



Manual de Obras da Saneago – Capítulo 10 – Obras Eletrômecânicas e Instalações de Produção

CAPÍTULO 10 – OBRAS ELETROMECÂNICAS E INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO

A execução da obra deverá obedecer, integral e rigorosamente, aos projetos, memoriais e detalhes fornecidos pelas normas, especificações e métodos aprovados, ou em fase de projeto de Associação Brasileiro de Normas Técnicas (ABNT) e relacionadas direta ou indiretamente com a obra. As normas especificações e métodos aludidos são considerados parte integrante do presente capítulo.

Este capítulo fixa e estabelece as condições e os requisitos técnicos que são cumpridos pela Contratada no tocante à:

- Execução de serviços por seus próprios meios;
- Execução de trabalhos especializados por terceiros, mediante prévia aprovação da Fiscalização, sob supervisão e responsabilidade direta da Contratada.

Quando não for citada a norma a ser seguida e inexistirem normas brasileiras, ficará a critério da Fiscalização a sua indicação.

A estocagem dos materiais ou equipamentos será de forma que as superfícies de apoio sejam as maiores possíveis. Tais superfícies devem coincidir com as áreas de maior resistência mecânica às deformações.

As partes não-revestidas não entrarão em contato com o solo, recomendando-se a construção de berços de madeira ou o uso de sacos de areia. Cuidados especiais serão tomados para manter a integridade dos revestimentos, pinturas e elementos não-metálicos, sempre em consonância com as recomendações dos fabricantes.

Todo o material e equipamento serão protegidos contra as intempéries. Guardadas as diferenças cabíveis, os mesmos cuidados serão tomados para as estocagens temporárias nos locais de montagem.

Na montagem, os equipamentos serão fixados provisoriamente, quando houver risco de deslocamentos acidentais, até a instalação definitiva. Como regra, serão removidas, após a fixação ou acoplamento definitivo, todas as peças e dispositivos de fixação provisória, salvo orientação em contrário da Fiscalização.

A Fiscalização poderá impugnar, a seu critério, os equipamentos mecânicos da contratada que sejam inadequados e impróprios para as condições de montagem. Somente em casos especiais e com a devida autorização serão utilizados pórticos com talhas, tripés ou outros acessórios operados manualmente.

10.1 – Montagem mecânica**10.1.1 – Conjunto motobombas****10.1.1.1 – Bombas de eixo horizontal**

Os conjuntos bomba e motor serão fornecidos montados numa estrutura de aço rígido, a qual será fixada a uma base de concreto através de chumbadores com porcas e arruelas. A base deverá oferecer apoio rígido e permanente de modo a absorver as vibrações de intensidade normal, que se manifestam durante a operação da bomba.

Para a execução da base de concreto serão observados, pela Contratada, sua localização, dimensões e posicionamento indicados no projeto, além do plano de fundação fornecido pelo fabricante do equipamento.

O concreto da base atenderá a resistência especificada em projeto e a sua execução estará em concordância com o capítulo 8.

Os chumbadores, a serem embutidas na base, serão de dimensões e formas de acordo com as indicações dadas pelo fabricante do conjunto e em conformidade com o projeto.

A locação dos chumbadores será feita de acordo com os furos da base metálica, fornecida pelo fabricante, através do plano de fundação ou do desenho/certificado de dimensões.

Cópia não controlada quando impresso

Os chumbadores serão cuidadosamente posicionados. Para isso será usada uma armação de madeira (gabarito) a qual garantirá uma perfeita locação. Cuidados serão tomados para que os chumbadores não saiam da posição durante a concretagem.

Em casos especiais, em que a base será concretada sem os chumbadores, serão deixadas cavidades, na base de concreto, de dimensões tais que permitam a posterior colocação e concretagem destes.

Para o transporte e levantamento do conjunto bomba e acionador, serão usados os olhais ou as orelhas de suspensão da carcaça da bomba, não sendo permitida que os cabos de sustentação sejam atrelados à base ou em volta dos pedestais dos mancais.

Em quaisquer circunstâncias, serão seguidas as indicações que acompanham a equipamento.

Ao colocar a conjunto sobre a base de concreto, o acoplamento bomba/acionador será desconectado.

Será deixado um espaço de no mínimo "3/4 e de no máximo de 1.1/2" entre o lado inferior da base metálica e o topo da base de concreto para a colocação da argamassa de grauteamento.

O nivelamento da base metálica será feito com uso de calços de aços paralelos, de dimensões variáveis, colocados em áreas adjacentes aos chumbadores e sob partes da base que suportam maior peso. Os calços de apoio serão ajustados até que os eixos da bomba e do acionador estejam nivelados e, ainda, que os flanges de sucção e descarga estejam devidamente posicionados.

Após a execução do grauteamento será feita a limpeza completa do eixo da bomba, do motor e do acoplamento.

Após a obtenção da resistência especificada para a graute, serão executados o aperto final das porcas e dos chumbadores e o realinhamento do conjunto. Será verificada a excentricidade (deslocamento lateral ou vertical) por meio de relógio comparador, a inclinação (deslocamento angular) e a distância entre eixos (deslocamento axial). As tolerâncias para cada caso serão fornecidas pelo fabricante do equipamento.

A seguinte sequência de operações deverá se efetuada:

- Reacoplar o conjunto bomba/acionador;
- Soltar as premas da gaxeta da bomba;
- Lubrificar as partes rodantes e girar os eixos manualmente;
- Certificar-se de que as tabulações estão completamente limpas;
- Executar a conexão da bomba às tabulações de sucção e recalque sem que qualquer esforço seja transmitido à bomba.

Deverão ainda ser efetuadas:

- As ligações da escorva ou selo hidráulico se o conjunto assim o requerer.

Em caso de mancais lubrificados a água, executar a tabulação de drenagem conforme desenhos ou indicação da Fiscalização. Os instrumentos previstos no projeto do conjunto serão instalados.

A parte elétrica do acionamento será ligada, verificando o sentido de rotação do eixo através de um toque na partida.

Somente após a execução do especificado, o conjunto moto-bomba horizontal estará em condições de ser testado em carga, conforme as orientações do fabricante e da Fiscalização.

10.1.1.2 –Bombas verticais de eixo curto

Consideramos bombas verticais de eixo curto aquelas que são fornecidas completamente montadas para instalação em locais onde são manuseadas com segurança, pelos equipamentos de levantamento e transporte disponíveis.

Além das recomendações e das considerações gerais, a Contratada deverá obedecer ao projeto de fundação e dimensões para a execução da base de concreto.

Cópia não controlada quando impresso

Considerando que sobre a base de concreto haverá uma base metálica na qual se apoiará todo o conjunto, os procedimentos para a colocação dos chumbadores, concretagem e grauteamento, serão os mesmos para as bases metálicas das bombas de eixo horizontal.

Sobre a base metálica nivelada, será montado o conjunto formado: pelo cabeçote de descarga, tubo de topo, eixo propulsor e bomba. Este conjunto estará rigorosamente perpendicular à base metálica.

O motor será colocado sobre o cabeçote ou complementação, nivelando, alinhando os eixos bomba-motor e efetuar o acoplamento.

A instalação dos instrumentos de controle e dispositivos de proteção do motor será efetuada. Deverá se instalar os sistemas de lubrificação, e os de drenagens, se necessário. A ligação do motor será feita, dando um toque em vazio para se certificar do sentido de rotação.

Acoplar a descarga à tabulação de recalque de forma a não transmitir tensões não previstas ao conjunto moto-bomba.

Os testes do conjunto em carga serão executados com a orientação do fabricante e na presença da Fiscalização.

10.1.1.3 –Bombas verticais de eixo prolongado

Consideramos bombas verticais de eixo prolongado aquelas que são fornecidas desmontadas, no que se refere a tubos de topo e eixos propulsores, devido a seu tamanho ou falta de condições de manuseio no local da instalação.

Para a instalação da base metálica, com os chumbadores na base de concreto, utilizar o mesmo procedimento recomendado para as bases metálicas das bombas de eixo horizontal.

A montagem da bomba, tubos da coluna com luvas de acoplamento, tubos protetores, eixo com luvas de acoplamento, mancais e intermediárias, cabeçote e motor será executada por pessoas especializadas em montagens e ajustes. A montagem será devidamente supervisionada pelo fabricante e pela Fiscalização.

A montagem deverá obedecer rigorosamente aos desenhos e instruções do fabricante quanto às tolerâncias de ajustes, apertos de parafusos, acoplamento por luvas e colocação dos mancais intermediários.

São obedecidas, ainda, as recomendações do fabricante quanto à limpeza, lubrificações, tipo de vedadores de ruelas, utilização de braçadeiras para a montagem da coluna e ferramentas próprias para cada tipo de serviço.

Durante toda a montagem, a Fiscalização deverá ter acesso, a qualquer instante, às informações que julgarem necessárias.

