

**INSTRUÇÃO TÉCNICA
DE
SERVIÇOS DE INFRAESTRUTURA**

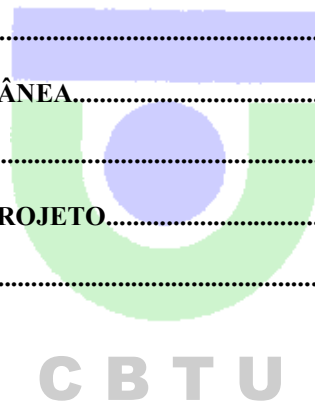
**ELABORAÇÃO DE PROJETO
DE DRENAGEM
E
OBRAS-DE-ARTE CORRENTES**

IT - 46 / CBTU

REV. 03

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		1/44	IT – 46/ CBTU

ÍNDICE	PÁG.
1. OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO.....	02
2. NORMALIZAÇÃO COMPLEMENTAR.....	02
3. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	02
4. DRENAGEM SUPERFICIAL.....	03
5. BUEIROS.....	14
6. DRENAGEM SUBTERRÂNEA.....	20
7. ESPECIFICAÇÕES.....	24
8. APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	25
9. ANEXOS.....	27



C B T U

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		2/44	IT – 46/ CBTU

1 - OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente Instrução tem por objetivo estabelecer os procedimentos e rotinas para a elaboração do Projeto de Drenagem e de Obras-de-Arte Correntes, quanto ao seu dimensionamento hidráulico e se aplica aos empreendimentos a cargo da CBTU.

2 - NORMALIZAÇÃO COMPLEMENTAR

2.1 - Complementam esta Instrução os seguintes documentos :

- IT-11/CBTU - Instrução para Execução de Estudos Hidrológicos
- IT-36/CBTU - Instrução para Elaboração de Projeto de Terraplenagem
- IT-37/CBTU - Instrução para Elaboração de Projeto de Obras de Terra e Contenções e demais Instruções Técnicas da CBTU vinculadas às acima relacionadas

3 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

3.1 - O projeto deverá ser elaborado em compatibilidade com os dados , plantas e desenhos preparados e considerados no desenvolvimento das etapas correspondentes nos demais estudos e projetos (topográficos, geológico-geotécnicos, hidrológicos, geométrico, terraplenagem, obras de terra e contenções etc.).

3.2 - Deverá ser elaborado em duas etapas, a saber :

- Projeto Básico
- Projeto de Execução

3.3 - Na fase do Projeto Básico deverão ser desenvolvidas as soluções preliminares e conceituais do sistema global de drenagem , bem como avaliação das mesmas no que diz respeito a custos de construção e adequabilidade aos locais de implantação.

3.4 - O Projeto de Execução será elaborado a partir do Projeto Básico , após apreciação e aprovação deste pela CBTU e compreenderá a otimização, complementação e detalhamento das soluções propostas, bem como o fornecimento de todas as informações e especificações necessárias à perfeita execução das obras.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		3/44	IT – 46/ CBTU

- 3.5 - Além das diretrizes aqui estabelecidas, todas as informações topográficas e geotécnicas peculiares a cada obra, deverão ser devidamente consideradas de modo a se obter soluções perfeitamente adequadas às condições locais.
- 3.6 - Os sistemas a serem conectados com os dispositivos já existentes na região, deverão ser projetados de forma compatível com as condições de urbanização periférica observadas. Nesta compatibilização deverão ser obedecidos as Normas e Regulamentos para obras de canalização, adotadas pelos Órgãos da Administração Pública aos quais estejam afetos tais sistemas.
- 3.7 - Especial atenção deverá ser dada também aos projetos destinados aos locais em que estejam previstos expansões de núcleos habitacionais e/ou sistemas viários nas áreas adjacentes à faixa ferroviária, devendo para tanto serem consultados os Órgãos da Administração Pública locais sobre os planos e programas existentes para aquelas áreas.
- 3.8 - Para o dimensionamento hidráulico dos dispositivos a serem projetados deverão ser adotadas as descargas de projeto calculadas de acordo com a "Instrução para Execução de Estudos Hidrológicos (IT-11/CBTU)".
- 3.9 - Os procedimentos recomendados nesta Instrução, não incluem critérios de cálculo e dimensionamento de estruturas e fundações, para as quais deverão ser adotadas rotinas específicas.
- 3.10 - Para situações particulares de implantação em que se torne inexequível ou inadequada a observância integral dos procedimentos e rotinas estabelecidos nesta Instrução, deverão ser estudadas pelo projetista e apresentadas para apreciação da CBTU, soluções alternativas devidamente justificadas.

4 - DRENAGEM SUPERFICIAL

O sistema de drenagem superficial constitui-se no conjunto de dispositivos que visam interceptar, captar e escoar os deflúvios que afluem à plataforma ferroviária, conduzindo-os a pontos de lançamento adequados, de forma a proteger os maciços e a própria plataforma dos efeitos destrutivos da erosão.

O sistema de drenagem superficial é composto, basicamente, dos seguintes dispositivos :

- Valetas de plataforma de corte;

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		4/44	IT – 46/ CBTU

- . Valetas de plataforma de aterro;
- . Valetas de berma;
- . Valetas de proteção;
- . Descidas d'água;
- . Dissipadores de energia;
- . Caixas.

4.1 - Valetas de Plataforma de Corte

4.1.1 - Constituem-se estas valetas em canalizações executadas no pé dos cortes junto à plataforma ferroviária, capazes de coletar os deflúvios originados pela precipitação sobre estes cortes e sobre o leito da ferrovia, protegendo-os da formação de sulcos erosivos que favorecem tanto o descalçamento do lastro como a instabilidade do talude.

4.1.2 - O dimensionamento deste tipo de obra deverá ser efetuado através da utilização da fórmula de Manning associada à Equação da Continuidade, de forma a assegurar que a descarga máxima admissível seja compatível com a descarga de projeto calculada nos estudos hidrológicos.

4.1.3 - Este dimensionamento permite, desta forma, a definição do comprimento crítico, que é o maior segmento de valeta para a declividade projetada, em que o escoamento se dá sem transbordamento da seção de vazão.

4.1.4 - Deverão ser adotados os projetos - tipo padronizados pela CBTU (Anexo X) o que entretanto, não impede a utilização de outros tipos que se façam necessários por condições particulares de implantação, desde que devidamente justificados pelo projetista.

