ensaio.
ABNT NBR 11137	Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas – Padronização.
ABNT NBR 16219	Fios de alumínio revestido de cobre, nus, para fins elétricos – Especificação.
ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1. Métodos para aplicação geral – Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas – Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas
ABNT NBR NM IEC 60811-1-2	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico.
ABNT NBR NM IEC 60811-1-3	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa – Ensaios de absorção de água – Ensaio de retração.
ASTM G155	Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of nonmetallic materials.

Objetivo

Fixar as condições mínimas exigíveis para cabos de potência multipolares, com condutores bimetálicos – alumínio/cobre - para instalações fixas, isolados com polietileno reticulado (XLPE) com cobertura de polietileno termoplástico (PE ST7), classe de tensão 0,6/1,0 kV.

Aplicação

São recomendados para circuitos de alimentação de motores dos sistemas de bombeamento terrestre de petróleo, ou qualquer outra rede elétrica em campo aberto, em particular para regiões sujeitas a furto de cabos elétricos. Está prevista a sua aplicação em instalações com cabos diretamente enterrados, em dutos, em instalações ao ar livre, em bandejas ou em canaletas.

Definições

Condutor Bimetálico	Condutor formado por dois metais solidários obtidos por processo de laminação a frio sendo um núcleo cilíndrico de alumínio, recoberto por uma camada de cobre.
Condutividade IACS	É o padrão internacional do cobre recozido, fixado em 100% IACS para o cobre eletrolítico com resistividade elétrica específica de 17,241 ohm.mm ² /km a 20°C.

AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

FORMULÁRIO PERTENCENTE À NORMA PETROBRAS N-0381 REV. L. ANEXO A - FOLHA 2/7.

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº ET-3000.00-5140-700-PPM-103

REV. A

FOLHA 3 de 7

TÍTULO: CABOS DE POTÊNCIA COM CONDUTOR BIMETÁLICO ALUMÍNIO
COBREADO ISOLADO XLPE – PM-04
(APLICAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO TERRESTRES)

PÚBLICO

E&P-ENGP/IPP/EISA

Demais termos técnicos

Conforme ABNT NBR 5456 e ABNT NBR 5471.

Características de temperatura do condutor

Condições em regime permanente	A temperatura no condutor em regime permanente de operação não deve ultrapassar 90 °C.
Condições em regime de sobrecarga	A temperatura no condutor em regime de sobrecarga não deve ultrapassar 130 °C. A operação neste regime não deve ultrapassar 100 horas durante 12 meses consecutivos, nem 500 horas durante a vida do cabo.
Condições em regime de Curto-Circuito	A temperatura no condutor em regime de curto-circuito não deve ultrapassar 250 °C. A duração neste regime não deve ser superior a 5 segundos.

Características construtivas

Condutor	O condutor deve ser de alumínio revestido de cobre. O número de fios de cada condutor não deve ser inferior ao número correspondente dado na Tabela de tipos de cabos (Folha 7/7). Os fios componentes do condutor, antes de serem submetidos às fases posteriores de fabricação, devem atender aos requisitos da ABNT NBR 16219. A classe de encordoamento deve ser Classe 2 (redondo normal).
Isolação	A isolação dos condutores de ser constituída por composto extrudado à base de polietileno termofixo (XLPE), na cor preta, com características físicas conforme a ABNT NBR 6251 e adicionalmente características adequadas para prover resistência às intempéries, à radiação ultravioleta e à abrasão mecânica. A espessura nominal da isolação deve estar conforme a Tabela de tipos de cabos (Folha 7/7). A espessura mínima da isolação devem ser medidas conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.
Reunião do cabo	As veias devem ser reunidas conforme ABNT NBR 6251.
Identificação das veias	As veias devem ser identificadas através de números (1,2,3 e 4) gravados de forma indelével sobre a isolação.
Cobertura	A cobertura dos cabos de ser constituída por composto extrudado à base de polietileno termoplástico tipo ST7, na cor amarela, com características físicas conforme a ABNT NBR 6251 e adicionalmente características adequadas para prover resistência às intempéries, à radiação ultravioleta e à abrasão mecânica. A espessura nominal da cobertura deve estar conforme a Tabela de tipos de cabos (Folha 7/7). A espessura mínima da cobertura devem ser medidas conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1. A marcação da cobertura deve estar conforme ABNT NBR 6251, sendo o condutor identificado por ALUMÍNIO COBREADO.