Após a montagem final do motor, caberá à Contratada a instalação dos instrumentos de controle, dispositivos de proteção, sistema de lubrificação, ligação do motor, bem como a variação do sentido de rotação.

A descarga será acoplada à tabulação de recalque de forma a não transmitir tensões não-previstas ao conjunto moto-bomba.

Os testes do conjunto em carga são executados com a orientação do fabricante e na presença da Fiscalização.

10.1.1.4 –Bombas submersíveis

Para a montagem das bombas submersíveis com pedestal e tubo-guia, a Contratada deverá verificar, inicialmente, as condições em que são fixados o suporte superior do tubo-guia, o suporte dos cabos e o pedestal ou conexão de descarga.

As dimensões da base de concreto e do grauteamento onde é fixado o pedestal ou conexão de descarga deverão garantir a altura mínima, recomendada pelo fabricante, entre o piso e a bomba a ser acoplada.

Cópia não controlada quando impresso

O suporte superior do tubo-guia estará alinhado com o seu respectivo encaixe no pedestal.

Posicionando o pedestal e o suporte através de alinhamento e nivelamento, colocar o tubo-guia, o qual deverá ficar num plano vertical paralelo ao plano do flange de conexão da bomba.

Executar o grauteamento e, após a obtenção da resistência especificada, apertar as porcas dos chumbadores do suporte e pedestal.

Executar a tubulação de recalque, fixar o suporte dos cabos, instalar as boias de nível, fixar a corrente de içamento, baixar a bomba e testar seu encaixe no pedestal.

Verificar nível de óleo, sentido de rotação, condições de isolamento do motor e cabos, além do sistema de aterramento.

Os testes em carga serão executados de acordo com as orientações do fabricante e na presença da Fiscalização.

10.1.2 – Comportas

Stop-log

Na montagem das comportas serão obedecidas as seguintes considerações:

- Locação, posicionamento e fixação das guias de acordo com os projetos;
- Alinhamento e nivelamento das guias e armações, antes do concreto secundário, através de calços de ajuste e demais providências;
- Verificação de folga e alinhamento da comporta junto à soleira dentro do previsto pelo projeto, para permitir a estanqueidade desejada;
- Logo após a concretagem secundária, verificar se as condições estabelecidas nos itens anteriores acima não foram alteradas e corrigir, se necessário.

A colocação da comporta tipo "stop-log" será feita por meio de equipamentos adequados (guindaste, guincho ou talhas em pórtico).

Após a colocação, serão procedidos os ajustes necessários, a fim de que as folgas previstas pelo fabricante sejam atendidas, obtendo a estanqueidade desejada.

Testar sem carga, movimentando várias vezes para verificar o deslizamento tranquilo nas guias.

Testar com carga para avaliar se os vazamentos encontrados estão dentro dos parâmetros previstos pelo fabricante, ajustando, se necessário.

Deslizante

Antes do posicionamento do quadro da comporta, no local indicado pelo projeto, será feita uma preparação inicial do local. A preparação deve levar em conta as dimensões mínimas requeridas para a concretagem secundária, as condições da armadura deixada na concretagem primária, o comprimento dos chumbadores do quadro e mancais intermediários, assim como a distância mínima que o quadro deverá ficar do piso.

A profundidade da concretagem secundária será de, no mínimo 50 mm, além da ponta do chumbador a ser engastada e de, no mínimo 50 mm, das laterais do quadro.

A armadura de espera deverá dar condições de fixação dos chumbadores para seu posicionamento.

A parte inferior do quadro deverá ficar a uma distância mínima de 75 mm do piso externo do local onde será instalada a comporta, conforme desenho nº 16/01.

Observadas estas condições, o conjunto será pré-montado, alinhado, nivelado e seus chumbadores fixados na armadura do concreto primário.

É importante que a fixação seja rígida para evitar deslocamento do conjunto quando da execução das formas para a concretagem secundária e durante a concretagem.

Cópia não controlada quando impresso

Logo após a concretagem, verificar se as condições de alinhamento e nivelamento não foram alteradas e corrigi-las, se necessário.

Isto feito deve-se proceder à fixação dos mancais intermediários na base do pedestal de acionamento.

O pedestal de acionamento e sua respectiva haste estarão perfeitamente nivelados e alinhados para evitar esforços laterais na gaveta durante os movimentos de abertura e fechamento.

As guias serão limpas e lubrificadas e a comporta será acionada repetidamente, sem carga, para os ajustes necessários. Novos ajustes serão feitos em carga, visando a estanqueidade do sistema, porém respeitando a tolerância de vazamento especificada para este tipo de comporta.

10.1.3 – Adufas

De parede

As adufas de parede são acopladas a um tubo ou extremidade com flange que estará previamente concretado.

Cuidados especiais serão tomados durante a concretagem do tubo a fim de que a face do flange permaneça sempre no plano vertical e que se mantenha a distância mínima, fornecida pela fabricante, entre a parede e o flange.

Verificar antes da concretagem a compatibilidade da furação dos flanges adufa-tubo e ainda a posição em que ficarão os furos do flange do tubo.

O pedestal de manobra e as guias para a haste de prolongamento estarão perfeitamente alinhados com a haste de acionamento da tampa, evitando assim esforços anormais no mancal.

De fundo

As adufas de fundo serão acopladas, através de sua base flangeada, a uma curva com flange que se ligará à tubulação de descarga ou de comunicação.

Deve-se observar a concentricidade dos flanges e manter a adufa nivelada quando dos serviços de concretagem da curva.

O pedestal de manobra e as guias para haste de prolongamento estarão perfeitamente alinhados com a haste da válvula, para evitar esforços anormais entre o anel da válvula e o anel da sede.

10.1.4 – Floculadores e agitadores

O transporte e o manuseio dos materiais e peças serão efetuados com equipamento recomendado pelo fabricante o aprovado pela Fiscalização.

Os agitadores de eixo vertical dos floculadores serão montados sobre base metálica: chumbados, grauteados e rigorosamente nivelados.

As pás de madeira e os mancais de apoio do eixo propulsor dos floculadores horizontais também estarão rigorosamente nivelados e alinhados. Após a instalação serão seguidas as recomendações do fabricante antes do teste de equipamento.

No caso da inexistência destas, a Contratada executará, no mínimo as seguintes atividades:

- Limpar o equipamento com uso de material adequado;
- Apertar os parafusos de fixação de equipamento;
- Verificar o acoplamento eixo/redutor motor;
- Limpar caixa do redutor;
- Fazer a primeira lubrificação incluindo o óleo do redutor se este não for fornecido pelo fabricante;
- Fazer a proteção anticorrosiva da parte exposta;
- Girar a conjunto manualmente;

Cópia não controlada quando impresso

- Acionar o motor e dar um toque em vazio para acerto do sentido de rotação;
- Ligar instrumentos;
- Efetuar teste em vazio o em carga com a supervisão da Fiscalização.

10.1.5 – Ponte rolante

A Contratada deverá efetuar a montagem, de acordo com os projetos, especificações e recomendações do supervisor de montagem (ou do fabricante).

Os serviços de montagem constituem-se basicamente de:

- Transporte e manuseio das peças;
- Locação dos trilhos nas vigas de rolamento;
- Quebra do concreto das vigas para chumbamento dos trilhos;
- Verificação, antes da fixação dos trilhos, dos alinhamentos longitudinais e da distância transversal dos trilhos (vão da ponte rolante);
- Nivelamento dos trilhos através de calços, cunhas e parafusos;
- Chumbamento dos trilhos;
- Acabamento civil das vigas de rolamento;
- Montagem da ponte;
- Flushing dos redutores de querosene ou usando o próprio óleo de lubrificação indicado pelo fabricante;
- Verificação do nível de óleo dos redutores, completando-o se necessário;
- Verificação da lubrificação dos cabos de tração, bem como de todos os pontos de lubrificação à graxa;
- Acionamento dos motores e acerto do sentido de rotação do sistema;
- O deslocamento manual da ponte em toda a extensão do trilho para verificar a correta instalação dos trilhos quanto ao alinhamento e nivelamento. A ponte deverá correr livremente e parar em qualquer ponto sem deslocar, quando desligada, tanto vazia como em carga. Efetuar os ajustes, se necessário;
- Teste, em vazio, dos movimentos da ponte e do guincho de elevação, efetuando os ajustes necessários;
- Teste da ponte com a carga nominal, variando a sobrecarga de até 50% e verificando se as flechas obtidas estão dentro das faixas aceitáveis.

10.1.6 – Instalação de monovia com talha

A preparação do local e da monovia para sua instalação constitui-se de:

- Demarcação e preparação para chumbamento;
- Execução de proteção anticorrosiva das partes, cujo acesso é impossível, após sua instalação;
- Verificação se a monovia apresenta-se sem empeno e se a aba que servirá de rolamento para a talha está lisa e perfeita.

