

LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Toda esta Norma foi alterada em relação à revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não seguí-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatária): Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 04

Construção Civil

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis para serviços de levantamento topográfico de áreas e faixas de domínio, e sua apresentação, bem como para serviços de apoio de campo para restituições aerofotogramétricas.

1.2 Esta Norma não se aplica a serviços de levantamento geodésico.

1.3 Esta Norma se aplica a serviços iniciados a partir da data de sua edição.

1.4 Esta Norma contém Requisitos Mandatórios e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

- PETROBRAS [N-381](#) - Execução de Desenho e Outros Documentos Técnicos em Geral;
- PETROBRAS [N-1041](#) - Cadastramento de Imóveis em Levantamento Topográfico - Cadastral;
- PETROBRAS [N-1811](#) - Instalação de Referência de Nível Profunda (RNP);
- PETROBRAS [N-2203](#) - Apresentação de Relatórios de Cruzamentos e Travessias de Dutos Terrestres;
- ABNT NBR 13133 - Execução de Levantamento Topográfico.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições da norma ABNT NBR 13133, complementadas pelos itens 3.1 a 3.25.

3.1 Altitude

Distância vertical ou diferença de nível referida à superfície média dos mares.

3.2 Convergência Meridiana

Relação entre os azimutes verdadeiro (referido ao norte verdadeiro) e de quadrícula (referido ao norte de quadrícula, que tem direção perpendicular ao equador nas plantas cartográficas).

3.3 Cota

Distância vertical ou diferença de nível referido a uma superfície de nível de referência, abaixo ou acima do nível dos mares.

3.4 “DATUM”

Ponto de referência primária, ao qual se relaciona a origem dos sistemas de coordenadas adotadas para determinado local, em relação ao geóide.

3.5 Declinação Magnética

Ângulo variável formado entre o meridiano magnético e o meridiano geográfico ou astronômico da Terra.

3.6 Diretriz

Linha de centro de uma faixa a ser levantada.

3.7 GPS (Sistema de Posicionamento Global)

Equipamento capaz de localizar as coordenadas de um ponto a partir das informações de ondas de rádio de uma rede de satélites em órbita da Terra.

3.8 Levantamento Topográfico

Execução de todas as operações necessárias para a representação, no papel, dos elementos do terreno, seu contorno, dimensões e posição relativa, tais como a medição de ângulos e distâncias, e a execução de cálculos e desenhos necessários à sua representação gráfica.

3.9 Nivelamento

Operação que visa a obtenção de perfis, distâncias verticais ou diferença de nível entre diversos pontos de uma diretriz, eixo, seção. Por ordem decrescente de precisão, o nivelamento pode ser: Geométrico, Trigonométrico, Taqueométrico e Barométrico.

3.10 Nivelamento Geométrico

Método de nivelamento que consiste em determinar um plano horizontal e suas interseções com uma série de verticais tiradas pelos pontos a nivelar e, em seguida, determinar as distâncias desses pontos a esse plano, denominado plano de referência.

3.11 Nivelamento Trigonométrico

Método de nivelamento baseado na distância entre dois pontos e no ângulo zenital, determinando-se a diferença de nível por resolução de triângulos.

3.12 Nivelamento Taqueométrico

Método de nivelamento em que a distância é obtida taqueometricamente e a diferença de nível do ponto visado é obtida pela visada do fio médio do retículo da luneta do teodolito sobre uma mira colocada verticalmente no ponto, cuja diferença de nível em relação à estação do teodolito é objeto de determinação.

3.13 Nivelamento Barométrico

Método de nivelamento expedito, mais apropriado para reconhecimento e exploração locada, em que as altitudes são determinadas com o emprego de barômetros.

3.14 Norte Magnético

Local na direção Norte-Sul, cujo sentido aponta para o polo magnético norte da Terra, ou seja é o sentido para onde aponta a agulha de uma bússola isenta da influência de atrito e atrações locais.

3.15 Norte Verdadeiro

Direção do polo geográfico norte da Terra.

3.16 Planialtimetria

Conjunto de operações de topografia em que se executa a altimetria e a planimetria simultaneamente.