Ensaio

Os ensaios previstos são classificados em Ensaio de Recebimento (R e E) e Ensaio de Tipo (T). Os ensaios de Recebimento deverão ser realizados nas instalações do fabricante. No caso do comprador dispensar a inspeção, o fabricante deve fornecer se solicitado, cópia dos resultados dos ensaios de rotina e especiais, de acordo com os requisitos das normas.

O Ensaio de Tipo previsto é o ensaio de Resistência ao intemperismo artificial.

O ensaio de Tipo deve ser realizado, de um modo geral, uma única vez, com a finalidade de demonstrar o comportamento satisfatório do projeto do cabo, para atender à aplicação prevista. É de natureza tal que não precisa ser repetido, a menos que haja modificação do projeto do cabo que possa alterar seu desempenho.

NOTA: Entende-se por modificação do projeto do cabo, para os objetivos desta Especificação Técnica,



qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no desempenho elétrico, mecânico e/ou em características adequadas para prover resistência às intempéries, à radiação ultravioleta e à abrasão mecânica, como, por exemplo, modificação dos materiais componentes do cabo.

Ensaio de Recebimento (R) - Rotina

Ensaio de resistência elétrica	A resistência elétrica dos condutores, referidas a 20 °C, e a um comprimento de 1 km não deve ser superior aos valores definidos nos na tabela de tipos de cabos (folha 7/7). O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6814.
Ensaio de tensão elétrica	Para cabos unipolares o ensaio deve ser realizado com o cabo imerso em água por um tempo não inferior à 1 hora antes do ensaio. A tensão elétrica deve ser aplicada entre o condutor e a água. Para cabos multipolares, a tensão deve ser aplicada entre cada condutor e todos os outros conectados entre si. A tensão elétrica deve ser aplicada sempre que for necessário, de forma a assegurar que todas as veias sejam ensaiadas entre si. O cabo quando submetido à tensão elétrica alternada, com frequência de 48 Hz a 62 Hz, de valor eficaz de 3,5 kV, pelo tempo de 5 min, não pode apresentar perfuração. O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6881.
Ensaio de resistência de isolamento á temperatura ambiente	A resistência de isolamento das veias, referida á 20 °C, não deve ser inferior aos valores estabelecidos na Tabela de tipos de cabos (Folha 7/7). A medição deve ser feita com tensão elétrica continua de valor 300 V a 500 V, aplicada por um tempo mínimo de 1 minuto e máximo de 5 minutos. As conexões do cabo ao instrumento de medição devem ser realizadas de acordo com o indicado para o ensaio de tensão elétrica, conforme o tipo de construção do cabo. O ensaio deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica. Quando a resistência de isolamento for realizada em temperatura do meio diferente de 20 °C o valor deve ser referido á esta temperatura utilizando-se os fatores de correção dados na Tabela B.1 do Anexo B da ABNT NBR 7287/2009, utilizando o coeficiente por °C igual a 1,06. O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6813.

Ensaio de Recebimento (E) - Especiais

Amostragem	São realizados em amostras de cabo completo ou em componentes retirados delas, conforme critério do plano de amostragem (Folha 6/7). A amostra deve ser constituída por dois comprimentos suficientes de cabo, retirados das extremidades de qualquer unidade de expedição, após ter sido eliminada qualquer porção do cabo, que tenha sofrido danos. Todos os ensaios especiais e verificações devem ser feitos sobre todas as veias do cabo. Os ensaios especiais devem ser feitos para ordens de compra que excedam 2,0 km de cabos. Para ordens de compra com cabos de seções diferentes, os ensaios especiais devem ser feitos para uma única seção, preferencialmente a de maior comprimento. Para ordens de compra com comprimentos de cabos menores que 2,0 km, o fabricante deve fornecer se solicitado, um certificado onde conste que o cabo cumpre os requisitos dos ensaios especiais.
Construção do cabo	Conforme as características construtivas (Folha 3/7).
Ensaio de tração da isolação antes e após envelhecimento	Conforme ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 e ABNT NBR NM IEC 60811-1-2.
Ensaio de alongamento a quente na isolação	Conforme ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 e ABNT NBR NM IEC 60811-1-2.
Ensaio de tração na cobertura	Conforme ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 e ABNT NBR NM IEC 60811-1-2.
Ensaio de tensão elétrica de longa duração	Deve ser realizado à temperatura ambiente, em corpo de prova constituído por uma veia, retirada do cabo completo. O corpo de prova deve ser imerso em água pelo menos uma hora antes do ensaio e a