Logo montar, alinhar, nivelar e fixar rigidamente a monovia. Em seguida, colocar a talha na aba de rolamento, colocar os fins de curso ("Stops"). Lubrificar a talha e o sistema de acionamento, fazendo o trolley percorrer toda a extensão da monovia, verificando se não há desnível.

Proceder em seguida ao acabamento do sistema de fixação e efetuar o teste das instalações, aplicando à talha a carga prevista e movimentando-a em todos os sentidos.

Montar e proceder ao nivelamento e ao alinhamento final da monovia, conforme projeto, através de calços, cunhas ou outros dispositivos, fixando-a rigidamente.

Paralelamente, fixar o adequear o sistema de alimentação elétrica até a caixa de ligação e alimentação da talha na sua extremidade.

Cópia não controlada quando impresso

Efetuar a limpeza da monovia e colocar a talha através de uma das extremidades.

Instalar os batentes finais e os respectivos fins-de-curso. Efetuar um controle da alimentação elétrica, fazer as conexões conforme indicado pelo fabricante. Efetuar o grauteamento do sistema de fixação e o acabamento da instalação.

Efetuar a limpeza e lubrificação da talha, conforme recomendação do fabricante.

Verificar novamente os esquemas de ligação elétrica e efetuar a alimentação da talha, controlando a tensão de entrada no motor. Adequar a sentido de rotação do motor e simular a atuação de fim-de-curso. Isto feito, testar em vazio, percorrendo toda a extensão da monovia até o fim-de-curso, verificando se não há desnível.

Em seguida, providenciar os testes das instalações, aplicando à talha a carga prevista e movimentando-a em todos os sentidos.

10.1.7 – Montagem mecânica de tubulações e peças

Conexões de junta mecânica

Para as conexões do tipo junta mecânica serão feitas as seguintes verificações preliminares:

- Limpeza da bolsa, contra-flange e ponta do tubo a serem conectados;
- Verificar a existência de cortes ou de deformações permanentes no anel de borracha;
- Dimensões e condições de rosqueamento, porca/parafuso.

Colocar a contraflange e o anel de borracha na ponta do tubo, observando o sentido correto deste último.

Introduzir a ponta, deixando entre ela e o fundo da bolsa um espaço de 10 mm.

Encaixar a anel no alojamento interior da bolsa, encostar o contra-flange e colocar os parafusos.

Apertar inicialmente os parafusos para acomodação do anel de vedação, seguindo de apertos progressivos sempre em parafusos diametralmente opostos.

Conexões de junta elástica

Para a conexão do tipo junta elástica são feitas as seguintes verificações preliminares:

- Limpeza da bolsa e ponta do tubo a serem conectados;
- Verificar a existência de cortes ou de deformações permanentes no anel de borracha.

Colocar no alojamento interior da bolsa o anel de borracha, observando o seu lado correto.

Aplicar o lubrificante recomendado pelo fabricante na ponta do tubo, numa extensão de aproximadamente 100 mm.

Mantendo o alinhamento e nivelamento, introduzir na bolsa do outro tubo ou peça até encostar, no anel de borracha, verificando se a ponta está bem centrada.

Forçar a ponta do tubo na bolsa até atingir uma marca a ser feita preliminarmente e que garanta uma folga de 10 mm entre a ponta e a fundo da bolsa.

Para tubos com até 100 mm de diâmetro os serviços de conexão serão executados manualmente ou com o auxílio de uma alavanca. Nos diâmetros de 150 a 300 mm, utilizar-se-á uma ferramenta tipo TIRFOR com capacidade de 1.600 Kgf.

Nos tubos com 350 a 600 mm de diâmetro, utilizar-se-á o TIRFOR com capacidade de 3.500 Kgf, sendo que acima deste diâmetro serão utilizados dois TIRFORES com capacidade individual de 3.500 Kgf.

Não é permitida a utilização de equipamentos acionados mecânica ou eletricamente para os serviços de conexão de junta elástica.

Após a conexão executada, suportes, apoios ou travamentos serão feitos nos tubos ou peças para que se mantenha a centralização garantida inicialmente.

Conexões flangeadas

Os flanges, quando verticais, serão posicionados de maneira que os dois eixos dos furos superiores fiquem no mesmo plano horizontal.

Quando os flanges forem instalados na posição horizontal, o plano vertical que contém o eixo do tubo base deverá passar pelo centro do flange e a igual distância de dois furos consecutivos. Antes de executar a conexão serão observados os itens seguintes:

- Limpar externa e internamente as faces dos flanges com solventes;
- Retirar, por processo manual ou mecânico, qualquer resíduo estranho ou proveniente de oxidação que esteja depositado entre as ranhuras;
- Verificar se as dimensões e o tipo de material dos anéis de vedação estão em conformidade com o projeto;
- Verificar a existência de cortes ou deformações permanentes no anel;
- Fazer um exame visual dos filetes do parafuso e porcas constatando a não existência de material estranho entre elas, e que não haja qualquer amassamento ou quebra da crista dos filetes;
- Lubrificar com graxa grafitada e testar manualmente o rosqueamento de cada conjunto parafuso/porca;
- Para os flanges em ferro fundido é feito um exame visual a fim de detectar a existência de trincas.
- Iniciar a conexão com a aproximação dos flanges de tal forma que os furos fiquem alinhados deixando espaço suficiente, entre eles, para a colocação do anel de vedação.

Colocar parafusos e executar a aproximação dos flanges através das arruelas cujo aperto inicial é apenas para que o anel de vedação se adapte às faces dos flanges, moldando-se a todas as imperfeições ou irregularidades que possam existir.

Executar um segundo aperto, neste caso em parafusos diametralmente opostos, garantindo a conexão e a posição definitiva das peças. Neste caso recomenda-se que a operação seja feita através de torquímetro.

No terceiro aperto e final será aplicada uma pressão, no parafuso, correspondente a 1.5 vezes a valor da pressão interna da tubulação em operação, evitando-se assim possíveis vazamentos.

Conexões rosqueadas

Aplicação KLANCH

As ligações rosqueadas serão aplicadas em tabulações de pequenos diâmetros (até 4").

A Norma USAS-B.31 exigem que as roscas dos tubos sejam cônicas. Recomendam, também, que sejam feitas soldas de vedação nas roscas que trabalhem com fluidos inflamáveis, tóxicos e outros, em situações em que se deva ter absoluta segurança contra vazamentos. Utiliza-se este tipo de ligação para tubos galvanizados de aço-carbono, aços ligas etc.

Cortes

Os tubos serão cortados sempre perpendicularmente a seu eixo. Após o corte, os tubos serão escareados, a fim de eliminar quaisquer rebarbas.

A superfície cortada será toda contida na distância de mais ou menos 1 mm de um plano perpendicular ao eixo.

Roscas

As roscas, tanto nos tubos como nas luvas e uniões, serão sempre cônicas, de maneira que, com o

Cópia não controlada quando impresso

aperto, haja interferência entre os fios, garantindo a vedação.

Em casos especiais, junto a equipamentos, torneiras e válvulas fornecidos com rosca Whitworth gás, será aberta rosca cônica na extremidade do tubo, conforme ABNT-PB.14.

Todas as roscas serão isentas de rebarbas, com filetes uniformes, contínuas e de superfícies lisas. Uma rosca perfeita não deverá reter fiapos de estopa seca que lhe seja passada em torno.

Não será permitido o uso de ferramentas de rosquear cegas ou mal ajustadas.

As roscas serão verificadas com calibres passa-não-passa. Caso a ligação rosqueada seja feita após oito horas da abertura da rosca, esta última será cuidadosamente limpa com escova de latão e untada com uma camada de graxa especial para proteção da superfície.

Por ocasião da montagem de uma junção rosqueada, será importante que ambos os terminais estejam bem limpos. Os terminais serão lavados com solventes e limpos com escova de latão.

Qualquer rosca que se apresente danificada ou imperfeita não será usada. Aplica-se sobre as roscas uma camada de pasta de vedação "John Crane" ou fita "Teflon". Não serão permitidas aplicações de zarcão e/ou quaisquer tipos de fibras nas junções rosqueadas.

Uniãoes

As uniões serão empregadas quando se desejar que a tubulação seja facilmente desmontável ou em arranjos fechados.

As uniões serão de ferro maleável com sedes de bronze, na maioria dos casos. Para as ligações a instrumentos, as uniões serão inteiramente de bronze. Serão montadas aplicando-se a pasta de vedação recomendada, nas superfícies de vedação e na rosca cilíndrica.

Luvas

As emendas entre trechos de tubos serão feitas por meio de luvas rosqueadas. As luvas com essa função não serão indicadas nos projetos. Não obstante, luvas serão usadas amplamente, a fim de evitar desperdício de tubos.