4.1.5 - As características básicas das valetas-tipo padronizadas, são :

- . largura da base (L) - 0,40m (mínimo);
- . largura da boca (a) - 1,00m (máximo);
- . declividade mínima (I) - 0,25%;
- . inclinação das paredes - compreendida entre a vertical e o talude 1:1

4.1.6 - Quando por suas dimensões, a valeta tiver sua parede interna muito próxima ao pé do sub-lastro ou lastro, deverá ser previsto acréscimo de

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		5/44	IT – 46/ CBTU

sua altura e introdução de barbacãs, de modo a garantir a contenção daqueles materiais.

4.1.7 - A declividade das valetas deverá ser, em princípio, a mesma do greide, de forma a se assegurar uma profundidade constante.

4.1.8 - Quando por imposições do Projeto Geométrico o corte apresentar declividade longitudinal inferior a 0,25% , a valeta deverá ser de seção retangular com altura variável, assegurando-se ao fundo a mesma declividade mínima de 0,25% , o que implica no seu aprofundamento em relação à evolução do greide.

4.1.9 - As saídas das valetas poderão ser em terreno natural , em caixas coletoras, em outras valetas ou outros dispositivos que se tornem necessários.

4.1.10 - Nos casos em que as valetas deságüem em terreno natural deverão ser previstos dispositivos de dissipação de energia , de forma a minimizar o efeito erosivo do fluxo d'água concentrado.

4.1.11 - Os resultados obtidos para cada uma das obras projetadas, deverão ser apresentados para apreciação sob a forma de quadros (Anexo I), tabelas, ábacos, nomogramas etc., juntamente com as memórias de cálculo efetuadas.

4.2 - Valetas de Plataforma de Aterro

4.2.1 - Valetas de plataforma de aterro são dispositivos de drenagem construídos nas bordas da plataforma junto às cristas dos aterros, com a finalidade de escoar as águas precipitadas sobre a plataforma, direcionando-as para locais de deságüe apropriados e impedindo desta forma sua ação erosiva sobre a saia dos aterros.

4.2.2 - Recomenda-se a utilização deste tipo de valeta nos seguintes locais :

- curvas verticais côncavas;
- aterros altos;
- aterros a meia encosta;
- aterros facilmente erodíveis;
- etc.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		6/44	IT – 46/ CBTU

4.2.3 - Os procedimentos de cálculo para o dimensionamento deste tipo de obra, serão os mesmos já estabelecidos para o caso das valetas de plataforma de corte, respeitando-se entretanto, as diferentes contribuições e condições de aplicação.

4.2.4 - Qualquer que seja a ferrovia e a seção transversal tipo adotada, estas valetas deverão ser dimensionadas de forma a não exigirem larguras adicionais de terraplenagem, restringindo-se tão somente a disponibilidade existente na plataforma.

4.2.5 - Deverão ser adotados os projetos-tipo padronizados pela CBTU (Anexo X) o que entretanto, não impede a utilização de outros tipos que se façam necessários por condições particulares de implantação, desde que devidamente justificados pelo projetista.

4.2.6 - As características básicas das valetas-tipo padronizadas , são :

- largura da base (L) - 0,40m (mínimo);
- largura da boca (a) - 1,00m (máximo);
- declividade mínima (I) - 0,25%;
- inclinação das paredes - compreendida entre a vertical e o talude 1:1

4.2.7 - Quando por suas dimensões, a valeta tiver sua parede interna muito próxima ao pé do sub-lastro ou lastro, deverão ser previstos acréscimo de sua altura e introdução de barbacãs , de modo a garantir a contenção daqueles materiais.

4.2.8 - A declividade das valetas deverá ser, em principio, a mesma do greide, de forma a se assegurar uma profundidade constante.

4.2.9 - Quando por imposição do Projeto Geométrico o aterro apresentar declividade longitudinal inferior a 0,25% (casos de concordâncias verticais côncavas por exemplo) a valeta deverá ser de seção retangular com altura variável, assegurando-se ao fundo a mesma declividade mínima de 0,25%, o que implica no seu aprofundamento em relação à evolução do greide.

4.2.10 - Sempre que atingida a capacidade máxima de escoamento da valeta, um ponto baixo do greide ou situação de concordância de declividades em que a inclinação de jusante seja inferior a de montante, deverá ser previsto o deságüe da valeta através de descida d'água ou outro dispositivo de transferência.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		7/44	IT – 46/ CBTU

4.2.11- Deverão ser previstos dispositivos de dissipação de energia em todos os deságües em terreno natural, de forma a minimizar o efeito erosivo do fluxo d'água concentrado.

4.2.12- Os resultados obtidos para cada uma das obras projetadas , deverão ser apresentados para apreciação sob a forma de quadros (Anexo I), tabelas, ábacos, nomogramas etc., juntamente com as memórias de cálculo efetuadas.

4.3 - Valeta de Berma

4.3.1 - Para todas as bermas, resultantes do terraceamento dos taludes de corte ou aterro, deverão ser projetadas valetas para drenagem das mesmas, de forma a proteger contra riscos de erosão, tanto a banquetta como os taludes de jusante.

4.3.2 - Os procedimentos de cálculo para o dimensionamento deste tipo de obra, serão os mesmos já estabelecidos para o caso das valetas de plataforma, respeitando-se entretanto , as diferentes contribuições e condições de aplicação.

4.3.3 - Deverão ser adotados os projetos-tipo padronizados pela CBTU (Anexo X), o que entretanto, não impede a utilização de outros tipos que se façam necessários por condições particulares de implantação, desde que devidamente justificados pelo projetista.

4.3.4 - As características básicas das valetas-tipo padronizadas, são:

- largura da base (L) - 0,40m (mínimo);
- largura da boca (a) - 1,00m (máximo);
- declividade mínima (I) - 0,25%;
- inclinação das paredes - compreendida entre a vertical e o talude 1:1

4.3.5 - Qualquer que seja a seção adotada, a valeta deverá ser projetada no eixo da berma.

4.3.6 - A declividade longitudinal das valetas deverá ser, em princípio, a mesma do greide projetado para a berma, de forma a se assegurar uma profundidade constante.

4.3.7 - Nos casos em que a declividade da berma for inferior a 0,25% , a valeta deverá ser de seção retangular com altura variável, assegurando-se ao

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		8/44	IT – 46/ CBTU

fundo a mesma declividade de 0,25% , o que implica no seu aprofundamento em relação à evolução da inclinação da berma.

4.3.8 - O esgotamento destas valetas deverá ser feito , preferencialmente, através das valetas de proteção de corte ou aterro.