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº ET-3000.00-5140-700-PPM-103

REV. A

FOLHA 5 de 7

TÍTULO: CABOS DE POTÊNCIA COM CONDUTOR BIMETÁLICO ALUMÍNIO
COBREADO ISOLADO XLPE – PM-04
(APLICAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO TERRESTRES)

PÚBLICO

E&P-ENGP/IPP/EISA

tensão deve ser aplicada entre o condutor e a água. O corpo de prova, quando submetido à tensão elétrica alternada (frequência de 48 Hz a 62 Hz) no valor eficaz de 1.800 V, pelo tempo de 4 h, não deve apresentar perfurações. O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6881. O corpo de prova deve ser constituído por um único comprimento de cabo de no mínimo 5 metros.

Ensaio de Tipo (T)

Ensaio de Resistência ao intemperismo artificial

Deve ser realizado observando-se as seguintes prescrições:

- a) ser executado conforme a ABNT-NBR 9512 (lâmpada fluorescente) ou a ASTM G155 (lâmpada a xenônio), devendo ser preparados dez corpos-de-prova, sendo cinco deles para avaliação do alongamento à ruptura, antes do ensaio, e cinco para a mesma avaliação, porém, após o ensaio;
- b) os materiais da isolamento e da cobertura devem ser submetidos às condições do ensaio por 1 500 h, com ciclo de 4 h de exposição à radiação ultravioleta B a 70 °C e 4 h de exposição à condensação de água a 50 °C;
- c) Após o tempo de exposição, os corpos de prova não podem apresentar variação de alongamento à ruptura e de tração à ruptura superior a 25 %, em relação aos seus respectivos valores originais;
- d) os corpos de prova para os ensaios mecânicos devem ser retirados, após o envelhecimento, da face exposta a radiação. Os corpos-de-prova devem ser preparados conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1. apresentar retenção do alongamento à ruptura de, no mínimo, 75% do valor original.

Aceitação e Rejeição

Inspeção visual

Antes de qualquer ensaio, deve ser realizada uma inspeção visual sobre todas as unidades de expedição, para verificar as exigências de acondicionamento e fornecimento e se a cobertura está de acordo com a ABNT NBR 6251. Podem ser rejeitadas de forma individual, e a critério do comprador, as unidades de expedição que não cumpram as condições estabelecidas.

Ensaio de rotina

Sobre todas as unidades de expedição, que tenham cumprido o estabelecido na inspeção visual, devem ser aplicados todos os ensaios de rotina previstos. Podem ser rejeitadas de forma individual, e a critério do comprador, todas as unidades de expedição que não cumpram as condições estabelecidas.

Ensaio especiais

Sobre as amostras obtidas conforme plano de amostragem (Folha 6/7) devem ser aplicados os ensaios especiais previstos. Se nos ensaios especiais, com exceção da verificação da construção do cabo, resultarem valores que não satisfaçam os requisitos especificados, o lote pode ser rejeitado, a critério do comprador. Se nos ensaios de verificação da construção do cabo resultarem valores insatisfatórios, dois novos comprimentos de cabo devem ser submetidos aos ensaios que apresentaram desvios. Os requisitos devem resultar satisfatórios em ambos os comprimentos de cabo, caso contrário, o lote pode ser rejeitado a critério do comprador.

Acondicionamento e Fornecimento

Carretel

O acondicionamento deve ser em carretel e deve ter a massa bruta limitada a 5000kg. Os carretéis devem ser conforme a ABNT NBR 11137.