Curvas

Quando for necessário curvar tubo de aço ou de plástico rígido para efetuar ajustes porventura necessários no campo, as curvas serão feitas a frio por meio de ferramenta apropriada. Serão tomados os cuidados necessários para não reduzir a seção interna nem danificar o acabamento de tubos galvanizados.

O raio mínimo de curvatura admissível corresponderá a 5 (cinco) vezes o diâmetro nominal do tubo, sendo o raio medido a partir da linha de centro do tubo.

Válvulas e registros flangeados

Para a montagem de válvulas ou registros flangeados serão verificados a sua locação e o seu posicionamento, de acordo com o projeto, levando em conta ainda a acessibilidade dos acionamentos em operação normal e as condições para sua manutenção ou eventual troca.

Antes da montagem será feita a verificação das condições do flange fixo, onde será colocada a válvula/registro, cuja face estará obrigatoriamente perpendicular ao eixo da tubulação, bem como a posição dos furos do flange. O plano vertical do eixo do tubo deverá passar pelo meio da distancia que separa os dois furos superiores. Esta condição será verificada com a utilização de nível de bolha aplicado aos dois furos superior do flange.

As condições descritas quanto ao flange serão rigorosamente obedecidas já que não será permitido o ajuste por acréscimo de elementos metálicos entre flanges ou desbastes em superfícies usinadas, o que descaracterizaria as especificações originais de fabricação das peças. Todos os ajustes que se tornarem necessários por falta de alinhamento ou nivelamento serão executados nos tubos através de cortes ou desbastes, desde que autorizados pela Fiscalização.

Cópia não controlada quando impresso

Após a retirada da válvula ou registro do almoxarifado, a Contratada deverá limpar a peça, lubrificar, acionar o sistema de abertura e fechamento, verificar as condições das sedes de vedação e as próprias vedações. Este serviço será executado com o acompanhamento da Fiscalização e do supervisor de montagem do fabricante.

As juntas ou anéis de vedação a serem utilizados estarão de acordo com as normas de fabricação dos flanges.

Quanto aos dimensionais, a espessura e composição do material deverão estar de acordo com o projeto.

Para a montagem de válvulas será importante que se observe antes o sentido de fluxo para a compatibilidade dos sistemas de operação e vedação recomendados pelo fabricante.

Os alinhamentos da válvula ou do registro com a tubulação serão feitos, por meio da união dos flanges sempre de montante para jusante. O posicionamento será feito preliminarmente por meio de pinos de montagem e, depois de observadas as condições de nivelamento e alinhamento, os pinos serão substituídos um a um, alternadamente, pelos parafusos da conexão.

Antes da conexão, serão feitos testes com os parafusos e porcas verificando as condições das rosas, do rosqueamento e dos revestimentos superficiais. As arruelas serão compatíveis com os parafusos em seus dimensionais e não será permitida qualquer conexão sem elas.

Para o posicionamento da válvula ou registro, no seu local de montagem, a Contratada deverá observar as normas indicadas para levantamento e transporte pelo fabricante, evitando assim danos em sedes de vedação, vedações, acionamentos, revestimentos a outros.

As válvulas ou registros serão montados totalmente abertos nas linhas de juntas soldadas e totalmente fechados nos demais tipos de tubulação. No caso de montagem totalmente aberta, seu acionamento somente será feito após a limpeza completa da tubulação.

Para evitar tensões diferenciadas nos flanges, danos nas juntas e atingir ideais de vedação, os parafusos serão apertados em sequência de dois de cada vez, diametralmente opostos, graduando, através de torquímetro e o ajuste em pelo menos dois ciclos completos antes do aperto final.

Estando a válvula instalada, limpa e lubrificada, será acionada para observar suas condições operacionais.

Junta tipo *gibault*

Para a montagem da junta tipo Gibault é necessária que seja executada uma limpeza manual nas extremidades dos tubos, removendo-se todo o material depositado, as graxas e óleos.

Colocar em cada extremidade dos tubos o flange de encaixe da luva central e uma arruela de borracha, em seguida, a luva central numa das extremidades.

Executar a aproximação dos tubos, deixando uma folga de 10 mm entre as pontas.

Deslocar e centralizar a luva para uma posição em que as extremidades dos tubos fiquem equidistantes, em seu interior.

Deslocar as arruelas até encostá-las na luva, aproximar o flange, colocar os parafusos e executar a conexão.

Os parafusos serão apertados gradualmente e até que se obtenha uma compressão suficiente das arruelas de borracha.

Somente com a autorização da Fiscalização este tipo de junta poderá ser utilizada para solucionar problemas de deflexões ou ajustes nas tabulações.

Flanges avulsos em tabulações de ferro fundido

Quando necessário, o corte será perpendicular ao eixo do tubo e sua execução por elétron. Posteriormente, será escareado para remover todas as rebarbas.

Cópia não controlada quando impresso

Serão executadas as roscas cônicas, tanto no tubo quanto no flange e estes deverão estar isentos de rebarbas, com filetes contínuos e de superfícies lisas.

Não será permitida a aplicação de zarcão e/ou qualquer tipo de fibras na junção rosqueada.

Executar a junção flange/tubo manualmente e cortar a ponta do tubo que ultrapassar a face interna do flange.

10.2 – Montagem elétrica

10.2.1 – Eletrodutos

10.2.1.1 – Eletrodutos rígidos

Os eletrodutos terão a superfície interna completamente lisa, sem rebarba e livre de substâncias abrasivas. No caso de PVC, serão ainda inalteráveis, não sofrendo deformações no decorrer do tempo sob a ação do calor ou da umidade e suportando as temperaturas máximas previstas para os cabos em serviço.

As conexões entre eletrodutos serão feitas com luvas rosqueadas, sendo, no entanto, admitido o uso de conexões parafusáveis do tipo sem rosca, da DAISA ou equivalente. A conexão de eletrodutos nas caixas não rosqueáveis será por meio de buchas e arruelas apropriadas. Não será permitido o uso de solda no caso de metálicos e de cola no caso de PVC.

As extremidades livres, não rosqueadas diretamente em caixas ou conexões, serão providas de buchas.

Os eletrodutos de aço de diâmetro inferior a 1" serão curvados usando-se métodos manuais adequados. No caso de diâmetros superiores somente por máquinas especiais para dobragem de eletrodutos, devendo o curvamento obedecer aos raios mínimos de tabela do fabricante ou de normativas pertinentes.

Não será permitido aquecer os eletrodutos para facilitar seu curvamento, o qual será executado, ainda, sem enrugamento, amassaduras ou avarias no revestimento. Grupos paralelos serão curvados de modo a formarem arcos de círculo concêntricos, mesmo que sejam de diâmetros diferentes, a menos que expressamente indicado de outra forma no projeto.

Nos demais casos, serão obrigatoriamente usadas curvas, pré-fabricadas, em todas as mudanças de direção. Não serão empregadas curvas com deflexão maior que 90°.

No caso de conexões por luvas rosqueáveis, os eletrodutos serão cortados por meio de corta-tubos ou a serra, sendo as roscas feitas com uso de cosinete e com ajustes progressivos. As roscas que contiverem uma volta completa ou as de fios cortados serão rejeitadas mesmo que a falha não fique na faixa de aperto. Após a execução das roscas, as extremidades serão escareadas para a eliminação de rebarbas.

Com a finalidade de obter melhor estanqueidade e prevenir corrosão quando do rosqueamento, será aplicada sobre as roscas, tinta metálica especial; não sendo permitido o uso de material fibroso (cânhamo, juta, estopa etc.). O rosqueamento deverá pegar obrigatoriamente, no mínimo cinco fios completos.

Os eletrodutos serão instalados de modo a não formar cotovelos ou depressões onde possa acumular água, devendo apresentar uma ligeira e continua declividade (no mínimo de 0,25%) em direção às caixas, nos trechos horizontais.

O número máximo de curvas entre duas caixas obedecerá à NB-3 da ABNT.

Os eletrodutos embutidos, ao sobressaírem dos pisos e paredes, não serão rosqueados a menos de 0,15m da superfície, de modo a permitirem um eventual corte e rosqueamento.

Os eletrodutos aparentes serão convenientemente suportados com fixação espaçada de no máximo 2,00m para eletrodutos de 3 1/4" e de 2,50m para bitolas superiores. Deverão correr paralelamente ou formando ângulo reto com vigas, pilares e paredes, bem como manter afastamento adequado das mesmas. Conectados por meio de condutes nas mudanças de direção.

Cópia não controlada quando impresso

Após a instalação dos eletrodutos, inclusive os de reserva, será colocado um arame galvanizado nº 12, a não ser que a Fiscalização aprove outro processo que permita a enfição dos condutores.

Durante o após a montagem, antes da concretagem e durante a construção, serão vedados os extremos dos eletrodutos por meios adequados a fim de prevenir a entrada de corpos estranhos, água ou umidade.