4.3.9 - Caso seja atingida a capacidade máxima de escoamento da valeta, um ponto baixo do greide ou situação de concordância de declividades em que a inclinação de jusante seja inferior a de montante, deverá ser previsto o deságüe da valeta através de descida d'água ou outro dispositivo de transferência.

4.3.10- Deverão ser previstos dispositivos de dissipação de energia em todos os deságües em terreno natural, de forma a minimizar o efeito erosivo do fluxo d'água concentrado.

4.3.11- Os resultados obtidos para cada uma das obras projetadas , deverão ser apresentados para apreciação sob a forma de quadros (Anexo II), tabelas, ábacos, nomogramas etc., juntamente com as memórias de cálculo efetuadas.

4.4 - Valetas de Proteção

4.4.1 - Nas cristas dos cortes e nos pés de aterros , que por condições de escoamento superficial venham a ter seus taludes passíveis de efeitos erosivos, deverão ser projetadas valetas de proteção que receberão os deflúvios e os encaminharão para pontos de deságüe convenientemente escolhidos.

4.4.2 - Os procedimentos de cálculo para o dimensionamento deste tipo de obra, serão os mesmos já estabelecidos para as três valetas anteriormente apresentadas, respeitando-se entretanto, as diferentes contribuições e condições de aplicação.

4.4.3 - Deverão ser adotados os projetos-tipo padronizados pela CBTU (Anexo XI), o que entretanto, não impede a utilização de outros tipos que se façam necessários por condições particulares de implantação, desde que devidamente justificados pelo projetista.

4.4.4 - As características básicas das valetas-tipo padronizadas , são :

- largura da base (L) - 0,40m (mínimo);
- altura útil (H) - 0,30m (mínimo);

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		9/44	IT – 46/ CBTU

- inclinação das paredes - compreendida entre a vertical e o talude 1:1;
- declividade mínima (I) - 0,25%;
- declividade máxima - inferior a que acarreta, para a descarga afluente, erosão do material de revestimento da valeta.

4.4.5 - O alinhamento das valetas deverá acompanhar a linha dos "off-sets" dos cortes ou aterros, mantendo um afastamento mínimo de 1,00m.

4.4.6 - As valetas deverão ser projetadas com declividade adaptada ao terreno natural, utilizando-se segmentos contínuos e segmentos em degrau, de tal forma que a velocidade máxima de escoamento não supere a velocidade de erosão do material de revestimento da valeta (grama , material betuminoso, concreto etc.).

4.4.7 - Os valores máximos aceitos para a velocidade de escoamento são :

- valetas revestidas de grama ----- 1,50 m/s ;
- valetas revestidas de material betuminoso ---- 2,00 m/s ;
- valetas revestidas de concreto ----- 4,50 m/s

4.4.8 - Sempre que o terreno for suscetível aos efeitos de erosão, necessariamente as valetas deverão ser projetadas com revestimento de concreto.

4.4.9 - As seções de vazão adotadas deverão ser suficientes para atender trechos significativos, de modo a se evitar mudanças constantes da seção-tipo num mesmo segmento de valeta .

4.4.10 - Para todos os segmentos onde sejam necessários este tipo de dispositivo, deverá ser avaliada a continuidade do fluxo coletado, de forma a evitar que a implantação da valeta possa acarretar riscos de erosão.

4.4.11 - A implantação destas valetas será feita através de escavação no terreno natural, observando-se as recomendações indicadas nos projetos-tipo (Anexo XI).

4.4.12 - Nos pontos de recepção da contribuição oriunda de outras valetas ou de outros dispositivos de drenagem, a valeta de proteção deverá dispor de dissipadores de energia e/ou conexões adequadas.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		10/44	IT – 46/ CBTU

4.4.13 - Dissipadores de energia deverão também ser previstos para os pontos de deságüe sobre terreno natural, de forma a minimizar o efeito erosivo do fluxo d'água concentrado.

4.4.14 - Para o caso específico de cortes em rocha, suas cristas deverão ser protegidas através de mureta-tipo de concreto moldada "in loco" (Anexo XI), que coletará e encaminhará os deflúvios superficiais para as valetas de proteção implantadas nos trechos em solo.

4.4.15 - Na transição corte em rocha-corte em solo, deverá ser prevista conexão adequada da mureta com a valeta de proteção de modo a garantir a continuidade do fluxo , efetuando-se neste ponto, se necessário, esgotamento através da implantação de descida d'água.

4.4.16 - Os resultados obtidos para cada uma das obras projetadas, deverão ser apresentados para apreciação sob a forma de quadros (Anexos III e IV), tabelas, ábacos, nomogramas etc, juntamente com as memórias de cálculo efetuadas.

4.5 - Descidas d'água

4.5.1 - Serão indicadas descidas d'água para todos os pontos baixos que possam surgir ao longo do desenvolvimento de valetas de proteção , bem como para todos os talweges secundários interceptados por cortes cujas condições topográficas não permitam o esgotamento através daquelas valetas.

4.5.2 - No caso de talweges secundários interceptados por cortes e cujas áreas de contribuição indiquem a formação de caudais significativos, deverão ser previstas descidas d'água de modo a transferir estes deflúvios diretamente para bueiros de greide, valetas de plataforma ou outros dispositivos particulares.

4.5.3 - Descidas d'águas deverão ser previstas também nas saias dos aterros ou taludes de corte, quando as valetas de berma e/ou aterro tiverem atingido o seu comprimento crítico ou quando ocorrer nas mesmas um ponto baixo do greide ou situação de concordância de declividades em que a inclinação de jusante seja inferior a de montante.

4.5.4 - Em aterros que confinem com encontros de pontes ou viadutos, cujo greide favoreça a condução dos deflúvios superficiais da plataforma para a obra-de-arte especial, deverão ser previstas descidas d'água

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		11/44	IT – 46/ CBTU

sobre a saia do aterro, de forma a evitar o escoamento pela própria OAE.

4.5.5 - As descidas d'água para descarga de valetas, serão de forma retangular, de acordo com os projetos-tipo padronizados pela CBTU (Anexos XII e XIII).

4.5.6 - Implantação de descidas d'água em situações particulares diferentes das aqui previstas, tais como saída de bueiros na saia de aterros, deságüe de bueiros sobre terrenos facilmente erodíveis etc, deverão ser alvo de projetos específicos, devidamente justificados pelo projetista.