Lance nominal de expedição

Sobre o valor do lance nominal de expedição é permitida uma

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

Nº ET-3000.00-5140-700-PPM-103

REV. A

FOLHA 6 de 7

TÍTULO: CABOS DE POTÊNCIA COM CONDUTOR BIMETÁLICO ALUMÍNIO
COBREADO ISOLADO XLPE – PM-04
(APLICAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO TERRESTRES)

PÚBLICO

E&P-ENGP/IPP/EISA

	tolerância de + ou – 5%. Adicionalmente, pode-se admitir que até 10% dos lances de um lote de expedição tenham um comprimento diferente do lance nominal, com um mínimo de 50% do comprimento desse lance.
Extremidade dos cabos	Devem ser seladas com capuzes de vedação.
Marcação dos carretéis	Devem ser marcadas nas duas faces laterais, por meio de plaquetas de identificação, com caracteres permanentes, as seguintes indicações: a) nome do fabricante e CNPJ; b) tensão de isolamento: 0,6/1 kV; c) número de condutores e seção nominal em mm ² ; d) material do condutor: ALUMÍNIO COBREADO; e) material da isolação: XLPE; f) material da cobertura: PE ST7; g) comprimento em metros e massa bruta em kg; h) número de série do carretel; i) seta no sentido de rotação para desenrolar.

Garantias

O fabricante deve garantir o perfeito funcionamento do cabo por um período de 12 meses contados da data da energização, ou 18 meses contados da data da emissão da Nota fiscal, o que ocorrer primeiro.

Plano de Amostragem – Ensaios Especiais

(Ordem de compra com quantidade de cabo superior, considerar uma amostra para cada 10 km de cabo)

Superior à	Inferior ou igual à	Número de amostras
2	10	1
10	20	2
20	30	3
30	40	4
40	50	5

Tabela de tipos de cabos

NM	Condutor			Isolação	Número de Condutores	Cobertura		Resistência elétrica à 20 °C Ω/km (máx.)	Resistência Isolamento à 20 °C $\Omega^*\text{km}$ (mín.)	Corrente nominal mínima (A)
	Seção nominal (mm ²)	Número de Fios	Diâmetro nominal (mm)	Espessura nominal (mm)		Espessura nominal (mm)	Diâmetro nominal (mm)			
11.678.900	16	7	5,10	0,7	1	1,0	8,50	1,73	390	Tabela 37 – ABNT NBR 5410
11.678.919					2	1,3	16,8			
11.678.922					3	1,3	16,8			
11.678.923					4	1,4	18,7			
11.678.901	25	7	6,36	0,9	1	1,1	10,4	1,11	400	Tabela 37 – ABNT NBR 5410
11.678.924					2	1,4	20,6			
11.678.925					3	1,4	20,6			
11.678.926					4	1,5	23,0			
11.678.902	35	7	7,44	0,9	1	1,1	11,4	0,815	348	Tabela 37 – ABNT NBR 5410
11.678.937					2	1,5	23,1			
11.678.938					3	1,5	23,1			
11.678.939					4	1,6	25,7			
11.678.905	50	19	8,80	1,0	1	1,2	13,2	0,596	329	Tabela 37 – ABNT NBR 5410
11.678.940					2	1,6	25,0			
11.678.941					3	1,6	26,7			
11.678.942					4	1,7	29,7			
11.678.906	70	19	10,6	1,1	1	1,2	15,2	0,411	303	Tabela 37 – ABNT NBR 5410
11.678.943					2	1,7	29,1			
11.678.944					3	1,8	31,4			
11.678.945					4	1,9	35,0			
11.678.917	95	19	12,4	1,1	1	1,3	17,2	0,300	262	Tabela 37 – ABNT NBR 5410
11.678.946					2	1,8	33,0			
11.678.977					3	1,9	35,5			
11.678.978					4	2,0	39,5			
11.678.918	120	37	14,0	1,2	1	1,4	19,2	0,237	254	Tabela 37 – ABNT NBR 5410
11.678.979					2	2,0	37,0			
11.678.980					3	2,0	39,6			
11.678.981					4	2,2	44,2			

Integrantes do Grupo Técnico:

Grupo Técnico constituído pelo DIP SBS/PN-SBS/GIDBE/CM 23/2019, de 14 de junho de 2019.