10.2.1.2 – Eletrodutos flexíveis

Nas extremidades dos eletrodutos flexíveis serão fixadas peças que, impeçam a danificação dos condutores pelas arestas, dispondo de roscas para a instalação de adendos utilizados nas redes de eletrodutos rígidas.

Constituirão trechos contínuos de caixa a caixa, não sendo emendados.

As curvas serão feitas de modo a não se reduzir sua seção interna e não produzir aberturas entre suas espirais. O raio de curvatura será no mínimo doze vezes o diâmetro externo do eletroduto.

As curvas serão presas firmemente às superfícies de apoio para que não se deformem durante a enfição dos condutores.

A fixação às superfícies de apoio será feita por meio de braçadeiras espaçadas em, no mínimo, 0,80m.

Os eletrodutos flexíveis, quando do tipo "Sealtight" (impermeável). Deverão possuir internamente um fio de cobre ligado aos conectores das extremidades, de maneira a assegurar a continuidade metálica da instalação, possibilitando assim, seu aterramento.

Os eletrodutos flexíveis não ficarão expostos a danos físicos.

10.2.1.3 – Rede de eletrodutos subterrâneos (envelopes)

Escavação das Valas

A marcação e a abertura das valas serão feitas de acordo com o projeto, seguindo o alinhamento e nivelamento entre as caixas de passagem. As valas só serão abertas após a verificação da existência de todas as tabulações interferentes, quando indicadas no projeto.

Nas interferências não previstas serão evitadas as curvas de raio pequeno e variação do nível a fim de não formar pontos baixos de acumulação de água.

Se possível, todo o trecho entre caixas de passagem será escavado de uma só vez antes da preparação da base.

O material escavado, que se utilizará no reaterro, será depositado ao longo da escavação a uma distância que não perturbe a execução dos serviços.

As valas deverão se manter limpas de terra, desmoronamento, entulhos e secas durante a execução dos serviços.

Preparação da Base

A base deverá ficar uniformemente distribuída e o material convenientemente compactado. Quando não indicado em projeto, a declividade da vala, entre duas caixas de passagem, será, no mínimo, de 0,25% a fim de proporcionar o escoamento de água nos eletrodutos. Não deverá haver, entre duas caixas de passagem, pontos baixos que provoquem a acumulação de água nos eletrodutos. No caso de solo de baixa resistência serão utilizadas fundações definidas em projeto ou conforme orientação da fiscalização.

Colocação dos Eletrodutos

Os eletrodutos, ao serem colocados na vala, serão alinhados e arrumados com espaçadores de plástico ou outro material especificado em projeto e que serão colocados a cada 1,3m.

O topo da rede de eletrodutos deverá ficar na profundidade indicada no projeto e, quando não houver

Cópia não controlada quando impresso

indicação, a profundidade mínima será de 0,30m da superfície.

O posicionamento dos eletrodutos em uma rede de dutos será o mesmo no trajeto de duas caixas de passagem consecutivas. Quando porventura houver obstáculos não-previstos em projetos, ou entre duas caixas de passagem consecutivas, poder-se-á adaptar o feixe de eletrodutos de forma a vencê-los, tendo-se o cuidado em manter as mesmas posições relativas dos dutos, tanto verticais como horizontais, conservando-se assim a mesma formação anteriormente prevista.

Na rede subterrânea não será permitida a redução de diâmetros de eletrodutos.

O raio de curvatura mínimo para a rede de dutos será aquele raio mínimo permitido para o cabo de maior bitola que será instalado na rede, devendo ainda ser observado o raio mínimo de curvatura para eletrodutos, conforme tabela do item 18.4.1.1.

Quando indicado no projeto, os eletrodutos serão identificados nas entradas e saídas das caixas.

Os eletrodutos de reserva deverão, após a limpeza, serão vedados em ambas as extremidades com tampões adequados.

Concretagem do Envelope

Antes da concretagem do envelope, será feita rigorosa inspeção nos eletrodutos, pela Fiscalização.

O concreto para execução dos envelopes deverá executado conforme o capítulo 8 desta Especificação.

Os eletrodutos sobressairão de, no mínimo, 0,50m do envelope e as extremidades dos dutos serão tampadas por meio adequado.

As dimensões dos envelopes serão determinadas de acordo com as seguintes prescrições:

- A distância mínima entre faces externas de eletrodutos paralelos é de 50 mm;
- A distância mínima da face externa de um eletroduto à face do envelope é de 75 mm para as laterais e de 1,00 mm na parte inferior e superior.

10.2.14 – Eletrodutos embutidos – juntas de expansão

As juntas de expansão serão instaladas toda vez que o eletroduto embutido atravessar a junta de concretagem, devendo-se ter cuidado de não torná-la junta rígida durante a concretagem. A junta de expansão será provida de cordoalha de cobre para aterramento.

10.2.2 – Caixas de passagem

10.2.2.1 – Caixas de passagem e quadros de distribuição de luz embutidos

As caixas de passagem e derivação, embutidas nas lajes serão firmemente fixadas nas formas.

As caixas embutidas nas paredes deverão facear o acabamento do revestimento de alvenaria, de modo a não resultar excessiva profundidade depois do revestimento.

Só serão abertos os olhais das caixas destinados a receber ligação de eletrodutos.

Salvo indicação expressa em contrário no projeto, as cotas das caixas de paredes em relação ao nível do piso acabado serão as seguintes:

- Interruptores e botões de campainha (centro de caixa) = 1,20m;
- Tomadas baixas (centro da caixa) = 0,30m;
- Tomadas em locais úmidos (centro da caixa) = 1,20m.

As caixas de interruptores, quando próximas dos batentes das portas, terão 0,10m de afastamento destes.

Diferentes caixas de um mesmo compartimento serão perfeitamente alinhadas e dispostas de forma a apresentarem conjunto ordenado.

Os pontos de luz dos tetos serão rigorosamente centrados ou alinhados nos respectivos compartimentos.

O nível dos quadros de distribuição será regulado por suas dimensões e pela comodidade de operação das chaves ou inspeção dos instrumentos não devendo, de qualquer modo, ter a borda inferior a menos de 0,50m do piso acabado.

A profundidade será regulada pela espessura do revestimento previsto contra o qual serão assentes os espelhos das caixas.

10.2.2.2 – Caixas de passagem e conexões para instalações aparentes

Caixas e conexões serão montadas de acordo com o estabelecido em projeto, obedecendo-se às instruções dos fabricantes.

No caso de tampas rosqueadas de caixas, será obrigatório o emprego de pasta inibidora (ou lubrificante), sob recomendação do fabricante, com a finalidade de impedir o engripamento por oxidação.

Deve-se dar acabamento às roscas dos eletrodutos, tendo em vista o risco de danificação das roscas das caixas ou das conexões. O rosqueamento e aperto serão compatíveis com os materiais empregados, devendo-se tomar cuidado especial com as conexões de aço e alumínio.

Nos pontos em que ocorrer presença de água (por infiltração ou condensação) será necessária a instalação de drenos.

As uniões serão convenientemente montadas, garantindo-se não só o alinhamento, mas também um afastamento adequado de obstáculos que dificultem o rosqueamento da parte móvel. No caso de lances verticais, a parte móvel deverá ficar no lado superior.

No caso de juntas seladoras, o enchimento com massa especial somente será feito após conveniente vedação (aplicando-se cordão de amianto) entre os condutores e o selo, de modo a impedir o escoamento da massa para o interior do eletroduto ou equipamento. A espessura da massa de vedação não será inferior ao valor do diâmetro nominal do eletroduto.

10.2.2.3 – Caixas de passagem de alvenaria e concreto

As caixas de passagem serão locadas e construídas de acordo com o projeto e em conformidade com o capítulo 8.

Especial atenção será dada aos suportes para cabos, puxadores e outros acessórios dentro das caixas a serem colocados exatamente de acordo com o projeto.

Quando a caixa de passagem for de concreto armado, as janelas serão cheias de tijolos de barro, a fim de que, quando da construção da rede de eletrodutos, elas possam facilmente ser removidas.

Dentro da caixa de passagem deverá haver uma tomada para terra, essa providência será executada antes da concretagem.

Durante as escavações para a execução das caixas, caso seja encontrado na cota prevista, material de baixa capacidade de suporte (argila orgânica etc.), será feita sua remoção e substituição por material adequado, o qual será compactado em camadas de, no máximo, 0,20m de espessura. Essa substituição será processada até uma profundidade a ser definida pela fiscalização.

No fundo da caixa será executado um lastro de 0,10 a 0,15m de brita socada.

No caso de existir lençol freático, as caixas serão herméticas e tanto o fundo quanto às paredes serão impermeabilizados. Deverão ainda dispor de drenos por tubos.