3.17 Planimetria

Representação dos detalhes existentes na superfície, sobre um plano horizontal básico de referência, através da determinação de medidas lineares e angulares, obtendo-se os ângulos azimutais e as distâncias horizontais.

3.18 Poligonal de Apoio (PA)

Poligonal que tem por finalidade transportar coordenadas e altitudes das estações do apoio básico para os vértices de interesse da Poligonal Principal (PP).

3.19 Poligonal Principal (PP)

Poligonal que serve de apoio e controle planialtimétrico a todos os levantamentos a serem feitos na área ou faixa.

3.20 Poligonal Secundária (PS)

Poligonal que tem origem e fim em vértices da poligonal principal.

3.21 Restituição

Etapla do levantamento topográfico que consiste em representar uma área ou faixa em planialtimetria, em escala uniforme, utilizando métodos fotogramétricos ou levantamento direto do campo.

3.22 SIRGAS (Sistema de Referência Geodésica para a América do Sul)

“DATUM” ligado ao ITRF – “I (International Rotation Earth Service) Terrestrial Reference Frame”, realização de 1994, calculado à época 1995. É praticamente coincidente com o WGS-84 – “World Geodetic System” 1984, atualmente vinculado ao ITRF, realização 1996.

3.23 Taqueometria (Estadimetria)

Método de levantamento de pontos do terreno pela resolução de triângulos retângulos, dando origem a plantas cotadas e com curvas de nível, ditas planialtimétricas.

3.24 Topobatimetria

Determinação do relevo do fundo de uma área fluvial, lacustre ou marítima.

3.25 Topografia

Ciência aplicada, baseada na geometria e trigonometria, que tem por objetivo representar ortogonalmente, sobre uma superfície plana, uma porção limitada da superfície terrestre com todos os seus acidentes naturais e artificiais, por meio da medida de três elementos do espaço, como duas distâncias e uma elevação ou uma distância, uma direção e uma elevação. Um trabalho topográfico compreende três etapas, a saber: Topometria (parte matemática), Topologia (parte interpretativa do relevo) e Desenho Topográfico (parte gráfica).

4 CONDIÇÕES GERAIS

Devem ser consideradas as condições gerais contidas na norma ABNT NBR 13133 e mais as seguintes:

4.1 Procedimento de Execução

O procedimento de execução de levantamento topográfico deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) objetivo: definição da finalidade básica do levantamento;
- b) normas e documentos aplicáveis;
- c) definições;
- d) equipamentos utilizados;
- e) definição de rede de apoio básico;
- f) referências (tipo e utilização);
- g) tolerâncias;
- h) descrição dos serviços;
- i) apresentação dos serviços;
- j) requisitos de segurança, saúde ocupacional e meio ambiente;
- k) equipe técnica envolvida na execução dos serviços.

4.2 Equipamento

4.2.1 Todos os aparelhos de medição devem estar em perfeito estado, ser calibrados e aferidos periodicamente, e ter precisão compatível com as tolerâncias estabelecidas.

4.2.2 Além dos equipamentos indicados no capítulo 4 da norma ABNT NBR 13133, inclui-se o GPS como equipamento básico de localização de coordenadas planimétricas e altimétricas.

4.2.3 O certificado de aferição/calibração dos aparelhos, tem validade de no máximo 6 meses a partir da data de sua emissão.

4.3 Apoio Básico

4.3.1 O levantamento topográfico deve referir-se ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) no “DATUM” horizontal SAD 69 (Vértice Chuá - MG) e “DATUM” vertical de Imbituba -SC, existentes próximos às áreas e ao longo das faixas. Sempre que possível, os vértices de origem devem estar vinculados à rede SIRGAS.

4.3.2 A critério da PETROBRAS pode ser adotado um outro “DATUM”, e os parâmetros de transformação para este “DATUM” são definidos pela PETROBRAS.

4.3.3 Todas as estações do apoio básico horizontal e vertical selecionadas devem ser previamente verificadas “in loco” e junto aos respectivos órgãos, e monumentalizadas e descritas por monografias que contenham, no mínimo, as informações descritas no item 4.4.1.3.