4.5.7- Os resultados obtidos para cada uma das obras projetadas, deverão ser apresentados para apreciação sob a forma de quadros (Anexo V), tabelas, desenhos etc, juntamente com as memórias de cálculo efetuadas.

4.6 - Dissipadores de energia

4.6.1 - Dissipadores de energia são dispositivos destinados a minimizar o efeito erosivo do fluxo de água concentrado sobre um único ponto.

4.6.2 - Deverão ser previstos ao pé de descidas d'água, ao final de valetas ou de qualquer outro dispositivo que venha a desaguar diretamente sobre terreno natural , que por suas características seja passível de erosão

4.6.3 - Da mesma forma, nas saídas de bueiros com elevada declividade ou quando estas saídas se derem em terreno natural facilmente erodível, deverão ser previstos dissipadores de energia.

4.6.4 - Os dissipadores de energia a serem empregados, deverão ser os mais econômicos possíveis, sem perda entretanto da eficiência e segurança que devem oferecer.

4.6.5 - Os tipos básicos a serem adotados são :

- com obstáculos de concreto;
- com chicanas ;
- com pedra-de-mão argamassada;
- com enrocamento;

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		12/44	IT – 46/ CBTU

4.7 - Caixas

4.7.1 - As caixas a serem projetadas e que por sua finalidade se incluem os dispositivos de drenagem superficial, são basicamente :

- . caixas coletoras;
- . caixas de inspeção;
- . caixas de passagem.

4.7.2 - Caixas coletoras deverão ser utilizadas com as seguintes finalidades :

- . coletar águas conduzidas por valetas de plataforma ou galerias a serem esgotadas por bueiros de greide;
- . coletar águas provenientes de descidas d'água situadas nos taludes dos cortes;
- . coletar águas provenientes de pequenos talwegues a montante de bueiros de transposição, cujas condições de implantação não permitem a execução das bocas normalmente utilizadas neste tipo de obra;
- . coletar as águas superficiais nos sistemas de escoamento concebidos para a drenagem de grandes áreas (caso de pátios por exemplo);
- . etc.

4.7.3 - Caixas de inspeção se destinam a facilitar os serviços de manutenção e limpeza, e deverão ser previstas nas seguintes situações :

- . segmentos de canalização muito longos;
- . pontos de conexão de bueiros ou galerias da plataforma ferroviária; com sistemas locais, para recebimento ou deságüe de deflúvios;
- . etc.

4.7.4 - Caixas de passagem deverão ser projetadas em canalizações onde ocorram:

- . mudança de direção;
- . mudança de declividade;
- . mudança de seção transversal;
- . interseção de duas ou mais linhas de bueiros ou galerias;
- . etc.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		13/44	IT – 46/ CBTU

- 4.7.5 - O projeto das caixas deverá ser desenvolvido para o atendimento das condições específicas a que se destinam, respeitando-se entretanto, as dimensões internas mínimas de 0,70 x 1,00m .
- 4.7.6 - Qualquer que seja o tipo de caixa projetada, estas deverão ser visitáveis, o que compreende, em princípio, previsão de tampas removíveis, facilidade de acesso através de chaminés e/ou escadas e espaço interno suficiente para permitir, na câmara de trabalho, as tarefas convencionais de limpeza e desobstrução.
- 4.7.7 - As caixas destinadas a captação de deflúvios superficiais , situadas em locais onde haja circulação de pessoal, deverão ser providas de grelha de forma a permitir a coleta das águas sem o risco da ocorrência de acidentes ou quedas.
- 4.7.8 - As grelhas deverão ter dimensões suficientes para admissão das descargas afluentes, bem como serem removíveis e de fácil manuseio.
- 4.7.9 - Nas caixas situadas em locais onde esteja prevista a circulação de veículos, as tampas ou grelhas deverão ser dimensionadas de forma a suportar as cargas atuantes sobre elas.
- 4.7.10 - Caixas a serem implantadas por necessidade da ferrovia, mas situadas fora de sua faixa de domínio, deverão obedecer as dimensões e características padronizadas pelo Órgão Público responsável pela manutenção e conservação dos sistemas locais.
- 4.7.11- Os resultados obtidos para cada uma das obras projetadas , deverão ser apresentados para apreciação sob a forma de quadros (Anexo VI), tabelas, desenhos etc, juntamente com as memórias de cálculo efetuadas.
- 4.8 - Outros dispositivos de drenagem superficial
- 4.8.1 - Considerando-se que os projetos a serem desenvolvidos para áreas já edificadas ou passíveis de ocupação por expansão urbana, obrigatoriamente deverão promover a integração da ferrovia com a região, muito provavelmente será necessário o desenvolvimento de outros dispositivos de drenagem além dos aqui apresentados, como por exemplo : bocas-de-lobo, caixas de ralo etc.
- 4.8.2 - Caberá ao projetista os entendimentos e contatos que se façam necessários para o atendimento mútuo tanto das necessidades da CBTU como do órgão da Administração Pública envolvido, incluindo, no que couber, o detalhamento e indicação de dispositivos adequados de

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		14/44	IT – 46/ CBTU

drenagem que propiciem a solução global dos problemas comuns observados.

4.9 - Recomendações para Assentamento dos Dispositivos de Drenagem

4.9.1 - As escavações efetuadas para o assentamento de qualquer dispositivo de drenagem, deverão ter seu fundo convenientemente compactado.

4.9.2 - Especiais cuidados deverão ser observados na recomposição de eventuais excessos de escavação porventura ocorridos

4.9.3 - Em terrenos de baixa capacidade de suporte deverá ser executado berço de concreto magro, antes do lançamento do concreto estrutural do dispositivo de drenagem.

4.9.4 - Outras recomendações julgadas necessárias pelo projetista deverão ser indicadas e incluídas nas especificações técnicas, memórias justificativas e desenhos que constituem o projeto de drenagem.

5 - BUEIROS

5.1- O projeto de bueiros e obras-de-arte correntes inclui basicamente o dimensionamento hidráulico, o detalhamento planialtimétrico e todos os elementos necessários a sua execução.

5.2 - O dimensionamento deverá ser efetuado através da utilização da fórmula de Manning associada à Equação da Continuidade, atendendo a descarga de projeto calculada nos estudos hidrológicos para período de recorrência de 50 anos e ao limite de escoamento em regime crítico.

5.3 - Neste dimensionamento, excluídas as situações excepcionais a serem definidas pela Fiscalização, deverão ser adotadas seções de vazão e condições de escoamento que possibilitem a descarga calculada nos estudos hidrológicos para período de recorrência de 50 anos, funcionar como lâmina d'água livre à montante.