10.2.3 – Aterramento

10.2.3.1 – Aterramento de equipamentos

Todas as partes metálicas não condutoras, tais como estruturas e carcaças dos equipamentos elétricos, eletrodutos e bandejas metálicas, serão aterradas num sistema de terra comum, na entrada de energia

Cópia não controlada quando impresso

elétrica.

Somente quando expressamente indicado no projeto, o equipamento será ligado a um sistema de terra independente.

10.2.3.2 – Instalação do cabo terra

O cabo-terra será de cobre nu, recozido e trançado. Sua bitola será aquela indicada no projeto, não sendo admitida, em qualquer hipótese, sua redução.

O percurso do cabo-terra será aquele indicado no projeto, sendo instalado com folga adequada e sem esticar.

No caso de cabo enterrado, este será lançado diretamente na terra sem cortes ou emendas, a uma profundidade mínima de 0,60m. No reaterro da vala, sempre que possível, utilizar o próprio material escavado devidamente compactado.

Quando a emenda for inevitável, as juntas serão soldadas por meio de solda exotérmica, processo "Cadweld" ou equivalente, mas somente nos pontos permitidos pela Fiscalização.

Quando o cabo-terra for exposto, será fixado às superfícies de apoio sem emprego de isoladores ou suportes isolantes.

O cabo-terra terá a sua superfície limpa, e não será pintado ou protegido por qualquer material que seja mal condutor de eletricidade.

Nos locais em que o cabo-terra estiver sujeito a danos físicos, será protegido por eletrodutos metálicos galvanizados. Quando os trechos protegidos excederem a 0,50m, o cabo estará eletricamente ligado a ambas as extremidades do eletroduto.

10.2.3.3 – Instalação de hastes de terra

As hastes de terra (eletrodos) serão do tipo extrudada "Copperweld" ou por deposição eletrolítica ("Cadweld") de diâmetro 3/4" e preferencialmente de 3,00m de comprimento, ou maiores, se necessário.

O eletrodo, sempre que possível, será enterrado até abaixo do nível permanente da umidade do solo, porém, a profundidade mínima será de 2,50m, independentemente do diâmetro ou do número de eletrodos de terra usados.

A extremidade superior do eletrodo será protegida por meio de uma manilha de barro, com tampa de concreto para facilitar a inspeção a qualquer tempo.

Quando a resistência de terra for superior ao valor recomendado, será adotado um dos seguintes meios para se obter a resistência mínima:

- Usar hastes de terra de maior comprimento; neste caso, as hastes de terra serão acopladas por meio de luvas ou por solda exotérmica do tipo "Cadweld" ou equivalente;
- Usar várias hastes de terra em paralelo com configuração preferencialmente alinhada; será observado que a distância mínima entre hastes é de 3,00m.
- Tratamento químico do solo; este método só será usado quando os métodos ora descritos não forem aplicáveis. O tratamento por substância química somente será feito após prévia autorização da Fiscalização.

10.2.3.4 – Ligações de aterramento

As ligações do cabo-terra aos eletrodos serão feitas somente por solda exotérmica do tipo "Cadweld" ou equivalente.

Não serão permitidas ligações enterradas ou embutidas, salvo indicação em contrário no projeto. Os pontos de conexões estarão perfeitamente limpos e livres de materiais estranhos.

As ligações de cabos a barras de distribuição de terra ou a equipamentos serão feitas com os materiais indicados no projeto.

Cópia não controlada quando impresso

Os cabos de interligação do sistema de aterramento à barra de terra dos quadros e desta aos equipamentos não terão emendas.

As plataformas de operação de equipamentos, tais como disjuntores, seccionadoras, caixas de controle e outros, serão aterrados juntamente com os mecanismos de operação destes equipamentos, por meio de cabo comum, não podendo, então, serem aterrados de maneira independente.

10.2.3.5 – Conexão por conectores

O tipo de conector usado será conforme o especificado no projeto.

Tanto os cabos quanto os conectores serão secos e limpos por meio de lixas ou escovas antes de serem ligados (usar lixa para madeira).

Grampos, conectores e terminais serão fixados em superfícies limpas e firmemente apertados por meio de parafusos. Não fixarão às superfícies pintadas ou oxidadas.

10.2.3.6 – Testes

Serão verificados no campo, os seguintes valores de resistência para o sistema de aterramento:

- A resistência máxima dos sistemas de terra não deverá exceder a 10 ohms, salvo onde for explicitamente mencionado valor diferente no projeto.
- No caso de aterramento individual de equipamentos, a resistência de terra não deverá exceder a 25 ohms.

A medida da resistência de terra será feita pelo método dos três eletrodos ou outro método adequado, aprovado pela Fiscalização.

10.2.4 – Cabos elétricos

Os cabos serão instalados conforme indicado no projeto.

Os cabos serão desenrolados e cortados nos lances necessários. Os comprimentos indicados nas listas de cabo serão previamente verificados, efetuando-se uma medida real do trajeto e não por escala no projeto.

O transporte dos lances e a sua colocação serão feitos sem arrastar os cabos a fim de não danificar a capa protetora. Serão observados os raios mínimos de curvatura permissíveis, conforme tabela a seguir.

Todos os cabos serão identificados em cada extremidade com um número de acordo com o diagrama do projeto. Os marcadores de fios serão construídos de material resistente ao ataque de óleos, de tipo braçadeira e com dimensões tais que eles não saiam do condutor quando este for retirado de seu ponto terminal, no caso de instalação em eletrodutos.

Os cabos terão as pontas vedadas para protegê-los contra a umidade durante a armazenagem e a instalação.

Todo cabo encontrado com danificação ou em desacordo com as normas e especificações será removido e substituído.

Todas as fiações serão feitas de maneira que formem uma aparência limpa e ordenada.

Serão deixados, em todos os pontos de ligações, comprimentos adequados de cabos para permitir as emendas que se tornarem necessárias.

Os cabos não serão dobrados com raios de curvatura inferiores aos recomendados na tabela a seguir:

Tabela 163 – tipos de cabos

Tipo de Cabo	Raio Mínimo de Dobramento em Múltiplo Diâmetro
Cabos de 600 ou 1000 V com Isolação Termoplástica para	8
Cabos de Controle com Isolação Termoplástica sem Blindagem e Armação	10

Cópia não controlada quando impresso

Tipo de Cabo	Raio Mínimo de Dobramento em Múltiplo Diâmetro
Cabos de 15 Kv com Blindagem ou Armação	12

Instalação de eletrodutos

Nenhum cabo será instalado até que a rede de eletrodutos esteja completa e todos os serviços de construção que os possam danificar estejam concluídos.

A fiação será instalada conforme indicado no projeto, onde cada cabo deverá ocupar o eletroduto particular a ele designado.

Antes da instalação dos cabos, será certificado que o interior dos eletrodutos não tenha rugosidade, rebarbas e substâncias abrasivas que possam prejudicar o cabo durante o puxamento.

Não serão permitidas emendas de cabo no interior dos eletrodutos sob hipótese alguma.

O lubrificante para a enfição, se necessário, será adequado à finalidade o ao tipo de cobertura dos cabos, ou seja, de acordo com as recomendações de seus fabricantes.

O puxamento será manual ou mecanizado, de acordo com as recomendações do fabricante dos cabos.

No puxamento manual, normalmente usado em trechos curtos, a tração manual média será da ordem de 15 a 20 kg/pessoa.

No puxamento mecânico, normalmente usado em trechos longos, a tensão máxima permissível será de 4 Kgf/mm.

Os cabos serão puxados com um passo lento e uniforme; trocas bruscas de velocidade de puxamento ou inícios e paradas serão evitadas.

Instalações aparentes, em bandejas e canaletas

Quando não instalada dentro de eletroduto, a conexão à caixa ou a aparelhos será feita através de prensa-cabos adequados à bitola do cabo. Serão rosqueados novamente todos os furos dos equipamentos que não combinarem com o diâmetro e rosca do prensa-cabo a ser conectado.

Estes prensa-cabos vedarão perfeitamente a entrada dos cabos e terão anel metálico interno onde será impressada a armadura (no caso de cabos armados), ligando as carcaças da armadura dos cabos à barra de terra do cubículo alimentado. Por este motivo, as superfícies junto aos furos de entrada das carcaças ou caixas serão cuidadosamente limpas a fim de proporcionar um bom contato elétrico.

Os cabos serão instalados de acordo com o indicado no projeto, evitando-se danificar sua capa protetora e obedecendo-se os raios mínimos de curvatura permissíveis.

Nas instalações aparentes, os cabos serão fixados por braçadeiras nas estruturas e nos suportes recomendados nos detalhes típicos do projeto. Em sua ausência será feita estrutura leve para esta finalidade, de tal maneira que não sejam danificados, nem obstruam a passagem em torno dos equipamentos e sem dificultar sua manutenção. As braçadeiras deverão abraçar os cabos de maneira uniforme e não poderão ter bordos cortantes que danifiquem as capas protetoras dos cabos.

Nas instalações em canaletas, antes da instalação, as mesmas serão limpas e estar livres de materiais estranhos e de asperezas que danifiquem a capa protetora dos cabos.

Nas instalações aéreas, os cabos serão suportados adequadamente a fim de não apresentarem flechas excessivas que os passam deformar.

Emendas dos cabos

As emendas serão mecânica e eletricamente tão resistentes quanto os cabos aos quais serão aplicadas.

Nas emendas não serão utilizadas soldas sob hipótese alguma, sendo efetuadas com conectores de pressão ou de compressão (aperto de bico). No caso de fios sólidos, até bitola de 4 mm, será utilizado processo prático de torção dos condutores.

Cópia não controlada quando impresso

Será necessário que os conectores preencham os seguintes requisitos:

- Ampla superfície de contato entre condutor e conector;
- Pressão de contato elevada;
- Capacidade de manter a pressão de contato permanentemente;
- Alta resistência mecânica;
- Metais compatíveis de forma a não provocar reação do par galvânico.

Os cabos blindados ou com armaduras terão suas emendas e isolações executadas rigorosamente de acordo com as instruções do fabricante; ressalta-se que as blindagens e armaduras manterão sua continuidade elétrica e aterradas em cada extremidade da emenda.

Isolação das Emendas

As emendas em condutores isolados serão recobertas por isolação equivalente, em propriedades de isolamento, àquelas dos próprios condutores.

As emendas serão limpas com solvente adequado e apenas após a secagem do mesmo, será aplicada a isolação, a qual será executada da seguinte forma:

- Para condutores com isolação termoplástica – fita adesiva termoplástica com espessura de duas vezes a da isolação original do condutor;
- Para condutores com isolação de borracha- fita de borracha com espessura de 1,5 vezes a da isolação original do condutor.

Os cabos com isolação termoplástica poderão ter suas emendas isoladas através de mufla termoplástica fundida no local.

Proteção das Emendas

No caso de condutores com capa protetora, sobre a isolação das emendas será aplicada uma proteção de acordo com as seguintes prescrições:

- Os condutores de capa externa de material termoplástico terão suas emendas protegidas por fita adesiva termoplástica aplicada com uma espessura igual à da capa original. Este procedimento será dispensado no caso de emendas executadas com mufla termoplástica fundida no local.
- Os condutores com isolação de borracha e capa externa de Neoprene terão suas emendas protegidas por fita de neoprene aplicada com uma espessura igual à da capa original. Após a confecção da proteção, esta será envolvida por fita anídrica e pintada com tinta para cabo (verniz impermeabilizante).

10.2.5 – Terminais para condutores

Baixa tensão

A terminação de condutores de baixa tensão será feita através de terminais de pressão ou compressão, com exceção dos condutores de 6 mm² ou menores que serão conectados diretamente aos bornes do equipamento.

A aplicação correta do terminal ao condutor será feita de modo a não deixar à mostra nenhum trecho de conduto nu, havendo, pois um faceamento da isolação do condutor com o terminal. Quando não conseguir esse resultado, os interstícios serão completados com fita isolante.

Quando forem empregados terminais de pressão, será feita sua seleção.

Média tensão

Os terminais serão de acordo com o especificado no projeto e na execução serão obedecidas as recomendações dos fabricantes.

No caso de terminais para uso interno, dar-se-á preferência para as terminações pré-moldadas.

Cópia não controlada quando impresso

Os cabos sem blindagem terão suas terminações executadas pela simples aplicação do terminal e selagem da extremidade de isolamento. Será prevista uma distância suficiente ao terra mais próximo para evitar-se a abertura de arcos.

Nos cabos com blindagem, os envoltórios são removidos das extremidades destes, de modo a deixar uma distância adequada contra a abertura de arcos entre o envoltório e o terminal. Além disto, o campo eletrostático concentrado na extremidade da blindagem será aliviado pela aplicação de um cone de deflexão à superfície exposta da isolamento. Estes serão obrigatórios para todos os cabos blindados, acima de 12kV e são formados com fitas de borracha para cabos de isolamento de borracha ou fitas adesivas à base de polietileno, para cabos termoplásticos.

10.2.6 – Testes para instalações

Luz

Serão feitos alguns testes, antes da instalação entregue à operação normal verificando:

- Se as ligações, nas caixas de derivação e nos pontos de luz, foram executadas de acordo com as normas;
- Se há continuidade nos circuitos;
- O isolamento da instalação por meio de um "Megger";
- A existência de eventuais pontos quentes nas caixas de conexões (derivação), quando a instalação entrar em serviço.

Força

O objetivo destes testes será o de verificar a integridade física dos cabos e a correta execução dos terminais.

Os testes serão feitos sobre cabos já instalados na obra e com terminais instalados e dispostos para o serviço.

Os cabos serão desligados dos equipamentos correspondentes e seus terminais, isolados da terra.

Para os cabos enterrados, os testes serão feitos uma vez instalados e antes de reaterrá-los. O tipo de teste a ser executado dependerá da situação da instalação e da obra em geral. Será escolhido qualquer um dos três testes a seguir.

1. Verificação da resistência de isolamento:

- As medidas de resistência de isolamento serão tomadas entre fases e entre fase contra "terra" (incluindo eletrodutos e carcaças metálicas) e se destinam a verificar, além da resistência de isolamento, a eventual presença de pontos à terra ou curto-circuito;
- Para cabos de tensões entre 250 Volts a 1000 Volts, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 25 MΩ a 100 MΩ, a ser verificada com megômetro de 500V;
- Para cabos de tensões entre 2501 V a 5000 V, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 1000 MΩ, a ser verificada com megômetro de 1000 V a 2500 V;
- Para cabos de tensões entre 2501 V a 15000 V, o valor mínimo permissível de resistência de isolamento será de 5000 MΩ, a ser verificada com megômetro de 1000 V a 10000 V.

2. Prova de tensão contínua:

- A tensão de prova será de três a cinco vezes a tensão nominal de isolamento, entre um condutor isolado qualquer e o Terra, em KV eficazes e frequência industrial;
- A tensão se aplicará para cabos com condutores individualmente blindados, entre os três condutores em paralelo e as blindagens à terra; e para cabos com blindagem comum, entre cada condutor e contra os outros dois à terra junto à blindagem;
- Antes de se aplicar tensão, o cabo será testado por meio de um megômetro;
- Se possível, será preferível conectar o polo positivo do aparelho de prova a terra, e o

Cópia não controlada quando impresso

negativo ao condutor ou condutores em prova. A duração da prova será de quinze minutos;

- Será indispensável, após a prova, descarregar o condutor através de um seccionador para aterrar, eventualmente ligado no aparelho de prova.

3. Prova de tensão alternada:

- A tensão de prova será duas vezes a tensão nominal;
- A tensão será aplicada para cabos condutores individualmente blindados, entre cada condutor e a respectiva blindagem a terra; e para cabos com blindagem comum, entre cada condutor e os outros dois a terra, junto à blindagem;
- Para esta prova será indispensável contar com aparelhos de prova com suficiente potência. A duração da prova será de cinco minutos.

Os testes, e particularmente os itens "b" e "c", serão feitos com prévia comunicação por escrito à Fiscalização da obra, com as precauções de segurança do caso (aviso ao pessoal, cercado das áreas de teste, colocação de letreiros de perigo, afastamento do pessoal alheio aos testes).

Todas as provas feitas serão anotadas nos protocolos de provas.

10.2.7 – Instalação de quadros elétricos de fornecimento pela SANEAGO

O desembarque e o transporte interno serão acompanhados por pessoal habilitado que providenciará a sua execução de forma adequada.

Após terem sido desembalados, serão inspecionados visualmente para verificar a ocorrência ou não de danos durante o transporte, ou desembarque. Caso seja constatado algum dano, este será comunicado à Fiscalização para as providências cabíveis.

Nota: Eventualmente, por conveniência da Contratante, os quadros serão autorizados e entregues com falta de alguns componentes. Tal fato, bem como danos que serão reparados na obra, não dispensará a correta fixação dos quadros em suas bases respectivas e interligados ao sistema. O fabricante completará a montagem ou reparará os danos na obra.

Os quadros serão fixados às suas bases conforme indicado nos desenhos do projeto e do fabricante.

Após a fixação, eles serão submetidos a um aperto geral de todos os parafusos e fixações.

Após o aperto, serão interligados entre si e aos equipamentos, conforme indicado nos mapas e bornes respectivos.

Posteriormente, serão testados individualmente quanto ao seu funcionamento integrado; para tanto, deve-se proceder da seguinte maneira:

- Inicialmente, energizar o circuito de comando e simular os comandos e defeitos, através do deslocamento das posições das boias, jampeamento de bomes e atuação dos comandos, de acordo com o previsto no projeto;
- Após verificar a isolação dos alimentadores e equipamentos acionados pelos quadros, energizar as suas entradas, devendo-se verificar os sentidos de rotação dos motores os quais, se possível, serão desacoplados das cargas e testados por um período de duas horas.

Enchimento de Muflas

Fazer instalação o enchimento de acordo com as instruções do fabricante.

10.2.8 – Pré-operação e testes de aceitação

Caberá à Contratada fornecer os serviços de pré-operação e testes conforme a seguir

10.2.8.1 – Pré-operação

Esta fase inicia-se somente após a conclusão de todos os trabalhos de construção e montagem, inclusive pintura. Compreenderão as operações de limpeza, testes preliminares dos equipamentos,

Cópia não controlada quando impresso

ajustes e verificação dos sistemas de proteção, calibração das seguranças e ajustes dos controles.

Ela destina-se essencialmente à verificação e correção de montagens dos equipamentos e ao preparo destes para os testes de aceitação. A condição final desta fase será a unidade completamente acabada e em perfeitas condições para submeter-se aos testes de aceitação. Nesta fase os operadores da Contratante apenas acompanharão os trabalhos que serão desenvolvidos pela Contratada e conduzidos por técnicos dos fabricantes de equipamentos.

10.2.8.2 – Testes de Aceitação

Este teste será realizado com a finalidade de verificar o funcionamento dos vários elementos do sistema, bem como as capacidades. Durante o teste será feita inspeção visual com o objetivo de observar o comportamento operacional dos vários equipamentos e instrumentos. Os instrumentos necessários à execução dos testes serão de responsabilidade da Contratada.

Os procedimentos de pré-operação e testes serão os especificados.

10.2.8.3 – Motores

Todos os motores terão seu sentido de rotação verificado e suas correntes, medidas garantindo-se que as correntes nominais não sejam ultrapassadas e que as fases sejam equilibradas. Serão medidos os isolamentos de todos os motores, sendo submetidos à secagem os que acusarem baixo isolamento.

Circuitos de controle e de comando:

Serão feitas as seguintes verificações:

- Da correta continuidade, dos circuitos de baixa tensão de controle e comando;
- Nas conexões em blocos terminais, fusíveis, botões liga-desliga (locais e no campo), chaves de comando, lâmpadas de sinalização, pressostatos, termostatos etc.;
- Comprovação da correta operação dos intertravamentos existentes entre os diversos equipamentos;
- Da correta identificação das chaves de alimentação dos equipamentos.

10.2.8.4 – Cabos de força e controle

- Medição de isolamento de todos os cabos de força e de controle;
- Verificação dos terminais e conexões;
- Identificação de fases nos terminais dos cabos de força em acordo com as fases do sistema principal de alimentação.

10.2.8.5 – Transformadores de corrente e potencial:

- Teste de relação,
- Teste de polaridade.

10.2.8.6 – Disjuntores:

- Aberturas e fechamento em posição de operação e de teste;
- Inspeção dos contatos principais quanto à pressão, superfície de contato elétrico, isolamento elétrica entre polos de uma mesma fase e entre fases;
- Inspeção da câmara de extinção;
- Medição de resistência dos contatos;
- Lubrificação de todas as partes móveis;
- Alinhamentos entre contatos;
- Determinação da tensão mínima ou pressão mínima de fechamento e abertura do disjuntor;
- Inspeção dos dispositivos principais de fechamento e abertura do disjuntor;
- Encaixe dos contatos do disjuntor nos terminais de saída e de entrada. Para disjuntores removíveis, verificação do correto funcionamento do carro o perfeito encaixe dos contatos móveis;

Cópia não controlada quando impresso

- Inspeção dos contatos auxiliares quanto à pressão, bom estado de conservação e conexão dos terminais;
- Para disjuntores com reles primárias, testes dos relés, verificando os pontos corretos de operação;
- Continuidade de todos os circuitos de ligamento e desligamento do disjuntor;
- Outros testes e verificações recomendados pela fabricante em acordo com o manual de instrução.

10.2.8.7 – Contactores de baixa tensão:

- Abertura e fechamento em posição de operação e de teste;
- Inspeção das câmaras de extinção;
- Inspeção dos contatos principais, quanto à boa superfície de contato, pressão e conservação e isolamento elétrico entre contatos e terra;
- Verificação dos encaixes primários e secundários. Se removíveis verificar o bom encaixo dos terminais primários e secundários e a boa movimentação dos carros;
- Exame da capacidade dos relés térmicos, fusíveis ou disjuntores quanto aos equipamentos protegidos;
- Determinação da tensão ou pressão mínima de fechamento e abertura dos contactores;
- Outros testes e verificações recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução;
- Lubrificação de todas as partes móveis.

10.2.8.8 – Barramento de baixa tensão:

- Inspeção das conexões e estado de isoladores, conexões entre barras na baixa tensão;
- Medição de isolamento entre fases e fase e terra;
- Identificação das fases das conexões entre barras.

10.2.8.9 – Relés:

- Isolamento entre contatos;
- Isolamento entre bobinas e terra;
- Inspeção dos elementos internos, inspeção das conexões quanto ao bom contato e correção, boa movimentação dos discos. Observação do bom estado das molas de amortecimentos e da boa fixação dos núcleos magnéticos;
- Teste de operação dos relés nos pontos indicados pelo fabricante;
- Teste de correta operação dos relés nos pontos de calibração indicados pela Contratada;
- Teste dos “circuitos indicadores de operação” dos relés;
- Verificação do estado de conservação dos contatos;
- Teste de todos os relés térmicos de proteção dos motores de alta e baixa tensão, no ponto de operação indicado pela Contratante;
- Verificação da correta conexão dos relés quanto à polaridade dos TC's de alimentação;
- Teste de continuidade nos circuitos de desligamento;
- Limpeza e condições das gaxetas de vedação das tampas;
- Teste do ajuste zero;
- Identificação dos relés quanto às fases que protegem;
- Outros testes e verificação recomendados pelo fabricante em acordo com o manual de instrução.

10.2.8.10 – Circuitos e instrumentos de medição

- Aferição dos amperímetros e voltímetros;
- Verificação das escalas em acordo com os TC's e TP's de alimentação;
- Verificação da correta conexão dos voltímetros, medidores de KV, fasímetros, em acordo com a polaridade dos TC's e TP's de alimentação;

Cópia não controlada quando impresso

- Verificação da correta conexão das chaves de transferência de amperímetro e voltímetro quanto aos circuitos abertos.
- Verificação do bom contato e da correta identificação da fase do sistema com a fase indicada na chave;
- Outros testes ou verificações recomendadas pela fabricante em acordo com a manual de Instrução.

10.2.8.11 – Sistema de alarme:

- Inspeção e verificação do correto funcionamento de todo o circuito de alarme da subestação, com teste individual de cada ponto;
- Inspeção no painel geral de alarme quanto à limpeza dos equipamentos ali contidos, conexões, etc.;
- Verificação da corrente de inscrição dos alarmes e identificação dos pontos de origem.

10.2.8.12 – Transformadores de força e luz:

- Inspeção das conexões do primário e secundário;
- Verificação dos taps de comutação quanto à ausência de atrito, boa superfície de contato, boas condições de manobra;
- Verificação da conexão de terra;
- Outros testes e verificações recomendados pela fabricante em acordo com o manual de instrução.

10.2.8.13 – Malha de terra da subestação:

- Medição da resistência de terra;
- Inspeção das conexões de terra em todos os painéis, carcaça de equipamentos, terminais de cabos e demais elementos metálicos.

10.2.8.14 – Circuitos de iluminação e instrumentação:

- Medição de isolamento dos cabos principais;
- Identificação clara dos circuitos de iluminação em acordo com os desenhos ;
- Identificação clara dos circuitos de alimentação dos instrumentos;
- Inspeção nos quadros de alimentação de luz o de instrumentos quanto à correta conexão e ao bom contato;
- Inspeção nos transformadores de luz e de instrumentos, identificação das fases primárias;
- Verificação da boa distribuição de cargas entre as fases e entre transformadores.

10.2.8.15 – Relações entre Contratante e Contratada

- Qualquer teste de equipamento ou procedimento que possa ter interferência nas instruções fora daqueles objetos das obras será acertado previamente entre a Fiscalização e a Contratada.
- Se for considerado pela Fiscalização como não satisfatório o resultado de um teste, ajuste, limpeza, lavagem etc., deverá a Contratada repeti-los, sem ônus para a Contratante.

10.2.8.16 – Teste de aceitação

Estes testes têm por objetivo a determinação da capacidade, eficiência, regulação e correção das demais condições operacionais dos vários equipamentos, e o confronto destes resultados com os valores e condições garantidos.