4.3.4 As coordenadas e as altitudes devem ser transportadas até as áreas e faixas através de poligonais de apoio com precisão igual ou maior que a definida pelo projeto para a Poligonal Principal (PP).

4.4 Referências

4.4.1 Marcos Topográficos

Devem ser instalados, em pontos escolhidos pela PETROBRAS, no mínimo dois marcos topográficos que permitam visadas recíprocas e atendam aos limites de tolerância estabelecidos no item 4.9.

4.4.1.1 Assentamento dos Marcos

No assentamento dos marcos deve-se atentar para suas condições de fundação, de modo a impedir qualquer deslocamento.

4.4.1.2 Localização dos Marcos

Os marcos devem ser implantados em locais acessíveis e seguros quanto à sua preservação. Todos os vértices da Poligonal Principal (PP) coincidentes com vértices da Poligonal Secundária (PS), extremidades de faixas e qualquer outro ponto de interesse para referência planimétrica e altimétrica, devem ser materializados através de marcos topográficos.

4.4.1.3 Identificação dos Marcos

Todos os marcos topográficos devem ser identificados por numeração em baixo relevo e registrados em monografias contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) altitude e coordenadas nos sistemas UTM e geográfico;
- b) croquis de localização e descrição do acesso;
- c) data de implantação e executante.

4.4.1.4 Tipos de Marcos

Os marcos topográficos, dependendo do fim a que se destinam, podem ser de um dos seguintes tipos:

- a) Marcos Tipo “A” (40 kg) - conforme FIGURA A-1 do ANEXO A desta Norma;
- b) Marcos Tipo “B” (750 kg) - conforme FIGURA A-2 do ANEXO A desta Norma;
- c) Marcos Tipo “C” (200 kg) - conforme FIGURA A-3 do ANEXO A desta Norma;
- d) Marcos Tipo “D” - pinos de aço inox, cravados em estruturas de concreto;



- e) Marcos de referência de nível profunda (RNP) - conforme a norma PETROBRAS [N-1811](#).

4.4.1.5 Utilização dos Marcos

- a) Marcos Tipo “A” - devem, em princípio, ser utilizados em áreas, na etapa do projeto básico e em faixas, nas etapas de estudo do traçado básico e implantação do traçado definitivo;
- b) Marcos Tipo “B” - devem, em princípio, ser utilizados na etapa de implantação do projeto definitivo das áreas ou extremidades e derivações de faixas;
- c) Marcos Tipo “C” - devem ser pré-moldados e são uma opção ao tipo “B”, mais leve, para locais de difícil acesso;
- d) Marcos de referência de nível profunda (RNP) - devem ser utilizados em locais sujeitos a recalques, de modo a garantir a confiabilidade da referência, onde a instalação de outros tipos de marcos não é recomendada.

4.4.1.6 Preservação de Marcos Topográficos Implantados nas Faixas ou Áreas Externas

Os marcos topográficos tipos A, B e C que forem implantados nas faixas ou áreas externas aos terminais ou estações podem ser enterrados a 20 cm abaixo do nível do terreno, com a colocação de 3 mourões de concreto para sinalização (Ver FIGURA A-4 do ANEXO A).
[Prática Recomendada]

4.4.2 Piquetes

Os pontos de inflexão horizontal e vertical (PI), auxiliares de estação, de detalhe, devem ser materializados no terreno por piquetes de madeira de lei, medindo 3,0 cm x 3,0 cm de seção, com 25 cm de comprimento mínimo, terminado em ponta na extremidade a ser cravada no terreno. A critério da PETROBRAS os piquetes podem ser identificados através de chapa metálica gravada e fixada em seu topo, ou tinta.

4.4.3 Estaca Testemunha

Junto a cada piquete e a cada estaca de estaqueamento progressivo, deve ser cravada uma estaca testemunha medindo cerca de 3,0 cm x 1,5 cm de seção com 50 cm de comprimento e com identificação feita à tinta.