5.4 - Paralelamente, a seção de vazão assim dimensionada deverá ser também testada para descarga de projeto calculada com período de recorrência de 100 anos e operando como orifício. Uma vez constatada nesta verificação efeitos prejudiciais sobre o corpo estradal, a Fiscalização deverá ser alertada e, juntamente com esta, avaliada a conveniência da adoção de outra seção de vazão que elimine aqueles

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		15/44	IT – 46/ CBTU

efeitos e assegure velocidade de escoamento inferior a de erosão da canalização e movimento como canal no interior da obra.

5.5 - Para o dimensionamento de bueiros operando hidraulicamente no regime crítico, deverão ser adotadas as seguintes expressões:

5.5.1 - Bueiros Tubulares

Descarga Crítica

$$Q_C = N \times 1,425 D^{5/2} \text{ m}^3/\text{s}$$

Sendo :

Q_C = descarga crítica em m^3/s

N = número de linhas de tubos paralelos

D = diâmetro em m

Velocidade Crítica

$$V_C = 2,472 D^{1/2} \text{ m/s}$$

Declividade Crítica

$$I_C = 31,1697 \times D^{-1/3} \times n^2 \text{ m/m}$$

Sendo :

N = coeficiente de rugosidade

5.5.2 - Bueiros Celulares

Descarga Crítica

$$Q_C = N \times 1,705 \times B \times H^{3/2} \text{ m}^3/\text{s}$$

Sendo :

Q_C = descarga crítica em m^3/s

N = número de linhas paralelas

B = largura da célula em m

H = altura da célula em m

Velocidade Crítica

$$V_C = 2,557 H^{1/2} \text{ m/s}$$

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		16/44	IT – 46/ CBTU

Declividade Crítica

$$I_c = 2,595 \times H \left(\frac{3}{H} + \frac{4}{B} \right)^{4/3} \times n^2 \text{ m/m}$$

Sendo :

n = coeficiente de rugosidade

5.5.3 - Tabelas de Valores

Os valores obtidos com o emprego das expressões assim definidas, para descargas de projeto calculadas com período de recorrência de 50 anos estão relacionados nas tabelas a seguir apresentadas :

BUEIROS TUBULARES DE CONCRETO

SEÇÕES TIPO	DESCARGA CRÍTICA	VELOCIDADE CRÍTICA	DECLIVIDADE CRÍTICA	
			n = 0,013	n = 0,015
DIMENSÕES (m)	m ³ /s	m/s	m/m	
BSTC Ø 1,00	1,43	2,47	0,0053	0,0070
BSTC Ø 1,20	2,25	2,71	0,0050	0,0066
BSTC Ø 1,50	3,93	3,03	0,0046	0,0061
BSTC Ø 1,75	6,19	3,32	0,0043	0,0058
BSTC Ø 2,00	8,06	3,50	0,0042	0,0056
BDTC Ø 1,00	2,85	2,47	0,0053	0,0070
BDTC Ø 1,20	4,50	2,71	0,0050	0,0066
BDTC Ø 1,50	7,85	3,03	0,0046	0,0061
BDTC Ø 1,75	12,39	3,32	0,0043	0,0058
BDTC Ø 2,00	16,12	3,50	0,0042	0,0056
BTTTC Ø 1,00	4,28	2,47	0,0053	0,0070
BTTTC Ø 1,20	6,74	2,71	0,0050	0,0066
BTTTC Ø 1,50	11,78	3,03	0,0046	0,0061
BTTTC Ø 1,75	18,58	3,32	0,0043	0,0058
BTTTC Ø 2,00	24,18	3,50	0,0042	0,0056

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		17/44	IT – 46/ CBTU

BUEIROS TUBULARES METÁLICOS

SEÇÕES TIPO	DESCARGA CRÍTICA	VELOCIDADE CRÍTICA	DECLIVIDADE CRÍTICA
			n = 0,024
DIMENSÕES (m)	m ³ /s	m/s	m/m
BSTM Ø 1,20	2,25	2,71	0,0169
BSTM Ø 1,40	3,30	2,92	0,0161
BSTM Ø 1,60	4,61	3,13	0,0154
BSTM Ø 1,80	6,19	3,32	0,0148
BSTM Ø 2,00	8,06	3,50	0,0143
BSTM Ø 2,20	10,23	3,67	0,0139
BSTM Ø 2,40	12,72	3,83	0,0135
BSTM Ø 2,60	15,53	3,99	0,0131
BSTM Ø 2,80	18,69	4,14	0,0128
BSTM Ø 3,00	22,21	4,28	0,0125
BDTM Ø 1,20	4,50	2,71	0,0169
BDTM Ø 1,40	6,60	2,92	0,0161
BDTM Ø 1,60	9,22	3,13	0,0154
BDTM Ø 1,80	12,39	3,32	0,0148
BDTM Ø 2,00	16,12	3,50	0,0143
BDTM Ø 2,20	20,46	3,67	0,0139
BDTM Ø 2,40	25,44	3,83	0,0135
BDTM Ø 2,60	31,06	3,99	0,0131
BDTM Ø 2,80	37,38	4,14	0,0128
BDTM Ø 3,00	44,42	4,28	0,0125

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		18/44	IT – 46/ CBTU

BUEIROS CELULARES DE CONCRETO

SEÇÕES TIPO	DESCARGA CRÍTICA	VELOCIDADE CRÍTICA	DECLIVIDADE CRÍTICA	
			n = 0,015	n = 0,017
DIMENSÕES (m)	m ³ /s	m/s	m/m	
BSCC 1,0 x 1,0	1,71	2,56	0,0078	0,0100
BSCC 1,5 x 1,5	4,70	3,13	0,0068	0,0088
BSCC 1,5 x 2,0	7,23	3,62	0,0078	0,0101
BSCC 2,0 x 2,0	9,64	3,62	0,0062	0,0080
BSCC 2,0 x 2,5	13,48	4,04	0,0069	0,0088
BSCC 2,0 x 3,0	17,72	4,43	0,0076	0,0097
BSCC 2,5 x 3,0	22,15	4,43	0,0063	0,0080
BSCC 2,5 x 3,5 *	27,91	4,78	0,0068	0,0087
BSCC 3,0 x 3,0	26,58	4,43	0,0054	0,0070
BDCC 1,0 x 1,0	3,41	2,56	0,0078	0,0010
BDCC 1,5 x 1,5	9,40	3,13	0,0068	0,0088
BDCC 1,5 x 2,0	14,47	3,62	0,0078	0,0101
BDCC 2,0 x 2,0	19,29	3,62	0,0062	0,0080
BDCC 2,0 x 2,5	26,96	4,04	0,0069	0,0088
BDCC 2,0 x 3,0	35,44	4,43	0,0076	0,0097
BDCC 2,5 x 3,0	44,30	4,43	0,0063	0,0080
BDCC 2,5 x 3,5 *	55,82	4,78	0,0068	0,0087
BDCC 3,0 x 3,0	53,16	4,43	0,0054	0,0070
BTTC 1,0 x 1,0	5,12	2,56	0,0078	0,0100
BTTC 1,5 x 1,5	14,10	3,13	0,0068	0,0088
BTTC 1,5 x 2,0	21,69	3,62	0,0078	0,0101
BTTC 2,0 x 2,0	28,93	3,62	0,0062	0,0080
BTTC 2,5 x 3,0	66,46	4,04	0,0063	0,0080
BTTC 2,5 x 3,5 *	83,73	4,43	0,0068	0,0087
BTTC 3,0 x 3,0	79,74	4,43	0,0054	0,0070

OBS: * Estas obras deverão ter declividades inferiores à crítica para se garantir no interior da canalização, velocidades não erosivas.

5.6 - No projeto deverão estar detalhados não apenas o corpo do bueiro, como também os demais dispositivos acessórios, tais como, bocas e alas,

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		19/44	IT – 46/ CBTU

berços, caixas coletoras, caixas de inspeção ou quaisquer outros que se façam necessários.

- 5.7 - O uso de caixas coletoras deverá se restringir às situações em que por condições de implantação, o corpo do bueiro vier a se localizar em nível inferior ao do terreno natural, sendo recomendável entretanto, sempre que possível, a utilização de bocas e alas ao nível do solo, de forma a se evitar o afogamento da boca de montante.
- 5.8 - Deverão constar e estar claramente definidos no projeto dos bueiros, os seguintes elementos
- 5.8.1 - Seção de vazão da obra capaz de atender a descarga calculada na fase de estudos hidrológicos , a partir da escolha entre as obras-tipo daquela que represente a melhor solução sob o ponto de vista econômico, estrutural e de implantação, respeitado o diâmetro (\emptyset) min de 1,00m para bueiros tubulares.
- 5.8.2 - Interferências e implicações quando da conexão com sistemas urbanos já implantados ou recepção e lançamento em cursos d'água subordinados a Órgãos da Administração Pública local.
- 5.8.3 - Comprimentos da obra total, a montante e a jusante , determinados a partir dos dados planialtimétricos e da geometria da plataforma ferroviária.
- 5.8.4 - Declividade da obra, que deverá ser tanto quanto possível igual a do terreno natural, limitada entretanto a um valor máximo que não produza erosão em suas paredes internas e a um valor mínimo que assegure o escoamento da descarga de projeto sem acarretar assoreamento.
- 5.8.5 - Recobrimento a partir do nível inferior do lastro, respeitando-se no caso de bueiro tubular de concreto tipo CA-3 um mínimo de 0,80m e um máximo de 10,0m e procurando-se evitar sempre pequenos recobrimentos que venham a exigir , por efeitos estruturais, tubos especiais ou bueiros celulares.
- 5.8.6 - Cotas de montante e jusante, mantidas sempre que possível iguais às do terreno natural, exceto para situações de implantação que exijam a execução de caixas coletoras ou descidas especiais.
- 5.8.7 - Dispositivos de captação, tais como bocas, caixas etc e de dispersão como valas, descidas, dissipadores de energia etc.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		20/44	IT – 46/ CBTU

5.8.8 - Apresentação dos resultados obtidos para cada uma das obras projetadas sob a forma de quadros (Anexo VII), tabelas , ábacos, nomogramas etc, juntamente com as memórias de cálculo efetuadas.

6 - DRENAGEM SUBTERRÂNEA

O sistema de drenagem subterrânea é constituído por um conjunto de dispositivos que têm por finalidade remover as águas prejudiciais das camadas aquíferas profundas, bem como as águas superficiais que possam infiltrar nas camadas subjacentes do leito da ferrovia. Estes dispositivos deverão ser projetados com base em investigações geotécnicas e observações locais, devidamente anotadas e registradas no projeto.

Este sistema é composto, basicamente, dos seguintes dispositivos:

- drenos profundos longitudinais;
- drenos transversais ;
- colchão drenante ;
- drenos sub-horizontais;
- drenos cegos.

6.1 - Drenos Profundos Longitudinais

6.1.1 - Dispositivo constituído por tubo poroso ou perfurado envolvido por material drenante e/ou filtrante, assentado longitudinalmente, em nível inferior ao greide de terraplenagem.

6.1.2 - Deverá ser prevista sua utilização nos seguintes locais :

- No bordo da plataforma de cortes em solo, a montante e/ou jusante, quando indicados pelos estudos do lençol freático;
- No bordo da plataforma de cortes em rocha, quando não tiver sido previsto outro sistema de esgotamento para o rebaixo do mesmo;
- Na entrevia de linhas, principalmente em regiões de pátios, quando pela exiguidade de espaço for necessário a implantação de um dispositivo com finalidade dupla de captar as águas superficiais e profundas (dreno de entrevia);

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		21/44	IT – 46/ CBTU

- Onde, mesmo que não tenha encontrado água livre até 1,50m abaixo do greide de terraplenagem, exista nesta profundidade um camada permeável sobreposta a outra impermeável;

6.1.3 - Deverão ser adotados os projetos-tipo padronizados pela CBTU (Anexo XIV).

6.1.4 - A declividade mínima para estes drenos é de 0,25% .

6.1.5 - Deverão ser implantados no início do dreno e em princípio a cada 100 metros posteriormente, caixas de inspeção conforme projeto-tipo padronizado pela CBTU (Anexo XIV) , para facilitar os serviços de manutenção e limpeza.

6.1.6 - O dreno não poderá terminar em coletores de águas pluviais ou corpo de bueiros, recomendando-se sua saída através de muro de testa, admitindo-se entretanto , que sua chegada possa se dar em caixa coletora.

6.1.7 - Os resultados obtidos para cada uma das obras projetadas, deverão ser apresentados para apreciação sob a forma de quadros (Anexos VIII e IX), tabelas etc, juntamente com as memórias de cálculo efetuadas.

6.2 - Drenos Transversais

6.2.1 - Dispositivo constituído por vala aberta transversalmente ao eixo da ferrovia, com ou sem tubo assentado no fundo , preenchida com material permeável.

6.2.2 - Este dispositivo quando aplicado sucessivamente a espaços regulares e obliquamente ao eixo (recomendável inclinação de 45°), em uma determinada extensão da ferrovia , recebe denominação usual de drenos de espinha de peixe.

6.2.3 - Deverá ser prevista a utilização de drenos transversais nas seguintes situações :

- cortes em que a solução com drenos longitudinais profundos for julgada insuficiente, face às características peculiares de solo e do lençol freático;

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		22/44	IT – 46/ CBTU

- sob aterros, quando o terreno natural onde serão construídos apresentar lençol freático alto ou surgência de água superficial que possa comprometer a estabilidade do corpo do aterro;
 - locais da plataforma de trechos em operação , onde for constatada a ocorrência de fenômeno de bombeamento de finos (ver item 6.3.5).
- 6.2.4 - A coleta das águas coletadas pelos drenos transversais deverá ser efetuada através de um outro dreno, em princípio longitudinal, que as conduzirá para um local seguro de deságüe.
- 6.2.5 - Para locais de ocorrência do fenômeno de bombeamento de finos, deverá ser adotada a solução n.º 1 do projeto-tipo padronizado pela CBTU (Anexo XV), quando as condições técnico-econômicas para sua implantação se mostrarem mais favoráveis que a solução n.º 2 de colchão drenante.
- 6.2.6 - Quando o sistema com drenos transversais for considerado insuficiente para drenar toda a área, deverá ser adotada a solução de colchão drenante.
- 6.2.7 - Os locais onde seja constatada a necessidade de execução de drenos transversais, deverão ser devidamente indicados no projeto, juntamente com quadros, tabelas etc, que identifiquem as quantidades, características e condições para implantação.
- 6.3 - Colchão Drenante
- 6.3.1 - Constituído por uma ou mais camadas de material permeável com espessura total mínima de 20 cm, colocadas em toda a largura da plataforma, com a finalidade de coletar e escoar as águas de infiltração.
- 6.3.2 - Dependendo das características dos solos da região , poderão ser necessários uma camada ou dispositivo filtrante , que bloqueiem a penetração de finos na camada drenante propriamente dita.
- 6.3.3 - Deverá ser executado colchão drenante nos seguintes casos :
- cortes em rocha, visando esgotar as águas retidas pelas irregularidades de sua superfície;
 - cortes em que o lençol freático se apresentar próximo ou acima do greide da plataforma de terraplenagem;

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		23/44	IT – 46/ CBTU

- sob aterros em que forem observados sinais de afloramento d'água no terreno natural ou lençol freático a pequena profundidade;
- sob aterros a serem construídos sobre camadas impermeáveis;
- locais da plataforma de trechos em operação , onde for constatada a ocorrência do fenômeno de bombeamento de finos (Ver item 6.2.5);

6.3.4 - Nos cortes em rocha, o colchão drenante deverá ter uma espessura de 40 cm, e a remoção das águas coletadas pelo mesmo poderá ser efetuada através dos drenos profundos longitudinais (Tipo 4 do Anexo XIV) ou diretamente por valetas de plataforma com barbacãs (Tipo IV do Anexo X), adotando-se a solução técnico-econômica que se apresentar mais conveniente.

6.3.5 - Para locais de ocorrência do fenômeno de bombeamento de finos, deverá ser adotada a solução n.º 2 do projeto-tipo padronizado pela CBTU (Anexo XV), quando as condições técnico-econômicas para sua implantação se mostrarem mais favoráveis que a solução n.º 1 com drenos transversais.

6.3.6 - Os locais onde seja constatada a necessidade de execução de colchão drenante, deverão ser claramente indicados no projeto, juntamente com quadros, tabelas etc, que identifiquem as quantidades, características e condições para implantação.

6.4 - Drenos Sub-horizontais

6.4.1 - São tubos de PVC rígidos, perfurados e revestidos com tela de nylon, cravados sub-horizotalmente nos taludes de cortes ou maciços de encostas, com a finalidade de drená-los a fim de minimizar os efeitos da pressão neutra.

6.4.2 - Deverão ser aplicados nos taludes e maciços em que o elevado nível do lençol freático possa acarretar riscos de deslizamento.

6.4.3- Deverá ser adotado o projeto-tipo padronizado pela CBTU (Anexo XVI), observadas as recomendações ali estabelecidas.

6.4.4 - Os locais onde seja constatada a necessidade de execução deste tipo de dreno, deverão ser devidamente indicados no projeto, juntamente

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		24/44	IT – 46/ CBTU

com quadros, tabelas etc, que identifiquem as quantidades, características e condições para implantação.

6.5 - Drenos Cegos

6.5.1 - Tratamento com material drenante e/ou filtrante a ser dado no fundo de vales, na região em que estes são interceptados pela ferrovia, com a finalidade de se garantir o esgotamento das águas não captadas pelos dispositivos de drenagem , que infiltradas e/ou percoladas venham a se escoar através daqueles talwegues.

6.5.2 - Deverão ser indicados drenos cegos para os talwegues das bacias com vazão calculada maior que 4m³/s, bem como para aqueles talwegues menores onde seja comprovada a presença de água.

6.5.3 - Os talwegues onde seja constatada a necessidade de execução deste tipo de dreno, deverão ser devidamente indicados no projeto, juntamente com quadros, tabelas etc, que identifiquem as quantidades, características e condições para implantação.

7 - ESPECIFICAÇÕES

7.1 - Deverão ser preparadas as especificações necessárias à execução de todos os serviços de drenagem e de obras-de-arte correntes não abrangidos pelas Instruções Técnicas da CBTU.

7.2 - Estas especificações deverão ser elaboradas compreendendo basicamente os itens a seguir apresentados, expostos sucintamente de forma clara, objetiva e perfeitamente compreensíveis.

- Generalidades
- Materiais
- Equipamentos
- Execução
- Controle
- Medição

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		25/44	IT – 46/ CBTU

8 - APRESENTAÇÃO DO PROJETO

8.1 - O Projeto Básico deverá ser apresentado para análise e apreciação da CBTU, contendo entre outros os seguintes documentos :

- Relatório Descritivo e Justificativo, com explanação sobre as metodologias utilizadas, procedimentos e critérios adotados , estudos e cálculos efetuados, resultados obtidos, dispositivos indicados etc.;
- Representação nas plantas de Projeto Geométrico Básico (formato A-1) dos dispositivos de drenagem previstos, desenhados na mesma escala;
- Desenhos preliminares de plantas, perfis etc, bueiros , obras-de-arte correntes e demais dispositivos de drenagem necessários ao perfeito entendimento das soluções estudadas, em folhas no formato A-1 e em escalas compatíveis com as dimensões a serem representadas;
- Especificações, quantitativos, custos unitários e orçamentos preliminares para Execução das obras.

8.2 - O Projeto de Execução deverá ser apresentado de forma detalhada e conclusiva, devendo constar do mesmo, entre outros, os seguintes documentos :

- Relatório;
- Memória Justificativa;
- Quadros-resumo;
- Especificações;
- Desenhos;
- Quantitativos, custos unitários e orçamentos.

8.2.1 - O Relatório deverá conter descrição completa do projeto, dados e respectivas fontes que serviram de base para a elaboração do mesmo, metodologias utilizadas, parâmetros e critérios adotados, tipos, formas e dimensões dos dispositivos preconizados e demais informações necessárias à completa definição do sistema projetado.

8.2.2 - O volume da Memória Justificativa tem como objetivo complementar as informações apresentadas no Relatório , devendo constar do mesmo não apenas as memórias de cálculo efetuadas, como também o detalhamento de todas as metodologias utilizadas nos estudos e projetos.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		26/44	IT – 46/ CBTU

8.2.3 - Os quadros-resumo, confeccionados de acordo com os modelos padronizados, deverão conter todas as informações pertinentes a cada tipo de obra projetada, devendo para seu preenchimento serem adotadas as seguintes convenções:

A - Alas de bueiro

En - Descidas com "n" degraus

Ci - Caixa coletora nº "i"

Cs - Caixa de saída do bueiro

Td - Tubo de descida

De - Dissipador de energia

D ou **E** - Posição em relação a plataforma (direita/esquerda)

C ou **A** - Corte ou Aterro

Bueiro - Conforme o usual (BSTC, BDCC etc)

8.2.4 – As especificações para execução dos serviços previstos deverão ser elaboradas segundo a orientação estabelecida nesta Instrução.

8.2.5 - Desenhos

- Os dispositivos de drenagem com seus respectivos sentidos de escoamento, deverão ser desenhados nas plantas dos projetos geométrico, na escala 1:1000 ou eventualmente, em outra escala a ser indicada pela CBTU.
- Os projetos de bueiros e obras-de-arte correntes (planta e perfil) deverão ser desenhados no formato A-1, em escalas compatíveis com as dimensões a serem representadas.
- Demais detalhamentos necessários à perfeita execução das obras, deverão ser apresentados pelos projetistas no formato A-1, em escalas adequadas ao perfeito entendimento dos mesmos.

8.2.6 - Quantitativos, Custos Unitários e Orçamentos

- As quantidades deverão ser levantadas para cada item de serviço e os custos unitários compostos a partir dos preços de materiais, mão-de-obra e equipamentos pesquisados no mercado da região.

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		27/44	IT – 46/ CBTU

- Com base nos custos unitários compostos e nas quantidades levantadas, serão orçados os diversos serviços envolvidos e estabelecido o custo global para implantação das obras.
- As composições de custos unitários e orçamentos revestir-se-ão de caráter confidencial.

9 - ANEXOS

Anexo I - Quadro-resumo - Valetas de Plataforma

Anexo II - Quadro-resumo - Valetas de Berma

Anexo III - Quadro-resumo - Valetas de Proteção (crista de corte)

Anexo IV - Quadro-resumo - Valetas de Proteção (pé de aterro)

Anexo V - Quadro-resumo - Descidas D'água

Anexo VI - Quadro-resumo - Caixas Coletora/Inspeção/Passagem

Anexo VII - Quadro-resumo - Bueiros

Anexo VIII - Quadro-resumo - Drenos Profundos Longitudinais

Anexo IX - Quadro-resumo - Coletores Transversais

Anexo X - Projeto-tipo - Valetas de Plataforma e de Berma
(desenho nº GE-IE51-0XX-001)

Anexo XI - Projeto-tipo - Dispositivos de Proteção dos Off-sets
(desenho nº GE-IE51-0XX-002)

Anexo XII - Projeto-tipo - Descida D'água em Cortes
(desenho nº GE-IE51-0XX-003)

Anexo XIII - Projeto-tipo - Descidas D'água em Aterros
(desenho nº GE-IE51-0XX-004)

REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		28/44	IT – 46/ CBTU

Anexo XIV - Projeto-tipo - Drenos Profundos e Caixas de Inspeção
(desenho nº GE-IE51-0XX-005)

Anexo XV - Projeto tipo - Drenagem da Plataforma em Zona de Bombeamento (desenho nº GE-IE51-0XX-006)

Anexo XVI - Projeto-tipo - Drenos Sub-horizontais
(desenho nº GE-IE51-0XX-007)



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		38/44	IT – 46/ CBTU

IT-0046 - ANEXO X

PROJETO TIPO – VALETAS DE PLATAFORMA E DE BERMA



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		39/44	IT – 46/ CBTU

IT-0046 - ANEXO XI

PROJETO TIPO – DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DOS OFF-SETS



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		40/44	IT – 46/ CBTU

IT-0046 - ANEXO XII

PROJETO TIPO – DESCIDA D'ÁGUA EM CORTES



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		41/44	IT – 46/ CBTU

IT-0046 - ANEXO XIII

PROJETO TIPO – DESCIDAS D'ÁGUA EM ATERROS



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		42/44	IT – 46/ CBTU

IT-0046 - ANEXO XIV

PROJETO TIPO – DRENOS PROFUNDOS E CAIXAS DE INSPEÇÃO



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		43/44	IT – 46/ CBTU

IT-0046 - ANEXO XV

PROJETO TIPO – DRENAGEM DA PLATAFORMA EM ZONA DE BOMBEAMENTO



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					

DIRETORIA TÉCNICA	ELABORAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTE CORRENTES	FL.	CBTU
DENGE – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL		44/44	IT – 46/ CBTU

IT-0046 - ANEXO XVI

PROJETO TIPO – DRENOS SUB-HORIZONTAIS



REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU	REV.	DATA	MOTIVO/REFERÊNCIA	APROV. CBTU
0	01/02/85	ELABORAÇÃO		3	24/01/06	REVISÃO	
1	15/10/98	REVISÃO					
2	16/10/02	REVISÃO					