4.5 Serviços Complementares

A critério da PETROBRAS, devem constar do levantamento topográfico, outros serviços complementares de campo, tais como prospecções geotécnicas, classificação de solos, classificação de locações, medição de resistividade do solo, estudos hidrológicos, a indicação dos locais desses serviços, tabelas de resultados, documentos e relatórios de referência.

4.6 Poligonais Principais (PP)

4.6.1 A Poligonal Principal (PP) deve ser amarrada aos vértices do apoio básico (ver item 4.3), no sistema UTM, mediante o transporte de coordenadas “N” e “E” e altitudes através de Poligonais de Apoio (PA).

4.6.2 A execução dos serviços de levantamento topográfico da Poligonal Principal (PP) e da Poligonal de Apoio (PA) deve ser realizada com aparelhos eletrônicos de precisão angular 5”, prumo laser, leitura angular 1”, aumento da objetiva 30x, precisão linear de 5 mm+5 ppm, e com sistema de aquisição de dados com memória para 3 000 medições ou coordenadas.

4.6.3 Os vértices da Poligonal Principal (PP) coincidentes com os vértices da Poligonal Secundária (PS) (item 4.7) devem estar referidos ao sistema UTM e topográfico local.

4.6.4 Os vértices da Poligonal Principal (PP) devem ser intervisíveis, permitindo medições eletrônicas de vértice a vértice, sem outras operações intermediárias.

4.7 Poligonais Secundárias (PS)

4.7.1 Devidamente amarradas aos vértices do apoio básico ou das Poligonais Principais (PP), devem ser implantadas as Poligonais Secundárias (PS), em número suficiente à obtenção de todos os detalhes necessários.

4.7.2 A Poligonal Secundária (PS) deve ser implantada com um sistema de coordenadas topográficas local “X” e “Y”, com origem no sistema UTM.

4.8 Distâncias e Ângulos

4.8.1 Medições Lineares

As medições lineares de até 120 m podem ser determinadas com trena de aço. Para visadas maiores que 120 m, deve ser empregado distanciômetro eletrônico, ou estação total, respeitando-se, independentemente do método empregado, o alcance do aparelho utilizado e o nível de precisão adotado.

4.8.2 Medições Angulares

Os ângulos horizontais e verticais devem ser medidos com teodolitos eletrônicos, ou estação total, que permitam leitura direta até 1 segundo.

4.8.3 Altimetria

O levantamento altimétrico dos vértices das poligonais deve ser feito mediante a execução de nivelamento e contranivelamento geométrico, estadimétrico ou trigonométrico.

4.9 Tolerâncias

4.9.1 Levantamentos Topográficos em Áreas ou Faixas Destinados à Implantação do Projeto Definitivo

- a) fechamento linear - o erro relativo máximo admissível para o fechamento linear da Poligonal Principal (PP) das áreas deve ser de 1/10.000;
- b) fechamento linear de faixas - o erro relativo máximo admissível para o fechamento linear de poligonais das faixas deve ser de 1/15.000;
- c) fechamento angular - o erro máximo admissível para o fechamento angular de poligonais deve ser de $30''\sqrt{N}$ - (30 segundos vezes a raiz quadrada de N) sendo "N" o número de vértices da poligonal;
- d) fechamento altimétrico - o erro máximo admissível para o nivelamento geométrico de poligonais deve ser de $10\text{ mm}\sqrt{L}$ (10 milímetros vezes a raiz quadrada de L) sendo "L" o número de quilômetros da poligonal;

4.9.2 Levantamento Topográfico de Variantes

Para variantes de faixas do projeto definitivo deve-se observar as tolerâncias do item 4.9.1 alínea c) para o fechamento angular.

4.9.3 Verificação do Erro de Fechamento

Todas as operações devem ter o erro de fechamento verificado. Caso o erro admissível seja ultrapassado, devem ser realizadas todas as operações necessárias para adequá-lo ao disposto nos itens 4.9.1 e 4.9.2.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Devem ser consideradas as condições específicas contidas na norma ABNT NBR 13133 e mais as seguintes:

5.1 Levantamento Topográfico de Áreas

5.1.1 Locação

O levantamento planialtimétrico de áreas deve ser executado observando-se a seguinte metodologia: