



**MANUAL DE CUSTOS DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**

**VOLUME 10
MANUAIS TÉCNICOS**

**CONTEÚDO 05
DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES**

2017

**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA GERAL
DIRETORIA EXECUTIVA
COORDENAÇÃO-GERAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**

MINISTRO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL
Exmo. Sr. Maurício Quintella Malta Lessa

DIRETOR GERAL DO DNIT
Sr. Valter Casimiro Silveira

DIRETOR EXECUTIVO DO DNIT
Eng.º Halpher Luiggi Mônico Rosa

COORDENADOR-GERAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
Eng.º Luiz Heleno Albuquerque Filho

MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

**VOLUME 10
MANUAIS TÉCNICOS**

**CONTEÚDO 05
DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES**

MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**A. VERSÃO ATUAL****EQUIPE TÉCNICA:**

Revisão e Atualização: Fundação Getulio Vargas (Contrato nº 327/2012)

Revisão e Atualização: Fundação Getulio Vargas (Contrato nº 462/2015)

MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**A. VERSÃO ATUAL****FISCALIZAÇÃO E SUPERVISÃO DO DNIT:**

MSc. Eng.º Luiz Heleno Albuquerque Filho

Eng.º Paulo Moreira Neto

Eng.º Caio Saravi Cardoso

B. PRIMEIRAS VERSÕES**EQUIPE TÉCNICA (SINCTRAN e Sicro 3):**

Elaboração: CENTRAN

Eng.º Osvaldo Rezende Mendes (Coordenador)

SUPERVISÃO DO DNIT:

Eng.º Silvio Mourão (Brasília)

Eng.º Luciano Gerk (Rio de Janeiro)

Brasil, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.
Diretoria Executiva. Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura
de Transportes.

Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes. 1ª Edição -
Brasília, 2017.

12v. em 74.

Volume 10: Manuais Técnicos
Conteúdo 05 - Drenagem e Obras de Arte Correntes

1. Rodovias - Construções - Estimativa e Custo - Manuais. 2. Ferrovias -
Construções - Estimativa e Custo - Manuais. 3. Aquavias - Construções -
Estimativa e Custo - Manuais. I. Título.

**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA GERAL
DIRETORIA EXECUTIVA
COORDENAÇÃO-GERAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE
TRANSPORTES**

**MANUAL DE CUSTOS DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**

VOLUME 10

MANUAIS TÉCNICOS

CONTEÚDO 05

DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES

1ª Edição - Versão 3.0

BRASÍLIA
2017

**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA GERAL
DIRETORIA EXECUTIVA
COORDENAÇÃO-GERAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE
TRANSPORTES**

Setor de Autarquias Norte, Bloco A, Edifício Núcleo dos Transportes, Edifício Sede do DNIT, Mezanino, Sala M.4.10
Brasília - DF
CEP: 70.040-902
Tel.: (061) 3315-8351
Fax: (061) 3315-4721
E-mail: cgcit@dnit.gov.br

TÍTULO: MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

Primeira edição: MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 2017

VOLUME 10: Manuais Técnicos
Conteúdo 05 - Drenagem e Obras de Arte Correntes

Revisão:
Fundação Getulio Vargas - FGV
Contrato 327/2012-00 e 462/2015 (DNIT)
Aprovado pela Diretoria Colegiada em 25/04/2017
Processo Administrativo nº 50600.096538/2013-43

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

APRESENTAÇÃO

O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes constitui a síntese de todo o desenvolvimento técnico das áreas de custos do extinto DNER e do DNIT na formação de preços referenciais de obras públicas.

Em consonância à história destes importantes órgãos, o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes abrange o conhecimento e a experiência acumulados desde a edição das primeiras tabelas referenciais de preços, passando pelo pioneirismo na conceituação e aplicação das composições de custos, até as mais recentes diferenciações de serviços e modais de transportes, particularmente no que se refere às composições de custos de serviços ferroviários e hidroviários.

Outras inovações relevantes no presente Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes referem-se à metodologia para definição de custos de referência de canteiros de obras e de administração local e à diferenciação das taxas referenciais de bonificação e despesas indiretas em função da natureza e do porte das obras. Também merece registro a proposição de novas metodologias para o cálculo dos custos horários dos equipamentos e da mão de obra e para definição dos custos de referência para aquisição e transporte de produtos asfálticos.

O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes encontra-se organizado nos seguintes volumes, conteúdos e tomos:

Volume 01 - Metodologia e Conceitos

Volume 02 - Pesquisa de Preços

Volume 03 - Equipamentos

Volume 04 - Mão de Obra

- Tomo 01 - Parâmetros do CAGED
- Tomo 02 - Encargos Sociais
- Tomo 03 - Encargos Complementares
- Tomo 04 - Consolidação dos Custos de Mão de Obra

Volume 05 - Materiais

Volume 06 - Fator de Influência de Chuvas

- Tomo 01 - Índices Pluviométricos - Região Norte
- Tomo 02 - Índices Pluviométricos - Região Nordeste
- Tomo 03 - Índices Pluviométricos - Região Centro-Oeste
- Tomo 04 - Índices Pluviométricos - Região Sudeste
- Tomo 05 - Índices Pluviométricos - Região Sul

Volume 07 - Canteiros de Obras

- Tomo 01 - Módulos Básicos e Projetos Tipo (A3)

Volume 08 - Administração Local

Volume 09 - Mobilização e Desmobilização

Volume 10 - Manuais Técnicos

Conteúdo 01 - Terraplenagem

Conteúdo 02 - Pavimentação / Usinagem

Conteúdo 03 - Sinalização Rodoviária

Conteúdo 04 - Concretos, Agregados, Armações, Fôrmas e Escoramentos

Conteúdo 05 - Drenagem e Obras de Arte Correntes

Conteúdo 06 - Fundações e Contenções

Conteúdo 07 - Obras de Arte Especiais

Conteúdo 08 - Manutenção e Conservação Rodoviária

Conteúdo 09 - Ferrovias

Conteúdo 10 - Hidrovias

Conteúdo 11 - Transportes

Conteúdo 12 - Obras Complementares e Proteção Ambiental

Volume 11 - Composições de Custos

Volume 12 - Produções de Equipes Mecânicas

RESUMO

O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes apresenta as metodologias, as premissas e as memórias adotadas para o cálculo dos custos de referência dos serviços necessários à execução de obras de infraestrutura de transportes e suas estruturas auxiliares

ABSTRACT

The Transport Infrastructure Costs Manual presents the methodologies, assumptions and calculation sheets adopted for defining the required service referential costs to implement transport infrastructure ventures and its auxiliary facilities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Coluna drenante de areia.....	17
Figura 02 - Dreno profundo com geocomposto drenante.....	18
Figura 03 - Dreno de pavimento em microvala com geocomposto drenante	19
Figura 04 - Vista lateral do corpo do bueiro tubular de concreto	25
Figura 05 - Bueiro simples tubular de concreto (BSTC)	26
Figura 06 - Bueiro duplo tubular de concreto (BDTC)	26
Figura 07 - Bueiro triplo tubular de concreto (BTTC).....	26
Figura 08 - Ábaco de capacidade de carga e alcance do caminhão guindauto de 30 t.m	28
Figura 09 - Boca de bueiro tubular de concreto	29
Figura 10 - Detalhamento das dimensões da boca de bueiro simples com alas retas	30
Figura 11 - Vistas superior e lateral da boca de bueiro simples tubular	31
Figura 12 - Vistas frontal e lateral, com detalhe esconso, da boca de bueiro simples tubular	31
Figura 13 - Vistas superior lateral da boca de bueiro duplo tubular	35
Figura 14 - Vistas frontal e lateral, com detalhe esconso, da boca de bueiro duplo tubular	35
Figura 15 - Vistas superior e lateral da boca de bueiro triplo tubular	38
Figura 16 - Vistas frontal e lateral, com detalhe esconso, da boca de bueiro triplo tubular	38
Figura 17 - Detalhe de fabricação das aduelas pré-moldadas de concreto	49
Figura 18 - Detalhe seção transversal da chapa múltipla MP 100	58
Figura 19 - Detalhe seção transversal da chapa múltipla MP 152	58
Figura 20 - Dimensões da seção transversal da chapa múltipla MP 100	58
Figura 21 - Dimensões da seção transversal da chapa múltipla MP 152	60
Figura 22 - Detalhes da chapa metálica utilizada para tunnel liner	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Fatores de conversão para sarjetas moldadas “in loco” por extrusão	8
Tabela 02 - Fatores de conversão para os meios-fios moldados no local por extrusão	10
Tabela 03 - Insumos considerados na confecção de tubos de concreto de pequenos diâmetros.....	13
Tabela 04 - Parâmetros utilizados no cálculo de consumo de concreto para confecção de tubos	13
Tabela 05 - Insumos considerados na confecção de canaletas de concreto meia cana	16
Tabela 06 - Consumos na execução de drenos profundos com geocomposto drenante	18
Tabela 07 - Produção dos serviços de drenos profundos com geocomposto drenante	19
Tabela 08 - Produção e consumos dos drenos em microvala com geocomposto drenante	20
Tabela 09 - Folga adotada no cálculo do consumo de argamassa	25
Tabela 10 - Dimensões dos bueiros tubulares de concreto	27
Tabela 11 - Consumo por metro linear para execução dos berços dos bueiros tubulares.....	27
Tabela 12 - Capacidade de carga e alcance do caminhão guindauto de 6.000 kg ...	27
Tabela 13 - Tempos de ciclo para execução dos corpos de bueiros tubulares	29
Tabela 14 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\varnothing = 0,40$ m	32
Tabela 15 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\varnothing = 0,60$ m	32
Tabela 16 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\varnothing = 0,80$ m	33
Tabela 17 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\varnothing = 1,00$ m	33
Tabela 18 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\varnothing = 1,20$ m	34
Tabela 19 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\varnothing = 1,50$ m	34
Tabela 20 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BDTC $\varnothing = 0,80$ m	36
Tabela 21 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BDTC $\varnothing = 1,00$ m	36

Tabela 22 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BDTC $\varnothing$ = 1,20 m.....	37
Tabela 23 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BDTC $\varnothing$ = 1,50 m.....	37
Tabela 24 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BTTC $\varnothing$ = 1,00 m.....	39
Tabela 25 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BTTC $\varnothing$ = 1,20 m.....	39
Tabela 26 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BTTC $\varnothing$ = 1,50 m.....	40
Tabela 27 - Consumo de concreto e aço para execução dos dentes de bueiros	41
Tabela 28 - Tipos de aduelas de concreto e suas dimensões internas	50
Tabela 29 - Insumos considerados para a confecção das aduelas de concreto.....	51
Tabela 30 - Características dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 100 - seção circular.....	59
Tabela 31 - Produção e consumo nos bueiros com chapa múltipla MP 100 - seção circular	60
Tabela 32 - Características dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152 - seção circular.....	61
Tabela 33 - Produção e consumo nos bueiros com chapa múltipla MP 152 - seção circular	62
Tabela 34 - Características dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152 - seção lenticular	63
Tabela 35 - Produção e consumo nos bueiros com chapa múltipla MP 152 - seção lenticular	64
Tabela 36 - Características dos bueiros com chapa MP 152 - passagem de pedestre e de gado.....	65
Tabela 37 - Produção e consumo nos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152 - passagem de pedestre e de gado	65
Tabela 38 - Características dos bueiros metálicos com chapa MP 152 - passagem inferior.....	65
Tabela 39 - Produção e consumo nos bueiros metálicos com chapa MP 152 - passagem inferior	66
Tabela 40 - Características dos bueiros metálicos com chapa MP 152S - seção em arco alto	67
Tabela 41 - Produção horária e consumo de materiais nos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152S - seção em arco alto.....	68
Tabela 42 - Consumo de equipamentos e mão de obra para execução dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152S - seção em arco alto.....	69
Tabela 43 - Características dos bueiros metálicos com chapa MP 152S - seção ovóide	70

Tabela 44 - Produção horária e consumo de materiais nos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152S - seção ovóide	70
Tabela 45 - Consumo de equipamentos e mão de obra para execução dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152S - seção ovóide	71
Tabela 46 - Características dos bueiros metálicos para tunnel liner em rodovias.....	73
Tabela 47 - Características dos bueiros metálicos para tunnel liner em ferrovias.....	74
Tabela 48 - Produção horária e consumo de materiais, de equipamentos de mão de obra nos bueiros metálicos para tunnel liner	77
Tabela 49 - Consumo de insumos na escavação de tunnel liner em materiais de 3ª categoria.....	78

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	7
2.1.	Descrição dos Serviços	7
2.1.1.	Sarjetas	7
2.1.2.	Valetas	8
2.1.3.	Transposição de Segmentos de Sarjeta	9
2.1.4.	Meio-Fio	9
2.1.5.	Entrada para Descida d'água	10
2.1.6.	Descida d'Água	11
2.1.7.	Dissipador de Energia	11
2.1.8.	Caixa Coletora.....	12
2.1.9.	Dreno Longitudinal Profundo.....	12
2.1.10.	Dreno Sub-superficial.....	14
2.1.11.	Dreno Sub-horizontal	14
2.1.12.	Boca de Lobo	14
2.1.13.	Caixa de Ligação e Passagem.....	15
2.1.14.	Poço de Visita	15
2.1.15.	Canaletas de Concreto Meia Cana	15
2.1.16.	Dreno Tipo Barbacã	16
2.1.17.	Instalação de Grelhas	16
2.1.18.	Coluna Drenante de Areia.....	17
2.1.19.	Aplicação de Geotêxtil.....	17
2.1.20.	Drenagem com Geocomposto e Geodreno.....	18
2.1.20.1.	<i>Dreno Profundo com Geocomposto Drenante</i>	<i>18</i>
2.1.20.2.	<i>Dreno de Pavimento em Microvala com Geocomposto Drenante.....</i>	<i>19</i>
2.1.20.3.	<i>Dreno Longitudinal de Pavimento com Geocomposto Drenante.....</i>	<i>20</i>
2.1.20.4.	<i>Geodreno Vertical</i>	<i>20</i>
2.2.	CrITÉRIOS de Medição	20
3.	BUEIROS TUBULARES	23
3.1.	Tipificação dos Bueiros Tubulares	23
3.2.	Descrição dos Serviços	24
3.2.1.	Corpo de Bueiro Tubular de Concreto.....	24
3.2.2.	Boca de Bueiro Tubular de Concreto	29
3.2.3.	Dentes de Concreto	40

3.2.4.	Confecção de Tubos de Concreto Armado	41
3.3.	Crítérios de Medição.....	41
4.	BUEIROS CELULARES.....	45
4.1.	Tipificação dos Bueiros Celulares	45
4.2.	Descrição dos Serviços	46
4.2.1.	Corpo e Boca de Bueiro Celular	46
4.3.	Crítérios de Medição.....	46
5.	BUEIROS PRÉ-MOLDADOS	49
5.1.	Tipificação dos Bueiros Pré-Moldados.....	50
5.2.	Descrição dos Serviços	51
5.2.1.	Confecção de Aduelas de Concreto	51
5.2.2.	Corpo de Bueiro Pré-Moldado	52
5.2.3.	Boca de Bueiro Pré-Moldado	52
5.3.	Crítérios de Medição.....	53
6.	BUEIROS METÁLICOS	57
6.1.	Tipificação dos Bueiros Metálicos	57
6.2.	Descrição dos Serviços	58
6.2.1.	Bueiros Metálicos com Chapas Múltiplas	58
6.2.2.	Bueiros Metálicos sem Interrupção do Tráfego (Tunnel Liner)	72
6.3.	Crítérios de Medição.....	80

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O presente volume do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes tem por objetivo apresentar as premissas e as memórias de cálculo adotadas na elaboração das composições de custos referentes aos serviços de drenagem e obras de arte correntes (bueiros) executados nas vias terrestres.

A drenagem constitui seguramente o item mais importante a ser discutido em todas as fases de implantação de uma via terrestre, seja rodoviária ou ferroviária (concepção, estudos, projetos, execução, operação e manutenção/conservação).

O sistema de drenagem é caracterizado pelo conjunto de dispositivos indispensáveis à promoção de desvio das águas superficiais e profundas do corpo e da plataforma de estradas, bem como das respectivas áreas adjacentes.

O adequado dimensionamento e a execução dos dispositivos de drenagem constituem elementos fundamentais para a qualidade final e a vida útil da rodovia ou ferrovia, para a estabilidade de taludes de corte e aterro e do próprio corpo da estrada.

O SICRO apresenta composições de custos para confecção e instalação de dispositivos de drenagem superficial, sub-superficial e profunda.

Além dos dispositivos de drenagem, a implantação de uma via terrestre exige a previsão e a construção de obras de arte correntes, responsáveis pela condução das águas do talvegue de um lado da rodovia para outro.

O SICRO apresenta composições de custos para confecção e instalação de bueiros celulares (moldados no local e pré-moldados), tubulares e metálicos.

2. DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

2. DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

As composições de custos dos serviços de drenagem do SICRO foram estruturadas de acordo com as soluções e consumos constantes do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 4ª Edição (Publicação IPR nº 736).

As composições de custos dos dispositivos de drenagem do SICRO foram elaboradas considerando a utilização de concreto com resistência característica à compressão de 20 MPa, com controle na condição A, e que os mesmos encontram-se devidamente apoiados em solo regularizado e compactado.

Nos dispositivos de drenagem que utilizam o concreto como material constituinte, as composições de custos do SICRO encontram-se estruturadas em função das seguintes combinações de agregados:

- Areia extraída e brita produzida;
- Areia e brita comerciais.

Caso seja necessário a utilização de combinações diferentes, deve-se proceder ajustes nas composições de custos durante a fase de elaboração do orçamento.

O SICRO apresenta composições de custos para confecção e instalação de dispositivos de drenagem superficial, sub-superficial e profunda.

2.1. Descrição dos Serviços

2.1.1. Sarjetas

As sarjetas são dispositivos de drenagem longitudinais construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos destinados a interceptar os deflúvios que podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego.

Por razões de segurança, as sarjetas têm geralmente a forma triangular, trapezoidal ou semicircular.

A execução das sarjetas deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 18/2006.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de sarjeta:

- Sarjeta triangular de concreto - STC 01 a STC 08;
- Sarjeta triangular de grama - STG 01 a STG 04;
- Sarjeta trapezoidal de concreto - SZC 01 e SCZ 02;
- Sarjeta trapezoidal de grama - SZG 01 e SCG 02;
- Sarjeta de canteiro central de concreto - SCC 01 a SCC 04.

A produção de sarjetas moldadas “in loco” com extrusora pode ser definida em função da expressão matemática apresentada abaixo:

$$P = \frac{V \times Fe}{Tc \times Fcv}$$

onde:

V representa o volume = 33,0 m³;

Fe representa o fator de eficiência = 0,83;

Tc representa o tempo total de ciclo = 8 horas;

Fcv representa o fator de conversão.

A Tabela 01 apresenta os fatores de conversão obtidos em função da compatibilização das áreas das sarjetas com a capacidade da extrusora.

Tabela 01 - Fatores de conversão para sarjetas moldadas “in loco” por extrusão

Tipos de Sarjetas de Concreto	Fatores de Conversão
STC 01	0,11715
STC 02	0,10127
STC 03	0,08699
STC 04	0,07211
STC 05	0,10968
STC 06	0,09264
STC 07	0,07892
STC 08	0,06643
SZC 01	0,08733
SZC 02	0,06053
SCC 01	0,10052
SCC 02	0,13485
SCC 03	0,10827
SCC 04	0,14690

2.1.2. Valetas

As valetas são dispositivos localizados nas cristas de cortes ou pés de aterro, consequentemente afastados das faixas de tráfego, com a mesma finalidade das sarjetas, mas que por escoarem maiores deflúvios ou em razão de suas características construtivas têm em geral a forma trapezoidal ou retangular.

A execução das valetas deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 18/2006.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de valeta:

- Valeta de proteção de cortes com revestimento vegetal - VPC 01 e VPC 02;
- Valeta de proteção de cortes com revestimento de concreto - VPC 03 e VPC 04;
- Valeta de proteção de aterros com revestimento vegetal - VPA 01 e VPA 02;
- Valeta de proteção de aterros com revestimento de concreto - VPA 03 e VPA 04.

2.1.3. Transposição de Segmentos de Sarjeta

As transposições de segmentos de sarjeta com tubo de concreto são utilizadas quando os deflúvios conduzidos podem ser transferidos para um coletor de águas pluviais, por meio de canalizações tubulares inteiramente confinadas.

As transposições de segmentos de sarjeta com laje de concreto armado são utilizadas nos casos em que os deflúvios somente poderão ser absorvidos por canalizações retangulares, trapezoidais ou triangulares, exigindo o capeamento com laje de concreto para permitir a execução do pavimento do acesso.

As transposições de segmentos de sarjeta também são indicadas em locais e situações onde não se possa dispor de profundidades que permitam a utilização de tubos com suficiente recobrimento.

A execução das transposições de segmentos de sarjeta deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 19/2004.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de transposição de segmentos de sarjetas:

- Transposição de segmentos de sarjeta - TSS 01 a TSS 06

No caso das transposições de segmentos de sarjetas dos tipos TSS 01 e TSS 02, as composições de custos dos serviços indicam a utilização de tubos de concreto com diâmetros de 30 cm e 40 cm, respectivamente.

2.1.4. Meio-Fio

Os meios-fios são limitadores físicos da plataforma rodoviária, com diversas finalidades, entre as quais, destaca-se a função de proteger o bordo da pista dos efeitos da erosão causada pelo escoamento das águas precipitadas sobre a plataforma que, decorrentes da declividade transversal, tendem a verter sobre os taludes dos aterros. Desta forma, os meios-fios têm a função de interceptar este fluxo, conduzindo os deflúvios para os pontos previamente escolhidos para lançamento.

A execução dos meios-fios deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 20/2006.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de meios-fios:

- Meio fio de concreto - MFC 01 a MFC 08 - com forma de madeira e moldado no local com extrusora

A produção de meios-fios moldados no local com extrusora pode ser definida em função da fórmula matemática apresentada abaixo:

$$P = \frac{C \times Fe}{Tc \times Fcv}$$

onde:

C representa a capacidade da extrusora = 30,0 m³/h;

Fe representa o fator de eficiência = 0,83;

Tc representa o tempo total de ciclo = 8 horas;

Fcv representa o fator de conversão.

A Tabela 02 apresenta os fatores de conversão obtidos em função da compatibilização dos volumes de concreto dos meios-fios com a capacidade da extrusora.

Tabela 02 - Fatores de conversão para os meios-fios moldados no local por extrusão

Tipos de Meio-Fio de Concreto	Fatores de Conversão
MFC 01	0,10250
MFC 02	0,08660
MFC 03	0,04205
MFC 04	0,03090
MFC 05	0,03375
MFC 06	0,02260
MFC 07	0,03750
MFC 08	0,07225

2.1.5. Entrada para Descida d'água

As entradas para descida d'água são dispositivos de drenagem destinados à transferência das águas captadas para canalizações ou outros dispositivos possibilitando o escoamento de forma segura e eficiente.

A execução de entradas para descida d'água deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 21/2004.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de entradas de descida d'água:

- Entrada para descida d'água - EDA 01 e EDA 02;
- Entrada para descida d'água - EDA 03 e EDA 04.

2.1.6. Descida d'Água

As descidas d'água são dispositivos que possibilitam o escoamento das águas que se concentram em talvegues interceptados pelo terraplenagem e que vertem sobre os taludes de cortes ou de aterros.

Nestas condições, para evitar os danos da erosão, torna-se necessária a sua canalização e condução por meio de dispositivos adequadamente construídos, de forma a promover a dissipação das velocidades e desenvolver o escoamento em condições favoráveis até os pontos de deságue, previamente escolhidos.

A execução das descidas d'água deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 21/2004.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de descidas d'água:

- Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 01 a DAR 04;
- Descida d'água de cortes em degraus - DCD 01 a DCD 04;
- Descida d'água de aterros em degraus - DAD 01 a DAD 18.

2.1.7. Dissipador de Energia

Os dissipadores de energia são dispositivos que visam promover a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou mesmo ao longo da própria canalização, de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

A execução dos dissipadores de energia deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 22/2006.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de dissipadores de energia:

- Dissipador de energia - DES 01 a DES 04;
- Dissipador de energia - DEB 01 a DEB 13;
- Dissipador de energia - DED 01.

2.1.8. Caixa Coletora

As caixas coletoras são dispositivos construídos nas extremidades dos bueiros de forma a permitir a captação e transferência dos deflúvios, conduzindo-os superficialmente para as canalizações a serem construídas em nível inferior (ao da captação), garantindo ao bueiro o recobrimento necessário.

A execução das caixas coletoras deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 26/2004.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de caixas coletoras:

- Caixa coletora de sarjeta com grelha de concreto - CCS 01 a CCS 20 com TCC 01;
- Caixa coletora de sarjeta com grelha de ferro - CCS 01 a CCS 20 com TCC 02;
- Caixa coletora de talvegue - CCT 01 a CCT 20.

2.1.9. Dreno Longitudinal Profundo

Os drenos longitudinais profundos são dispositivos instalados nas camadas sub-superficiais das rodovias, em geral no subleito, de modo a permitir a captação, condução e deságue das águas que se infiltram pelo pavimento ou estão contidas no próprio maciço e que, por ação do tráfego e carregamento, podem comprometer a estrutura do pavimento e a estabilidade do corpo estradal.

A execução dos drenos longitudinais profundos deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 15/2006.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de drenos longitudinais profundos:

- Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 01 a DPS 08;
- Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 01 a DPS 08 com tubo PEAD;
- Dreno longitudinal profundo para corte em rocha - DPR 01 a DPR 05;
- Boca de saída para dreno longitudinal profundo - BSD 01 e BSD 02;
- Dreno longitudinal profundo em tubo de concreto D = 0,40 m em vala de 110 x 100 cm com brita envolta em geotêxtil.

Além da execução dos serviços de drenagem longitudinal profunda, o SICRO disponibiliza diversas composições de custos para confecção de tubos de concreto, elaboradas em função da variação dos diâmetros e de seu tipo, conforme detalhamento apresentado abaixo.

a) Diâmetro:

- D = 0,20 m;
- D = 0,30 m;
- D = 0,40 m;
- D = 0,50 m.

b) Tipo de tubo:

- Tubo de concreto convencional;
- Tubo de concreto poroso;
- Tubo de concreto perfurado.

A Tabela 03 apresenta as quantidades de equipamentos, de mão de obra e de materiais por metro linear considerados nas composições de custos de confecção de tubos de concreto convencional, poroso e perfurado de pequenos diâmetros.

Tabela 03 - Insumos considerados na confecção de tubos de concreto de pequenos diâmetros

Descrição dos Insumos	Unidade	Quantidade			
		D = 0,20 m	D = 0,30 m	D = 0,40 m	D = 0,50 m
Transportador manual de tubos de concreto	h	0,40000	0,60000	0,80000	1,00000
Grupo gerador 2,5/3 KVA	h	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
Conjunto vibratório para tubos de concreto	h	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
Servente	h	0,80000	1,20000	1,60000	2,00000
Concreto para fabricação de tubos fck = 25 MPa	m³	0,02279	0,03255	0,05858	0,09264

A Tabela 04 apresenta os demais parâmetros necessários ao consumo de concreto na confecção de tubos de pequenos diâmetros.

Tabela 04 - Parâmetros utilizados no cálculo de consumo de concreto para confecção de tubos

Diâmetro (m)	Espessura (m)	Bolsa do Tubo (m)
0,2	0,03	0,050
0,3	0,03	0,060
0,4	0,04	0,065
0,5	0,05	0,070

A produção dos serviços de confecção de tubos de concreto de pequenos diâmetros foi definida em 2 unidades por hora.

2.1.10. Dreno Sub-superficial

Os drenos sub-superficiais são dispositivos instalados nas camadas subjacentes dos pavimentos de cortes ou aterros que, liberando parte da água retida, aliviam as tensões e propiciam a preservação desses pavimentos. Quanto à forma construtiva, os drenos sub-superficiais podem ser cegos ou contínuos com tubos plásticos.

A execução dos drenos sub-superficiais deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 16/2006.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de drenos sub-superficiais:

- Dreno sub-superficial - DSS 01 a DSS 04;
- Boca de saída para dreno sub-superficial - BSD 03.

2.1.11. Dreno Sub-horizontal

Os drenos sub-horizontais são dispositivos instalados em taludes de cortes, aterros ou encostas, que visa proporcionar o escoamento das águas retidas nos maciços, de forma a aliviar os empuxos capazes de instabilizar taludes ou encostas.

A execução dos drenos sub-horizontais deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 17/2006.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de drenos sub-horizontais:

- Dreno sub-horizontal - DSH 01;
- Boca de saída para dreno sub-horizontal - BSD 04.

2.1.12. Boca de Lobo

As bocas de lobo são dispositivos de captação, localizados junto aos bordos dos acostamentos ou meios-fios da malha viária urbana que, através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias ou outros coletores. Por razões de segurança, as bocas de lobo são capeadas por grelhas metálicas ou de concreto.

A execução das bocas de lobo deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 30/2004.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de execução de bocas de lobo:

- Boca de lobo simples - BLS 01 e BLS 02;
- Boca de lobo combinada com chapéu e grelha metálica simples - BLC 01 e BLC 02;
- Boca de lobo simples com grelha de concreto - BLSG 01 a BLSG 04;
- Boca de lobo dupla com grelha de concreto - BLDG 01 a BLDG 04.

2.1.13. Caixa de Ligação e Passagem

As caixas de ligação e passagem são dispositivos utilizados nas redes de águas pluviais para inspeção, manutenção, interligação, mudança de direção, conexão e entroncamento de redes auxiliares. Estes dispositivos de drenagem permitem a captação e a transferência dos deflúvios, conduzindo-os superficialmente para as canalizações a serem construídas em nível inferior ao da captação.

A execução das caixas de ligação e passagem deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 26/2004.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de execução de caixas de ligação e passagem:

- Caixa de ligação e passagem - CLP 01 a CLP 18.

2.1.14. Poço de Visita

Os poços de visita são caixas intermediárias que se localizam ao longo da rede de águas pluviais e permitem modificações de alinhamento, dimensões, declividade ou alterações de quedas. O referido dispositivo de drenagem é composto da câmara do poço de visita (PVI) e da chaminé (CPV).

A execução dos poços de visita deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 30/2004.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de execução dos poços de visita:

- Poço de visita - PVI 01 a PVI 018;
- Chaminé dos poços de visita - CPV 01 a CPV 07.

2.1.15. Canaletas de Concreto Meia Cana

As canaletas de concreto meia cana são dispositivos de drenagem simples, com ponta e bolsa (tipo macho fêmea), sem armação, para o escoamento de águas superficiais, assentes na superfície do terreno.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de execução de canaletas de concreto meia cana:

- Drenagem em canaleta meia cana D = 30 cm;
- Drenagem em canaleta meia cana D = 40 cm.

A Tabela 05 apresenta as quantidades de insumos por metro linear considerados nas composições de custos de confecção das canaletas de concreto meia cana.

Tabela 05 - Insumos considerados na confecção de canaletas de concreto meia cana

Descrição dos Insumos	Unidade	D = 30 cm	D = 40 cm
		Quantidade (por m)	
Carro manual modelo plataforma de 200 x 80 cm	h	0,45000	0,60000
Grupo gerador de 2,5/3 KVA	h	1,00000	1,00000
Conjunto vibratório para meio tubo de concreto	h	1,00000	1,00000
Pedreiro	h	0,18000	0,26000
Servente	h	0,90000	1,20000
Concreto para fabricação de tubos fck = 25 MPa	m³	0,01628	0,02929

2.1.16. Dreno Tipo Barbacã

Os drenos tipo barbacã são dispositivos utilizados para a drenagem de taludes em muros de arrimo ou cortinas de concreto e têm a finalidade de diminuir a pressão da água sobre a estrutura.

O dreno tipo barbacã é constituído por um tubo curto de PVC que atravessa a estrutura e possui uma pequena inclinação, cerca de 5°, para facilitar o escoamento das águas captadas. O tubo possui uma extremidade livre, biselada, e a outra penetra no talude e é protegida por um filtro de brita. No interior do filtro, o tubo é perfurado e envolvido por uma tela de nylon. A extremidade livre fica fora da estrutura em cerca de 10 cm.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de execução de drenos tipo barbacã:

- Dreno tipo barbacã D = 50 mm;
- Dreno tipo barbacã D = 75 mm.

2.1.17. Instalação de Grelhas

As grelhas são fabricadas em PVC ou metálicas, com capacidade para suportar o tráfego de pedestres e veículos, e são posicionadas sobre as canaletas.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de instalação de grelhas:

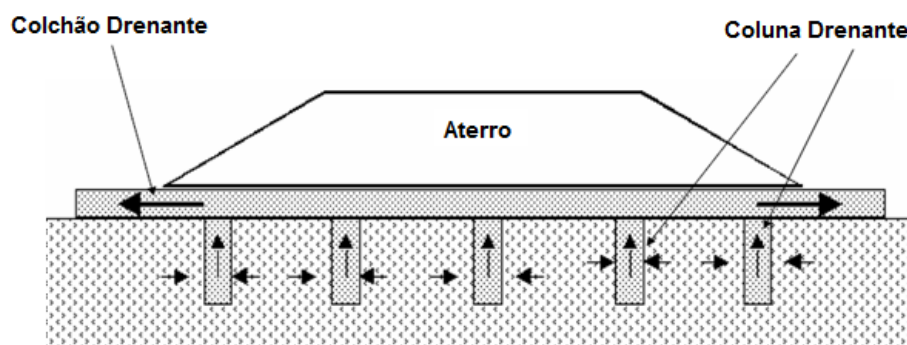
- Instalação de grelha de piso em PVC para pedestres - largura de 13 cm;
- Instalação de grelha de piso em PVC para veículos de até 30 kN - largura de 13 cm;
- Instalação de grelha de piso em PVC para veículos de até 100 kN - largura de 13 cm;
- Instalação de grelha de piso em PVC para pedestres - largura de 20 cm;
- Instalação de grelha de piso em PVC para veículos de até 30 kN - largura de 20 cm;

- Instalação de grelha de piso em PVC para veículos de até 100 kN - largura de 20 cm;
- Instalação de grelha metálica para canaletas 10 x 100 cm;
- Instalação de grelha metálica para canaletas 15 x 100 cm;
- Instalação de grelha metálica para canaletas 20 x 100 cm;
- Instalação de grelha metálica para canaletas 50 x 50 cm.

2.1.18. Coluna Drenante de Areia

A coluna drenante de areia consiste em um dispositivo utilizado para a drenagem de aterros sobre solos moles com a finalidade de acelerar o seu adensamento. A coluna drenante é aplicável a camadas de pequena espessura e normalmente utilizada abaixo de um colchão drenante, conforme apresentado na Figura 01.

Figura 01 - Coluna drenante de areia



O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de execução de coluna drenante de areia:

- Coluna drenante de areia comercial - D = 20 cm;
- Coluna drenante de areia extraída - D = 20 cm.

2.1.19. Aplicação de Geotêxtil

O geotêxtil é uma manta permeável que, quando associado ao solo, tem a capacidade de drenar, filtrar, separar, reforçar e proteger.

A aplicação de geotêxtil em obras de vias terrestres pode ser justificada para diferentes situações, a saber:

- Como camada de reforço de solos em muros de contenção de taludes e aterros sobre solos moles;
- Para facilitar a drenagem em função de sua propriedade de impedir a colmatção dos materiais granulares pelos materiais finos;
- Para impedir o bombeamento de materiais do subleito;
- Como camada de bloqueio, impedindo a mistura do material da base ou da sub-base com o subleito.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de aplicação de geotêxtil:

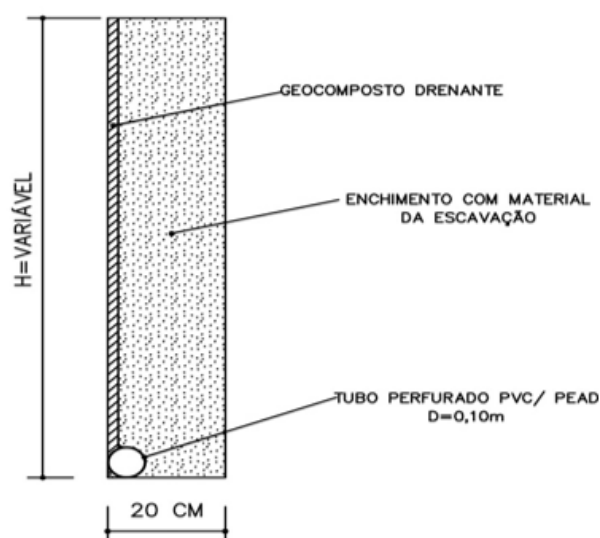
- Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado RT 14;
- Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado RT 31.

2.1.20. Drenagem com Geocomposto e Geodreno

2.1.20.1. Dreno Profundo com Geocomposto Drenante

O referido dreno é formado por geocomposto drenante com tubo em PEAD perfurado, colocado em uma vala com largura suficiente para sua inserção. A vala tem largura de 20 cm e a altura varia entre 1,0 e 1,5 m, conforme apresentado na Figura 02.

Figura 02 - Dreno profundo com geocomposto drenante



O equipamento utilizado para abertura da vala desse dispositivo de drenagem deve ser uma valetadeira mecânica acoplada a uma escavadeira compacta, que escava a vala com seção uniforme, não permitindo a ocorrência de variações indevidas na largura e na profundidade.

A Tabela 06 apresenta os consumos de escavação e enchimento de solo necessários à execução de drenos profundos com geocomposto drenante em valas de 20 centímetros de largura e altura variando entre 1,0 e 1,5 metros.

Tabela 06 - Consumos na execução de drenos profundos com geocomposto drenante

Altura (cm)	Escavação (m³/m)	Tubo Perfurado (und/m)	Enchimento de Solo (m³/m)
100,0	0,20	1,0	0,18
150,0	0,30	1,0	0,27

O geocomposto para drenagem é formado pela combinação de um geotêxtil, que atua como um elemento de filtro, e de uma georrede ou de um geoespaçador, que atuam como elemento drenante. O geoespaçador é um produto polimérico com estrutura tridimensional, constituído de forma a apresentar grande volume de vazios.

A produção do serviço é definida em função da profundidade da vala, compreendendo as atividades de descarga e transporte até a vala, colocação do tubo perfurado no geocomposto, execução de emenda no geocomposto e posicionamento do conjunto no interior da vala, conforme parâmetros apresentados na Tabela 07.

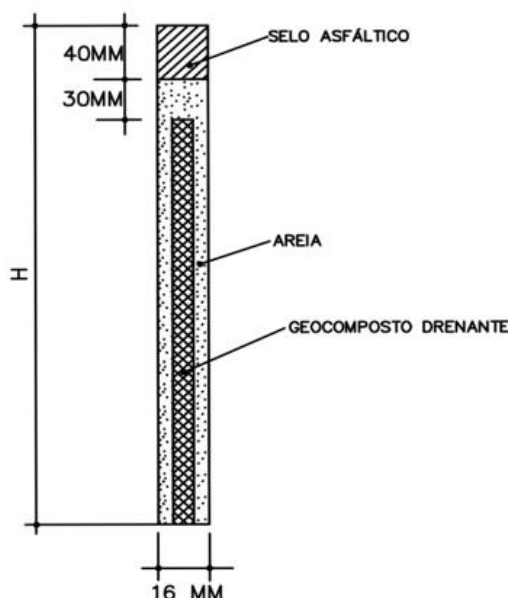
Tabela 07 - Produção dos serviços de drenos profundos com geocomposto drenante

Altura da Vala (m)	Pedreiro (h)	Servente (h)	Produção (m/h)
1,0	1,0	2,0	132,0
1,5	1,0	2,0	113,0

2.1.20.2. Dreno de Pavimento em Microvala com Geocomposto Drenante

O referido dreno é formado por geocomposto drenante, colocado em uma vala com largura suficiente para sua inserção, sendo posteriormente preenchido com areia e selo asfáltico. A vala tem largura e profundidade definidas em função do projeto tipo adotado, conforme detalhes apresentados na Figura 03.

Figura 03 - Dreno de pavimento em microvala com geocomposto drenante



O equipamento utilizado para abertura da vala deve ser uma cortadora de pavimento de disco diamantado, capaz de cortar a camada de asfalto e as camadas de base e sub-base existentes, com seção uniforme, não permitindo a ocorrência de variações indevidas na largura e na profundidade.

A produção é definida em função da profundidade da microvala, compreendendo as atividades de descarga e transporte até a vala, execução de emendas no geocomposto, posicionamento no interior da vala, preenchimento e compactação com areia e execução do selo asfáltico, conforme parâmetros apresentados na Tabela 08.

Tabela 08 - Produção e consumos dos drenos em microvala com geocomposto drenante

Altura da Microvala (m)	Pedreiro (h)	Servente (h)	Produção (m/h)
0,40	1,0	2,0	14,0
0,60	1,0	2,0	10,0

2.1.20.3. Dreno Longitudinal de Pavimento com Geocomposto Drenante

O referido dreno é formado por geocomposto drenante com tubo em PEAD perfurado, colocado longitudinalmente ao eixo da via, na interface da faixa de rolamento existente e a faixa a ser construída.

O SICRO apresenta composições de custos para os seguintes serviços de execução de drenos longitudinais de pavimento com geocomposto drenante:

- Dreno longitudinal de pavimento com geocomposto drenante - H = 0,4 m;
- Dreno longitudinal de pavimento com geocomposto drenante - H = 0,6 m;
- Dreno longitudinal de pavimento com geocomposto drenante - H = 1,0 m;
- Dreno longitudinal de pavimento com geocomposto drenante - H = 1,5 m.

2.1.20.4. Geodreno Vertical

Os geodrenos verticais são utilizados na construção de aterros sobre solos moles com objetivo de acelerar o adensamento primário dos solos.

O adensamento do solo consiste em um processo relacionado à diminuição de seus vazios com o tempo em função da saída da água do seu interior. Este processo pode ocorrer devido a um acréscimo de solicitação sobre o solo, seja pela edificação de uma estrutura, construção de um aterro, rebaixamento do nível de água do lençol freático ou drenagem do solo, entre outros.

Os geodrenos verticais são compostos por tiras finas de geocomposto, algumas vezes chamadas de “drenos artificiais”, e inseridas verticalmente no solo por equipamento de cravação. A presença destes elementos no interior do solo reduz o percurso de drenagem da água capilar para liberar as pressões de água, acelerando assim a consolidação dos solos.

O SICRO apresenta uma composição de custo para o serviço de execução dos geodrenos verticais.

2.2. Critérios de Medição

A medição dos dispositivos de drenagem deve ser realizada em função da unidade e das orientações contidas em suas respectivas especificações de serviço.

3. BUEIROS TUBULARES

3. BUEIROS TUBULARES

Os bueiros tubulares são obras de arte correntes constituídas por tubos que tem por objetivo permitir a passagem livre das águas que ocorrem nas estradas. Os bueiros são compostos de duas partes, a saber: seu corpo e sua boca.

O corpo de bueiro constitui a parte situada sob os cortes e aterros. As bocas de bueiros constituem os dispositivos de admissão e lançamento, a montante e a jusante, e são compostas de soleira, muro de testa e alas.

Quando o nível da entrada d'água na boca de montante estiver situado abaixo da superfície do terreno natural, a boca deve ser substituída por uma caixa coletora.

Em função do número de linhas dos tubos, os bueiros podem ser classificados em simples, duplos ou triplos. Bueiros com mais linhas de tubos não são recomendáveis visto que podem provocar alagamento em uma faixa muito ampla.

A nomenclatura "PA" significa que os tubos de concreto armado são destinados às águas pluviais. As classes dos bueiros tubulares são definidas de acordo com os valores de carga mínima de fissura (tubos armados) ou carga isenta de dano (tubos reforçados com fibras).

As composições de custos dos bueiros tubulares do SICRO foram estruturadas de acordo com as soluções e os consumos constantes do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 4ª Edição (Publicação IPR nº 736).

3.1. Tipificação dos Bueiros Tubulares

O SICRO apresenta composições de custos de bueiros tubulares em função da quantidade de linhas de tubos, de seu diâmetro, da natureza dos agregados, do formato e da esconsidade das bocas dos bueiros e da classe dos bueiros, a saber:

a) Quantidade de linhas de tubo:

- Simples (Bueiro Simples Tubular de Concreto - BSTC);
- Duplo (Bueiro Duplo Tubular de Concreto - BDTC);
- Triplo (Bueiro Triplo Tubular de Concreto - BTTC).

b) Diâmetro:

- D = 0,40 m;
- D = 0,60 m;
- D = 0,80 m;
- D = 1,00 m;
- D = 1,20 m;
- D = 1,50 m.

c) Natureza dos agregados:

- Areia extraída, brita e pedra de mão produzidas;
- Areia, brita e pedra de mão comerciais.

d) Bocas de bueiro:

- Alas retas;
- Alas esconsas.

e) Esconsidade da boca de bueiro:

- Esconsidade 0°;
- Esconsidade 5°;
- Esconsidade 10°;
- Esconsidade 15°;
- Esconsidade 20°;
- Esconsidade 25°;
- Esconsidade 30°;
- Esconsidade 35°;
- Esconsidade 40°;
- Esconsidade 45°.

f) Classe de bueiro:

- PA-01;
- PA-02;
- PA-03;
- PA-04.

3.2. Descrição dos Serviços**3.2.1. Corpo de Bueiro Tubular de Concreto**

A execução de corpos de bueiros tubulares de concreto exige os seguintes materiais:

- Tubo de concreto armado;
- Formas de tábuas de pinho;
- Concreto ciclópico;
- Argamassa de cimento e areia.

Todas as composições de custos para execução dos corpos de bueiros tubulares de concreto do SICRO apresentam os tubos como insumos comerciais. Entretanto, durante a fase de elaboração do orçamento, face às condições locais, as composições podem ser ajustadas, prevendo-se a confecção dos tubos diretamente no canteiro.

O concreto ciclópico e a forma de tábua de pinho são utilizados na execução dos berços de concreto, que têm a função de suportar, transmitir e distribuir os esforços do carregamento do tubo do bueiro ao solo.

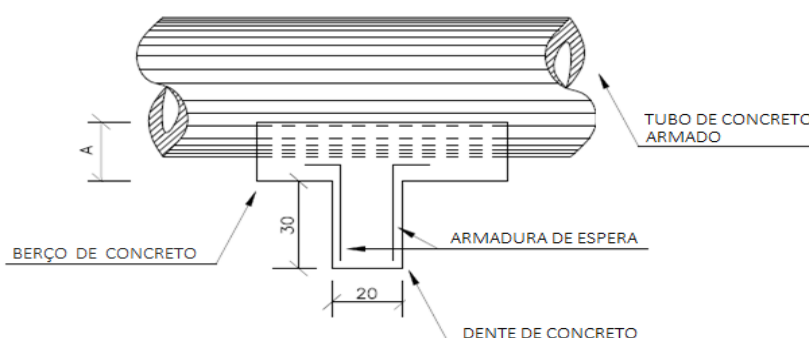
As composições de custos do SICRO consideram que os bueiros tubulares encontram-se assentados sobre berços de concreto ciclópico com resistência característica a compressão de 20 MPa.

O consumo de concreto ciclópico necessário (m^3/m) é definido em função da relação entre as áreas do berço e do segmento circular do tubo.

As formas de tábuas de pinho necessárias à execução do berço do bueiro tubular têm seu reaproveitamento definido em 3 vezes e o seu consumo (m^2/m) é obtido em função da altura do lastro de concreto.

A Figura 04 apresenta a vista lateral de bueiro tubular de concreto, com detalhe do corpo, do dente de concreto, do berço e da armadura de espera.

Figura 04 - Vista lateral do corpo do bueiro tubular de concreto



As composições de custos de corpo de bueiros do SICRO consideram a utilização de uma argamassa de cimento e areia, de traço 1:4, para o rejuntamento dos tubos.

O consumo da argamassa para rejuntamento dos tubos (m^3/m) é calculado em função do diâmetro e da espessura do tubo e do comprimento da folga entre a bolsa e o tubo.

A Tabela 09 apresenta os valores de folga entre o tubo e a bolsa utilizados para o cálculo do consumo de argamassa necessária ao rejuntamento dos tubos.

Tabela 09 - Folga adotada no cálculo do consumo de argamassa

Diâmetro do Tubo (m)	Folga (mm)
0,40	15,0
0,60	20,0
0,80	20,0
1,00	20,0
1,20	25,0
1,50	30,0

As Figuras 05 a 07 apresentam o detalhamento dos bueiros tubulares de concreto simples, duplos e triplos e os seus respectivos berços de assentamento.

Figura 05 - Bueiro simples tubular de concreto (BSTC)

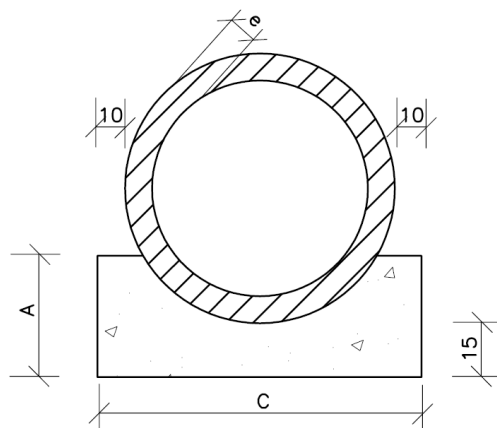


Figura 06 - Bueiro duplo tubular de concreto (BDTC)

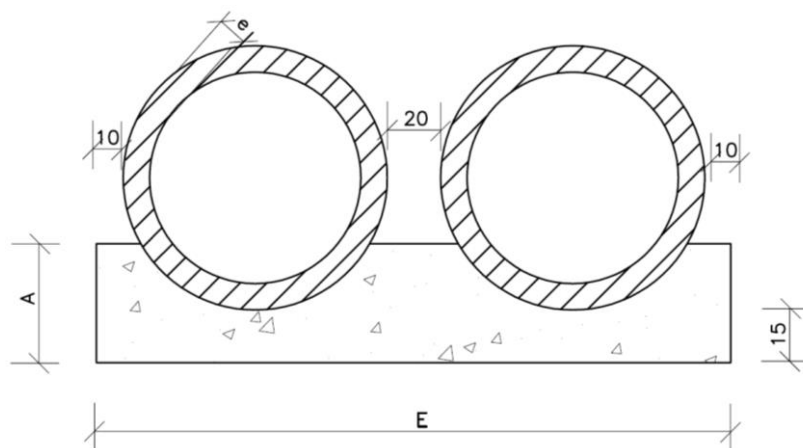
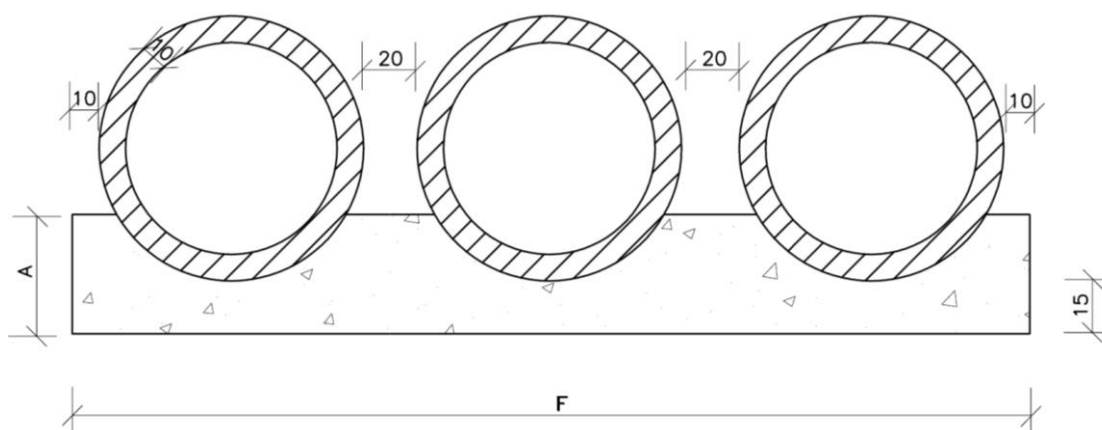


Figura 07 - Bueiro triplo tubular de concreto (BTTC)



A Tabela 10 apresenta as dimensões dos bueiros tubulares de concreto para diferentes diâmetros.

Tabela 10 - Dimensões dos bueiros tubulares de concreto

Diâmetro (m)	Dimensões dos Bueiros Tubulares (cm)				
	A	C	E	F	Espessura
0,40	25,0	72,0	-	-	6,0
0,60	30,0	96,0	-	-	8,0
0,80	35,0	120,0	240,0	-	10,0
1,00	40,0	144,0	288,0	432,0	12,0
1,20	45,0	166,0	332,0	498,0	13,0
1,50	50,0	198,0	396,0	594,0	14,0

A Tabela 11 apresenta os consumos de concreto e forma de tábuas de pinho por metro linear considerados para a execução do berço de concreto dos bueiros simples, duplos e triplos de diferentes diâmetros.

Tabela 11 - Consumo por metro linear para execução dos berços dos bueiros tubulares

Diâmetro do Tubo (m)	Bueiro Simples		Bueiro Duplo		Bueiro Triplo	
	Concreto (m³/m)	Forma (m²/m)	Concreto (m³/m)	Forma (m²/m)	Concreto (m³/m)	Forma (m²/m)
0,40	0,151	0,50	-	-	-	-
0,60	0,225	0,60	-	-	-	-
0,80	0,308	0,70	0,616	0,70	-	-
1,00	0,402	0,80	0,804	0,80	1,206	0,80
1,20	0,499	0,90	0,998	0,90	1,498	0,90
1,50	0,644	1,00	1,288	1,00	1,933	1,00

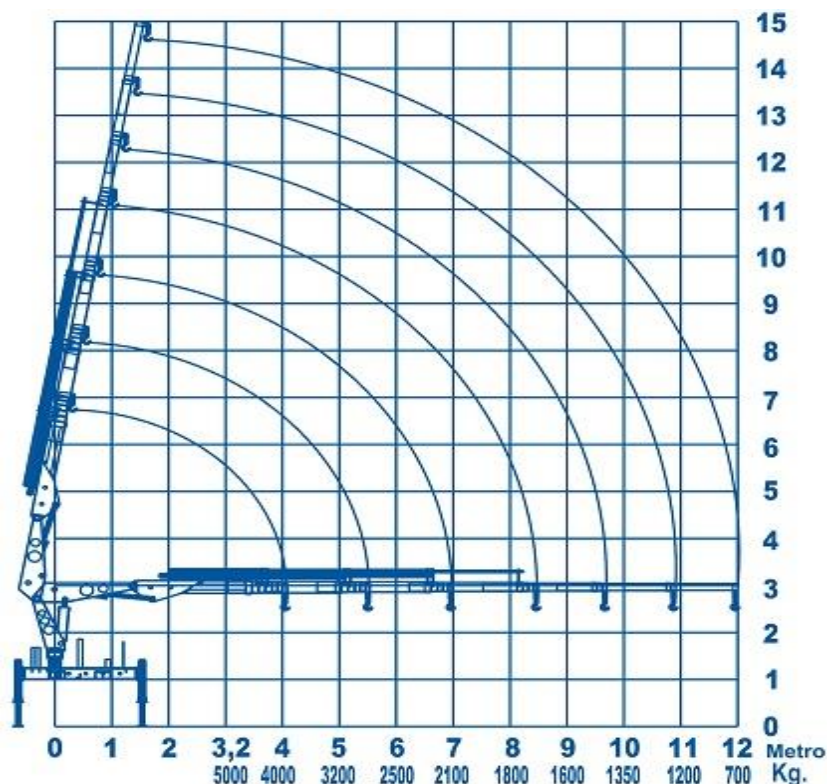
A composição de custo do serviço de corpo de bueiro tubular do SICRO prevê ainda que o transporte dos tubos de concreto deve ser realizado por um caminhão carroceria com guindauto com capacidade de 30 t.m. Esse guindaste permite o lançamento e a movimentação de tubos até as distâncias indicadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Capacidade de carga e alcance do caminhão guindauto de 6.000 kg

Diâmetro do Tubo (m)	Peso Aproximado (kg)	Alcance (m)
0,80	700,0	12,0
1,00	1.100,0	11,5
1,20	1.500,0	9,5
1,50	2.300,0	6,5

A Figura 08 apresenta o ábaco de capacidade de carga e alcance do caminhão guindauto adotado como referência para o transporte e movimentação dos tubos.

Figura 08 - Ábaco de capacidade de carga e alcance do caminhão guindauto de 30 t.m



Para a execução dos serviços de corpo de bueiros tubulares, as composições de custos do SICRO consideram um pedreiro e três serventes, além do auxílio de um caminhão carroceria com guindauto.

A produção horária dos serviços pode ser calculada por meio da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times CT \times Fe}{Tc}$$

onde:

P representa a produção horária;
CT representa o comprimento do tubo;
Fe representa o fator de eficiência;
Tc representa o tempo de ciclo.

$$P \text{ (m/h)} = \frac{60 \times 1,00 \text{ m} \times 0,83}{Tc \text{ (min)}}$$

O tempo de ciclo nesse serviço foi definido como o intervalo de tempo necessário para a execução de um metro de tubo de concreto.

A Tabela 13 apresenta os tempos de ciclo necessários para a execução do corpo de bueiro para os diferentes diâmetros e quantidades de linhas de tubo.

Tabela 13 - Tempos de ciclo para execução dos corpos de bueiros tubulares

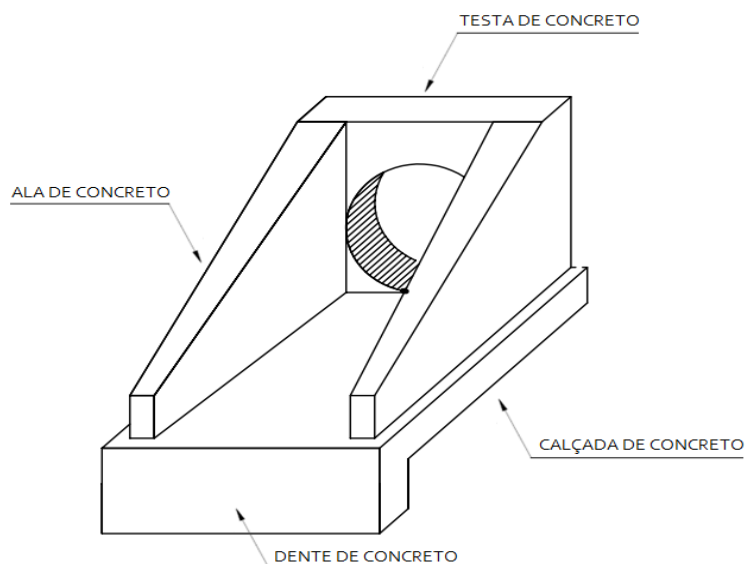
Diâmetro (m)	Tempo de Ciclo (min)		
	BSTC	BDTC	BTTC
0,40	4,0	-	-
0,60	8,0	-	-
0,80	12,0	24,0	-
1,00	16,0	32,0	48,0
1,20	20,0	40,0	60,0
1,50	26,0	52,0	78,0

3.2.2. Boca de Bueiro Tubular de Concreto

As bocas de bueiros podem ser executadas com alas retas ou esconsas. A esconsidade das alas é definida pelo ângulo formado entre o eixo longitudinal da ala e o eixo longitudinal do corpo do bueiro.

A Figura 09 apresenta os detalhes de uma boca de bueiro tubular de concreto, com seus respectivos componentes.

Figura 09 - Boca de bueiro tubular de concreto



A execução de bocas de bueiros tubulares de concreto exige os seguintes materiais:

- Concreto;
- Forma;
- Argamassa de cimento e areia.

O preparo e o lançamento do concreto para as bocas de bueiro estabelecem uma resistência característica de 20 MPa e o controle tecnológico realizado na condição A. As formas de tábua de pinho tem seu reaproveitamento definido em 3 vezes. A argamassa de cimento e areia, de traço 1:3, tem a função de regularização do concreto.

a) Boca de Bueiro Simples

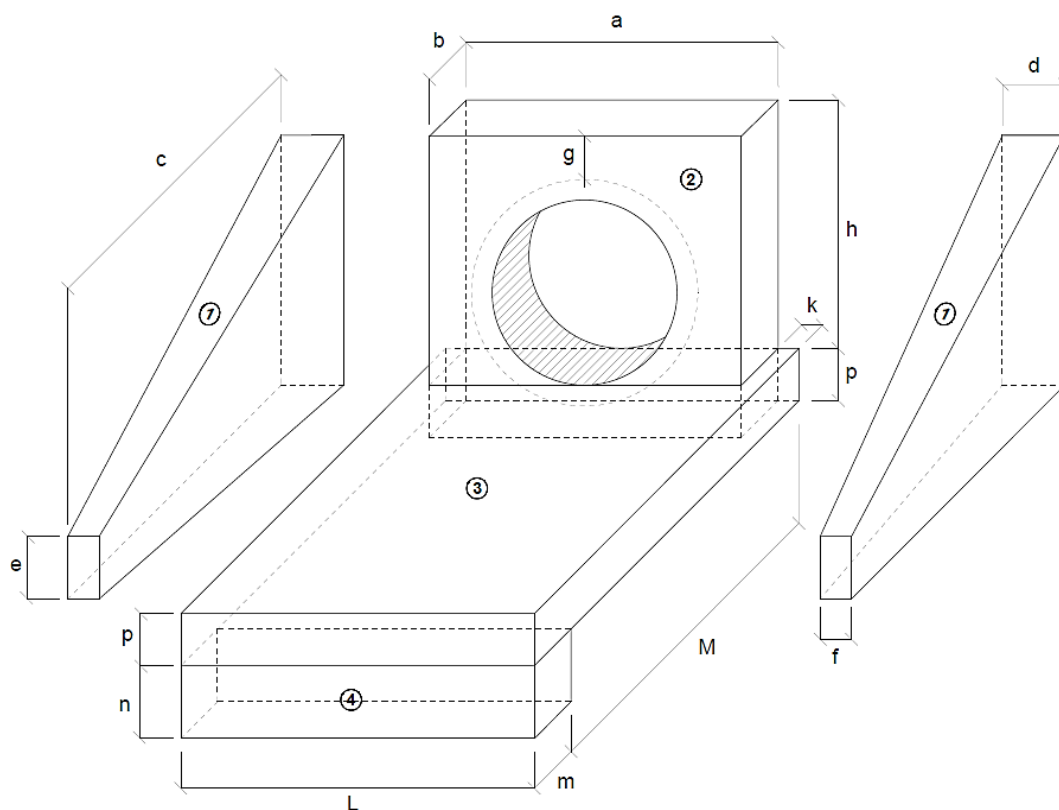
O consumo de concreto previsto nas composições de custos de boca de bueiros tubulares com alas retas do SICRO, por unidade, foi obtido em função do somatório dos volumes de seus componentes (alas, testa, calçada e dente).

O consumo de forma previsto nas composições de custos de boca de bueiros tubulares do SICRO, por unidade, foi obtido em função do somatório das áreas laterais das alas de concreto e de suas exterminadas a jusante, bem como a área anterior, posterior e laterais da testa de concreto.

O consumo unitário de argamassa de cimento e areia previsto nas composições de custos de boca de bueiros tubulares do SICRO foi obtido em função das dimensões das alas e da espessura média do revestimento.

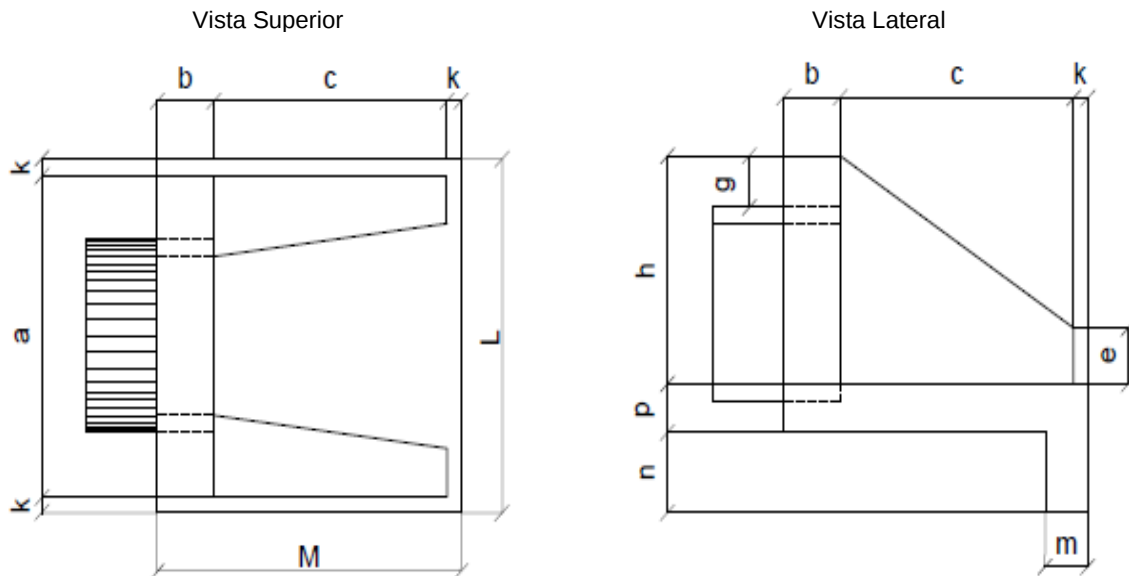
A Figura 10 apresenta o detalhamento das dimensões da boca de bueiro simples com alas retas necessárias para o cálculo dos consumos de concreto, de formas e de argamassa.

Figura 10 - Detalhamento das dimensões da boca de bueiro simples com alas retas



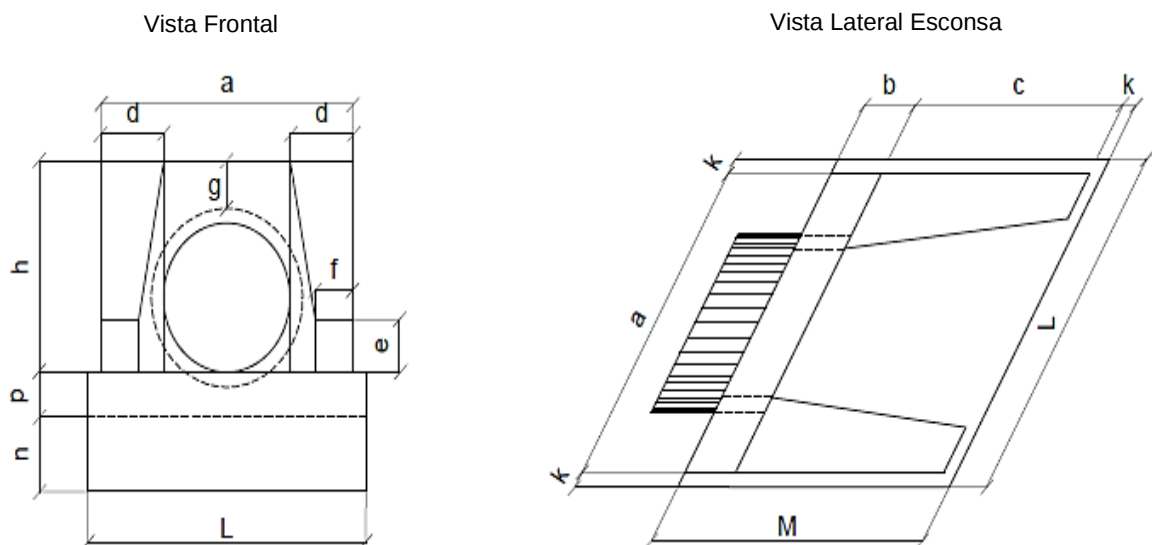
A Figura 11 apresenta o detalhamento das dimensões da boca de bueiro tubular simples por meio de suas vistas superior e lateral.

Figura 11 - Vistas superior e lateral da boca de bueiro simples tubular



A Figura 12 apresenta o detalhamento das dimensões da boca de bueiro tubular simples por meio de suas vistas frontal e lateral, com detalhe esconso.

Figura 12 - Vistas frontal e lateral, com detalhe esconso, da boca de bueiro simples tubular



As Tabelas 14 a 19 apresentam as dimensões de referência e as quantidades de concreto e formas para as bocas de bueiros simples tubulares de concreto de diferentes diâmetros e ângulos de esconsidade.

Tabela 14 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\phi = 0,40$ m

Bueiro Simples Tubular de Concreto (BSTC) Ø = 0,40 m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	80,00	20,0	90,0	20,00	15,0	10,0	20,0	66,0	5,0	20,0	20,0	20,0	90,00	115,0	2,29	0,423
5°	80,30			20,07									90,34		2,30	0,423
10°	81,23			20,30									91,39		2,31	0,423
15°	82,82			20,70									93,17		2,33	0,423
20°	85,13			21,28									95,77		2,36	0,424
25°	88,27			22,06									99,30		2,41	0,424
30°	92,37			23,09									103,92		2,47	0,425
35°	97,66			24,41									109,86		2,56	0,425
40°	104,43			26,10									117,48		2,67	0,426
45°	113,13			28,28									127,27		2,84	0,427

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 15 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\phi = 0,60$ m

Bueiro Simples Tubular de Concreto (BSTC) Ø = 0,60 m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	110,00	20,0	125,0	25,00	25,0	10,0	30,0	88,0	10,0	23,0	33,0	23,0	130,00	155,0	4,17	0,932
5°	110,42			25,09									130,49		4,18	0,932
10°	111,69			25,38									132,00		4,20	0,933
15°	113,88			25,88									134,58		4,24	0,933
20°	117,05			26,60									138,34		4,30	0,934
25°	121,37			27,58									143,43		4,38	0,935
30°	127,01			28,86									150,11		4,49	0,937
35°	134,28			30,51									158,70		4,65	0,938
40°	143,59			32,63									169,70		4,85	0,940
45°	155,56			35,35									183,84		5,14	0,942

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 16 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\phi = 0,80$ m

Bueiro Simples Tubular de Concreto (BSTC) $\varnothing = 0,80$ m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	140,00	25,0	145,0	30,00	35,0	15,0	30,0	120,0	10,0	25,0	35,0	25,0	160,00	180,0	6,83	1,619
5°	140,53			30,11									160,61		6,85	1,619
10°	142,15			30,46									162,46		6,88	1,620
15°	144,93			31,05									165,64		6,95	1,621
20°	148,98			31,92									170,26		7,06	1,622
25°	154,47			33,10									176,54		7,20	1,624
30°	161,65			34,64									184,75		7,39	1,627
35°	170,90			36,62									195,32		7,66	1,630
40°	182,75			39,16									208,86		8,02	1,633
45°	197,98			42,42									226,27		8,52	1,636

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 17 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\phi = 1,00$ m

Bueiro Simples Tubular de Concreto (BSTC) $\varnothing = 1,00\text{ m}$																
Escondidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m ²)	Concreto (m ³)
0°	170,00	30,0	165,0	35,00	50,0	20,0	30,0	142,0	10,0	27,0	37,0	27,0	190,00	205,0	9,68	2,514
5°	170,64			35,13									190,72		9,69	2,514
10°	172,62			35,53									192,93		9,75	2,515
15°	175,99			36,23									196,70		9,85	2,517
20°	180,91			37,24									202,19		9,99	2,520
25°	187,57			38,61									209,64		10,19	2,523
30°	196,29			40,41									219,39		10,47	2,527
35°	207,53			42,72									231,94		10,84	2,531
40°	221,91			45,68									248,02		11,36	2,536
45°	240,41			49,49									268,70		12,07	2,542

Observação: Dimensões em centímetros

Tabela 18 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\varnothing = 1,20$ m

Bueiro Simples Tubular de Concreto (BSTC) Ø = 1,20 m																
Escondidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	200,00	40,0	180,0	40,00	60,0	25,0	30,0	163,0	10,0	28,0	38,0	28,0	220,00	230,0	12,61	3,638
5°	200,76			40,15									220,84		12,64	3,639
10°	203,08			40,61									223,39		12,71	3,642
15°	207,05			41,41									227,76		12,84	3,646
20°	212,83			52,56									234,11		13,03	3,653
25°	220,67			44,13									242,74		13,30	3,661
30°	230,94			46,18									254,03		13,67	3,671
35°	244,15			48,83									268,57		14,16	3,682
40°	261,08			52,21									287,18		14,85	3,695
45°	282,84			56,56									311,12		15,79	3,709

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 19 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BSTC $\varnothing = 1,50$ m

Bueiro Simples Tubular de Concreto (BSTC) $\varnothing = 1,50$ m																
Escondidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	240,00	50,0	260,0	45,00	75,0	30,0	30,0	194,0	10,0	29,0	39,0	29,0	260,00	320,0	20,39	6,487
5°	240,91			45,17									260,99		20,43	6,488
10°	243,70			45,69									264,01		20,53	6,492
15°	248,46			56,58									269,17		20,71	6,499
20°	255,40			47,88									276,68		20,98	6,508
25°	264,81			49,65									286,87		21,35	6,520
30°	277,12			51,96									300,22		21,86	6,534
35°	292,98			54,93									317,40		22,56	6,550
40°	313,29			58,74									339,40		23,51	6,569
45°	339,41			63,63									367,69		24,84	6,590

Observação: Dimensões em centímetros.

b) Boca de Bueiros Duplos

O procedimento de cálculo dos consumos unitários dos materiais de boca de bueiros tubulares duplos é semelhante ao apresentado para boca de bueiros simples. A principal diferença relaciona-se à necessidade de aumento de sua largura devido ao fato de haver duas linhas de tubos que chegam a boca, conforme detalhamento apresentado nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 - Vistas superior lateral da boca de bueiro duplo tubular

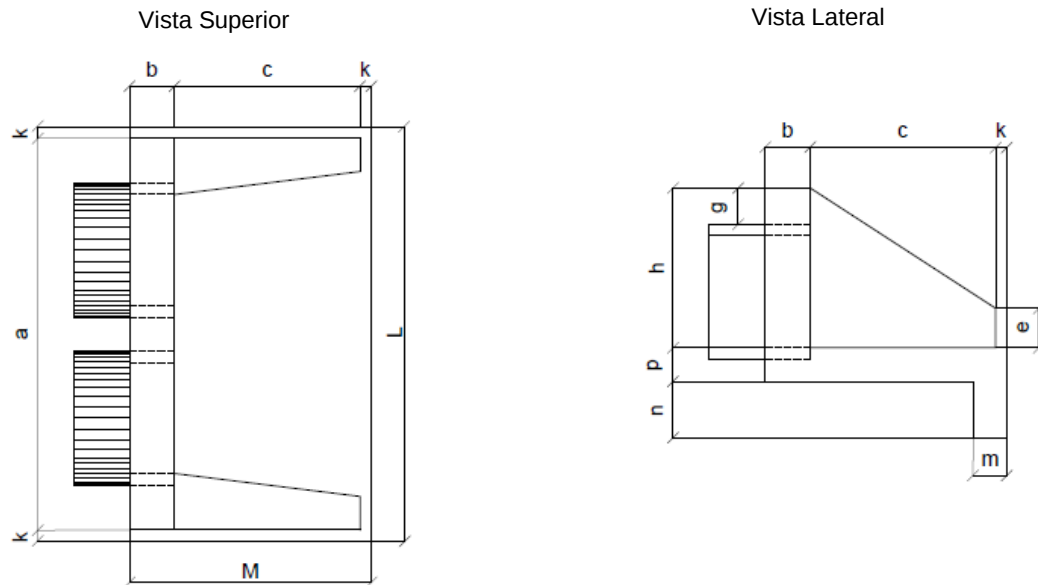
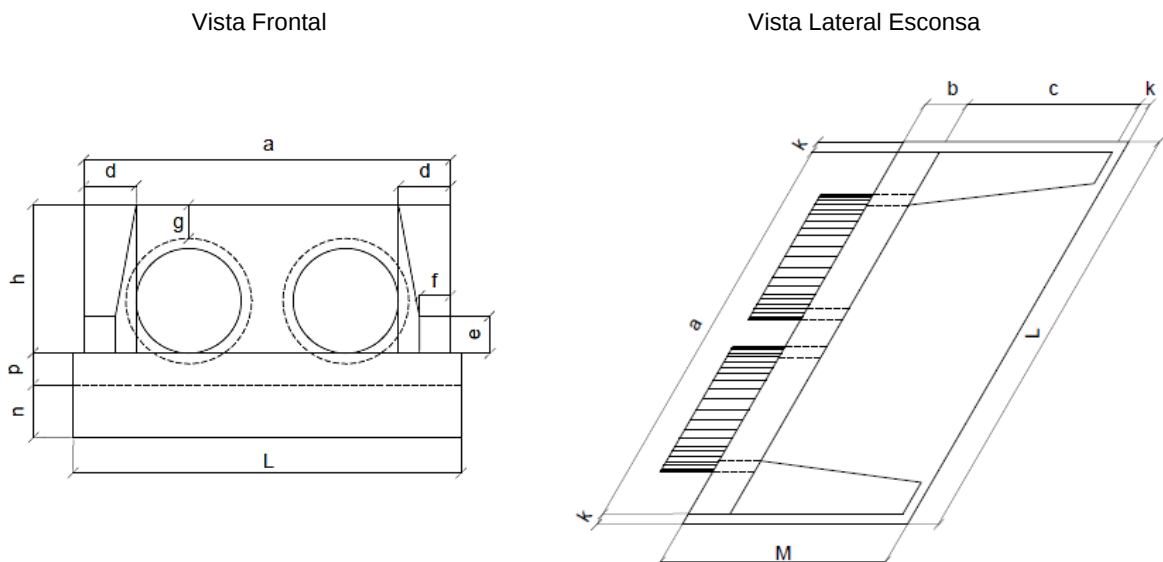


Figura 14 - Vistas frontal e lateral, com detalhe esconso, da boca de bueiro duplo tubular



As Tabelas 20 a 23 apresentam as dimensões de referência e as quantidades de concreto e formas para as bocas de bueiros duplos tubulares de concreto de diferentes diâmetros e ângulos de esconsidade.

Tabela 20 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BDTC $\varnothing = 0,80$ m

Bueiro Duplo Tubular de Concreto (BDTC) Ø = 0,80 m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	240,00	25,0	145,0	30,00	35,0	15,0	30,0	120,0	10,0	20,0	30,0	20,0	260,00	180,0	8,25	1,957
5°	240,91			30,11									260,99		8,27	1,958
10°	243,70			30,46									264,01		8,34	1,961
15°	248,46			31,05									269,17		8,46	1,965
20°	255,40			31,92									276,68		8,65	1,972
25°	264,81			33,10									286,87		8,90	1,981
30°	277,12			34,64									300,22		9,24	1,991
35°	292,98			36,62									317,40		9,71	2,003
40°	313,29			39,16									339,40		10,34	2,016
45°	339,41			42,42									367,69		11,22	2,031

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 21 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BDTC $\varnothing = 1,00$ m

Bueiro Duplo Tubular de Concreto (BDTC) Ø = 1,00 m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	290,00	30,0	165,0	35,00	50,0	20,0	30,0	142,0	10,0	22,0	32,0	22,0	310,00	205,0	11,51	3,037
5°	291,10			35,13									311,18		11,54	3,039
10°	294,47			35,53									314,78		11,64	3,044
15°	300,23			36,23									320,93		11,81	3,053
20°	308,61			37,24									329,89		12,06	3,065
25°	319,97			38,61									342,04		12,41	3,080
30°	334,86			40,41									357,95		12,89	3,099
35°	354,02			42,72									378,44		13,54	3,120
40°	378,56			45,68									404,67		14,43	3,145
45°	410,12			49,49									438,40		15,66	3,171

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 22 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BDTC $\phi = 1,20$ m

Bueiro Duplo Tubular de Concreto (BDTC) $\phi = 1,20$ m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m ²)	Concreto (m ³)
0°	340,00	40,0	180,0	40,00	60,0	25,0	30,0	163,0	10,0	23,0	33,0	23,0	360,00	230,0	14,92	4,408
5°	341,29			40,15									361,37		14,96	4,412
10°	345,24			40,61									365,55		15,09	4,422
15°	351,99			41,41									372,69		15,31	4,439
20°	361,82			42,56									383,10		15,64	4,463
25°	375,14			44,13									397,21		16,10	4,494
30°	392,59			46,18									415,69		16,74	4,531
35°	415,06			48,83									439,47		17,59	4,573
40°	443,83			52,21									469,94		18,76	4,622
45°	480,83			56,56									509,11		20,39	4,676

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 23 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BDTC $\phi = 1,50$ m

Bueiro Duplo Tubular de Concreto (BDTC) $\phi = 1,50$ m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m ²)	Concreto (m ³)
0°	410,00	50,0	260,0	45,00	80,0	30,0	30,0	194,0	10,0	24,0	34,0	24,0	430,00	320,0	23,76	7,885
5°	411,56			45,17									431,64		23,82	7,891
10°	416,32			45,69									436,63		24,00	7,909
15°	424,46			46,58									445,16		24,30	7,939
20°	436,31			47,88									457,59		24,76	7,980
25°	452,38			49,65									474,45		25,41	8,032
30°	473,42			51,96									496,52		26,29	8,096
35°	500,51			54,93									524,93		27,49	8,169
40°	535,21			58,74									561,32		29,13	8,253
45°	579,82			63,63									608,11		31,41	8,345

Observação: Dimensões em centímetros.

c) Boca de Bueiros Triplos

O procedimento de cálculo dos consumos unitários dos materiais de boca de bueiros tubulares duplos é semelhante ao apresentado para boca de bueiros simples e duplas. A principal diferença relaciona-se à necessidade de aumento de sua largura devido ao fato de haver três linhas de tubos que chegam a boca, conforme detalhamento apresentado nas Figuras 15 e 16.

Figura 15 - Vistas superior e lateral da boca de bueiro triplo tubular

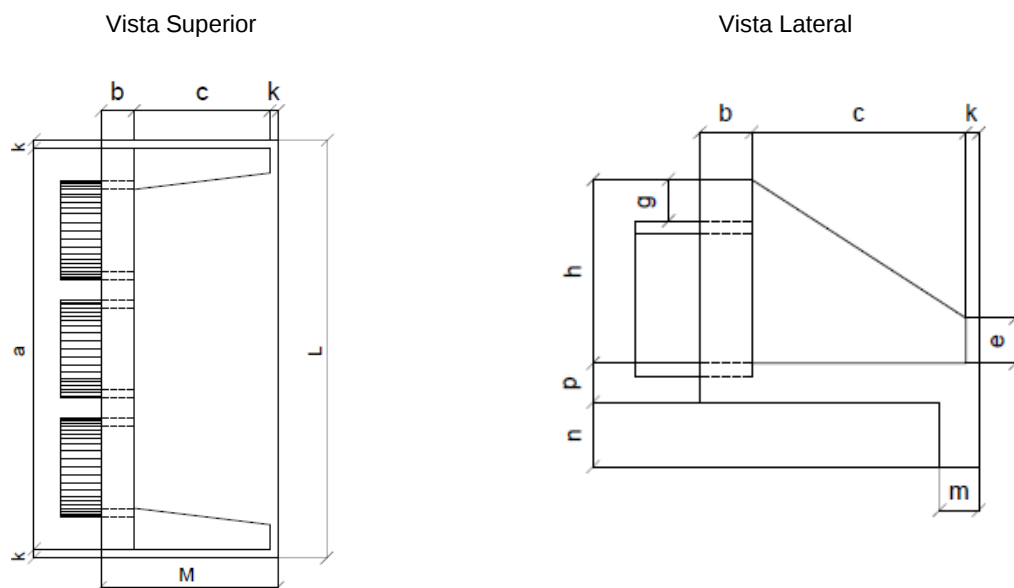
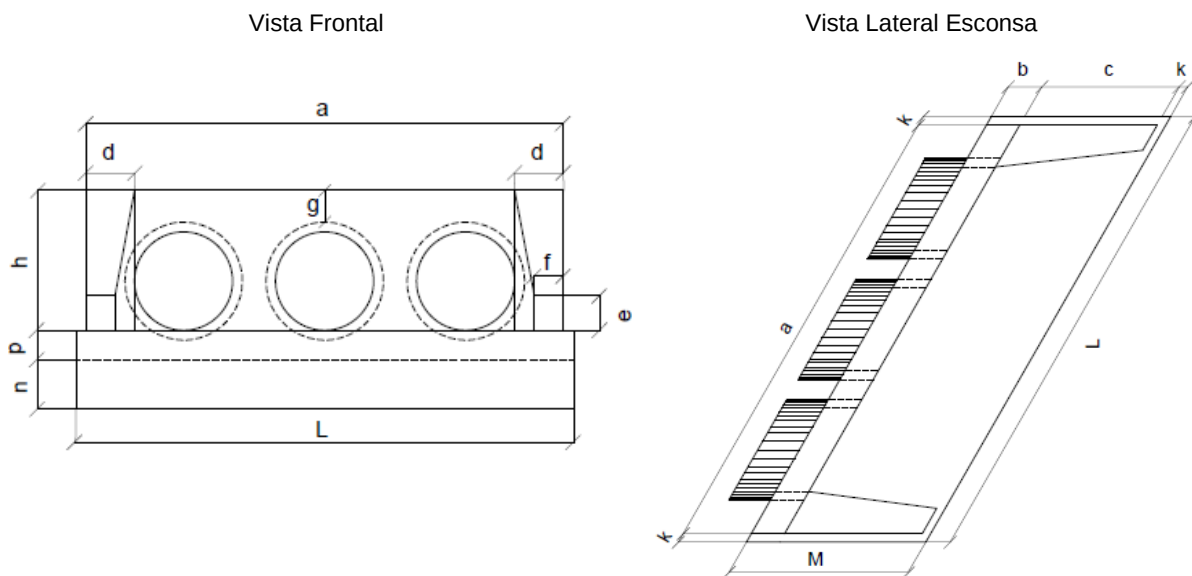


Figura 16 - Vistas frontal e lateral, com detalhe esconso, da boca de bueiro triplo tubular



As Tabelas 24 a 26 apresentam as dimensões de referência e as quantidades de concreto e formas para as bocas de bueiros triplos tubulares de concreto de diferentes diâmetros e ângulos de esconsidade.

Tabela 24 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BTTC $\phi = 1,00$ m

Bueiro Triplo Tubular de Concreto (BTTC) $\varnothing = 1,00$ m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	410,00	30,0	165,0	35,00	50,0	20,0	30,0	142,0	10,0	22,0	32,0	22,0	430,00	205,0	13,34	3,811
5°	411,56			35,13									431,64		13,38	3,814
10°	416,32			35,53									436,63		13,52	3,823
15°	424,46			36,23									445,16		13,76	3,839
20°	436,31			37,24									457,59		14,12	3,860
25°	452,38			38,61									474,45		14,62	3,888
30°	473,42			40,41									496,52		15,31	3,921
35°	500,51			42,72									524,93		16,23	3,959
40°	535,21			45,68									561,32		17,50	4,003
45°	579,82			49,49									608,11		19,24	4,051

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 25 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BTTC $\phi = 1,20$ m

Bueiro Triplo Tubular de Concreto (BTTC) $\varnothing = 1,20$ m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m²)	Concreto (m³)
0°	480,00	40,0	180,0	40,00	60,0	25,0	30,0	163,0	10,0	23,0	33,0	23,0	500,00	230,0	16,66	5,497
5°	481,83			40,15									501,90		16,72	5,503
10°	487,40			40,61									507,71		16,90	5,521
15°	496,93			41,41									517,63		17,21	5,551
20°	510,80			42,56									532,08		17,68	5,592
25°	529,62			44,13									551,68		18,34	5,645
30°	554,25			46,18									577,35		19,24	5,709
35°	585,97			48,83									610,38		20,45	5,783
40°	626,59			52,21									652,70		22,12	5,867
45°	678,82			56,56									707,10		24,42	5,961

Observação: Dimensões em centímetros.

Tabela 26 - Dimensões e consumos médios para uma unidade de boca de BTTC $\varnothing = 1,50$ m

Bueiro Triplo Tubular de Concreto (BTTC) $\varnothing = 1,50$ m																
Esconsidade	a	b	c	d	e	f	g	h	k	m	n	p	L	M	Forma (m ²)	Concreto (m ³)
0°	580,00	50,0	260,0	45,00	80,0	30,0	30,0	194,0	10,0	24,0	34,0	24,0	600,00	320,0	25,44	9,733
5°	582,21			45,17									302,29		25,53	9,743
10°	588,94			45,69									609,25		25,78	9,775
15°	600,46			46,58									621,16		26,22	9,828
20°	617,22			47,88									638,50		26,87	9,902
25°	639,95			49,65									662,02		27,79	9,996
30°	669,72			51,96									692,82		29,04	10,110
35°	708,04			54,93									732,46		30,74	10,242
40°	757,13			58,74									783,24		33,06	10,391
45°	820,24			63,63									848,52		36,29	10,557

Observação: Dimensões em centímetros.

Os detalhes de execução das bocas dos bueiros tubulares com alas esconsas encontram-se devidamente apresentados no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 4ª Edição (Publicação IPR nº 736).

3.2.3. Dentes de Concreto

Os dentes de concreto são necessários para garantir aderência do bueiro ao terreno. O SICRO apresenta composições de custos auxiliares de dentes de concreto para bueiros tubulares de concreto. A sua utilização encontra-se condicionada a critérios definidos durante a fase de elaboração do projeto.

O consumo de concreto previsto nas composições de custos de dentes do SICRO foi obtido em função de sua largura.

As composições de custos de dentes de concreto do SICRO preveem a utilização de aço CA-50, sendo propostas 2 barras de aço de 6,3 mm espaçadas a cada 50 cm e com comprimento de 50 cm. O consumo unitário de armadura foi obtido em função da largura do dente.

A Tabela 27 apresenta os consumos unitários de concreto e de armadura para execução dos dentes de bueiros simples, duplos e triplos de diferentes diâmetros.

Tabela 27 - Consumo de concreto e aço para execução dos dentes de bueiros

Consumo de Concreto e Armadura nos Dentes de Bueiros						
Diâmetro (m)	Bueiro Simples		Bueiro Duplo		Bueiro Triplo	
	Concreto (m³/und)	Armadura (kg/und)	Concreto (m³/und)	Armadura (kg/und)	Concreto (m³/und)	Armadura (kg/und)
0,40	0,029	0,50	-	-	-	-
0,60	0,038	0,75	-	-	-	-
0,80	0,048	0,75	0,096	1,25	-	-
1,00	0,058	0,75	0,115	1,50	0,173	2,25
1,20	0,066	1,00	0,133	1,75	0,199	2,50
1,50	0,079	1,00	0,158	2,00	0,238	3,00

3.2.4. Confeção de Tubos de Concreto Armado

A confecção dos tubos de concreto a serem assentados nos bueiros exige a utilização dos seguintes equipamentos:

- Talha manual com capacidade de 3 t;
- Conjunto vibratório para tubos de concreto D = 0,60 m, 0,80 m, 1,00 m, 1,20 m e 1,50 m com encaixe PB e 3 jogos de formas - 2,2 kW;
- Transportador manual de tubos de concreto;
- Grupo gerador 2,5/3 kVA.

A confecção dos tubos de concreto exige ainda a utilização dos seguintes materiais:

- Concreto fck = 20 MPa;
- Aço CA 60;
- Desmoldante para formas.

O consumo unitário de concreto para confecção de tubos foi obtido em função dos raios interno e externo e da espessura dos tubos e do comprimento da bolsa.

As composições de custos de confecção de tubos de concreto do SICRO consideram ainda o consumo de 1 litro de desmoldante a cada 100 m² de superfície. O consumo unitário de desmoldante foi obtido em função dos raios interno e externo do tubo.

3.3. Critérios de Medição

A medição dos corpos dos bueiros tubulares deve ser realizada em função de seu comprimento e dos respectivos diâmetros dos tubos. Já as bocas dos bueiros e os dentes dos berços devem ser medidas em unidades.

As composições de custos dos corpos e bocas dos bueiros tubulares do SICRO já incluem os respectivos berços, razão pelo qual os mesmos não podem ser apropriados e medidos isoladamente.

Os serviços incluem o fornecimento e a colocação de materiais, os equipamentos e a mão de obra necessária, com os seus respectivos encargos.

4. BUEIROS CELULARES

4. BUEIROS CELULARES

Os bueiros celulares de concreto são obras de arte correntes que se instalam no fundo dos talwegues e, em geral, correspondem a cursos d'água permanentes. Por razões construtivas e estruturais são construídos em seções geometricamente definidas, na forma de retângulos ou quadrados, podendo ser executados em linhas simples, duplas ou triplas, separadas por septos verticais.

Suas extremidades são providas de bocas formadas por alas, testas e calçadas, também em concreto, constituindo-se em uma peça única.

Os bueiros celulares de concreto podem ser moldados in loco ou pré-moldados.

As composições de custos dos bueiros celulares do SICRO não contemplam os serviços de escavação e reaterro. Nas situações em que houver necessidade de escavação de valas para a execução dos bueiros, estes serviços devem ser incluídos durante a fase de elaboração do orçamento.

4.1. Tipificação dos Bueiros Celulares

O SICRO apresenta composições de custos de bueiros celulares em função da quantidade de células, de sua seção transversal, da altura do aterro sobre o bueiro, da natureza dos agregados ou da esconsidade das bocas dos bueiros, a saber:

a) Quantidade de células:

- Célula única (Bueiro Simples Celular de Concreto - BSCC);
- Célula dupla (Bueiro Duplo Celular de Concreto - BDCC);
- Célula tripla (Bueiro Triplo Celular de Concreto - BTCC).

b) Seção transversal:

- 1,50 x 1,50 m;
- 2,00 x 2,00 m;
- 2,50 x 2,50 m;
- 3,00 x 3,00 m.

c) Altura do aterro sobre a galeria:

- 0,00 a 1,00 m;
- 1,00 a 2,50 m;
- 2,50 a 5,00 m;
- 5,00 a 7,50 m;
- 7,50 a 10,00 m;
- 10,00 a 12,50 m;
- 12,50 a 15,00 m.

d) Natureza dos agregados:

- Areia extraída e brita produzida;
- Areia comercial e brita comercial.

e) Esconsidade da boca de bueiro:

- Esconsidade 0°;
- Esconsidade 15°;
- Esconsidade 30°;
- Esconsidade 45°.

4.2. Descrição dos Serviços

4.2.1. Corpo e Boca de Bueiro Celular

Após a execução dos serviços de escavação e consequente compactação da superfície, o SICRO considera a execução de um lastro de concreto magro de cimento, areia e brita, com resistência característica a compressão de 10 MPa, sobre toda a área que será ocupada pelo corpo do bueiro e pela soleira das bocas, além de um adicional de 15 cm para cada lado. A realização do referido serviço tem a finalidade de eliminar possíveis irregularidades da superfície após a escavação das trincheiras.

O SICRO considera a execução do serviço de corpo de bueiro celular por meio da utilização de formas de madeira em compensado resinado de 14 mm com reaproveitamento de três vezes. O concreto utilizado nas células dos bueiros tem resistência característica a compressão de 20 MPa e controle tecnológico na condição A. O material utilizado para a armação do concreto nos dispositivos é o aço CA-50.

As composições de custos de corpo e boca de bueiros celulares do SICRO preveem ainda a execução de um revestimento. O revestimento tem como finalidade regularizar a laje de fundo do corpo e da soleira. Para a execução do revestimento, as composições de custos consideram a utilização de uma argamassa de cimento e areia, com traço 1:3 em volume.

Nas composições de custos dos corpos de bueiro celulares foi previsto o escoramento para a execução das formas e do concreto, com reaproveitamento de 3 vezes. A sua quantidade é obtida pelo cálculo do volume interno do corpo do bueiro.

As quantidades e os consumos das composições de custos de bueiros celulares encontram-se devidamente apresentadas no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 4ª Edição (Publicação IPR nº 736).

4.3. Critérios de Medição

Os corpos dos bueiros celulares devem ser medidos em função de seu comprimento, em metros, e suas bocas em unidades. O custo unitário dos serviços compreende o fornecimento dos materiais, dos equipamentos e da mão de obra, com seus respectivos encargos.

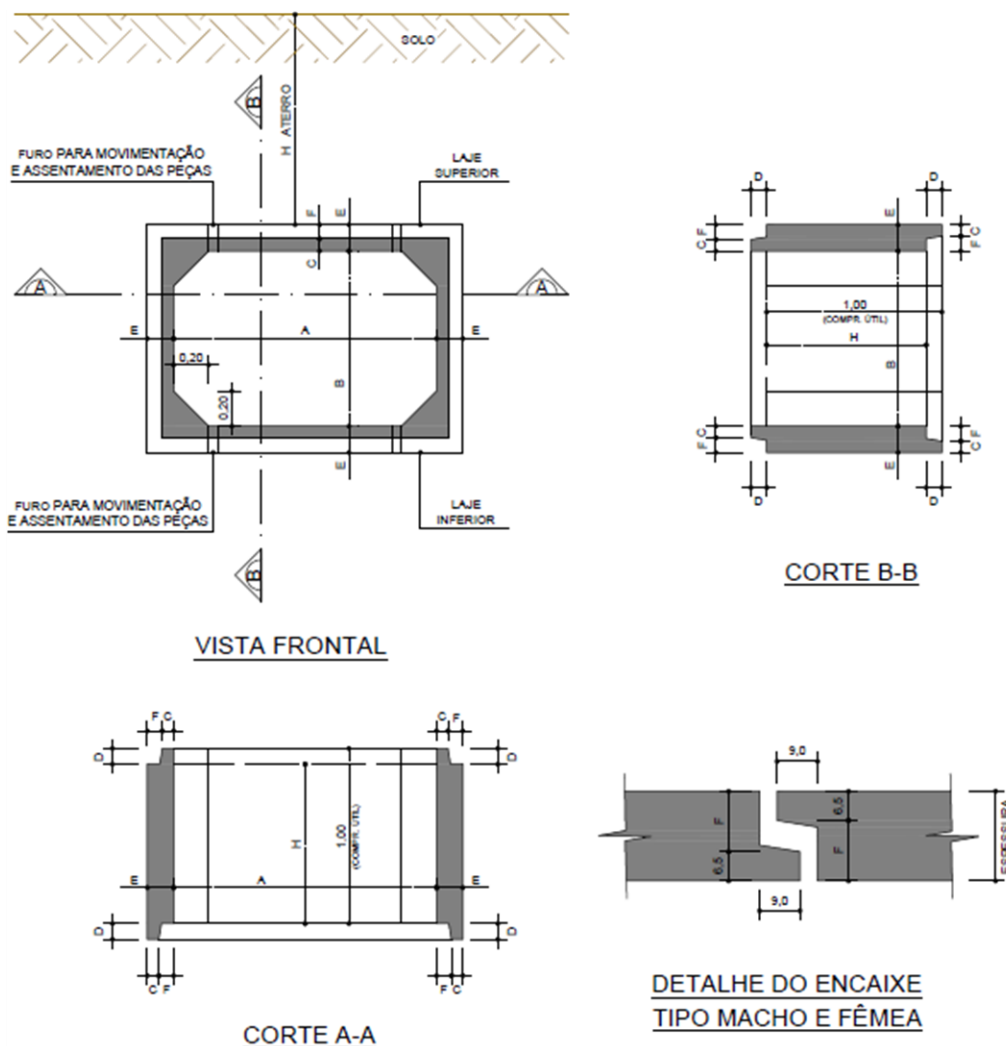
5. BUEIROS PRÉ-MOLDADOS

5. BUEIROS PRÉ-MOLDADOS

Os bueiros pré-moldados de concreto possuem a mesma finalidade que os moldados no local. Estes dispositivos são normalmente utilizados como galerias de águas pluviais com o objetivo de transpor córregos e riachos interceptados pela rodovia ou ainda como galerias técnicas.

As aduelas são fabricadas em seção fechada e em seção canal, conforme detalhes apresentados na Figura 17. As aduelas possuem encaixes tipo macho-fêmea e devem ser rejuntadas com argamassa de cimento e areia.

Figura 17 - Detalhe de fabricação das aduelas pré-moldadas de concreto



As aduelas pré-moldadas de concreto devem ser executadas de acordo com as especificações e os detalhes técnicos constantes do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 4ª Edição (Publicação IPR nº 736).

5.1. Tipificação dos Bueiros Pré-Moldados

O SICRO apresenta composições de custos para a fabricação de aduelas e a execução de corpos de bueiros celulares para atender a uma obra específica.

O dimensionamento estrutural das aduelas de concreto foi realizado em função das seguintes alturas de aterro sobre a laje superior:

- Tipo I - Aterro mínimo de 0,00 m e máximo de 1,00 m;
- Tipo II - Aterro mínimo de 1,00 m e máximo de 2,50 m;
- Tipo III - Aterro mínimo de 2,50 m e máximo de 5,00 m;
- Tipo IV - Aterro mínimo de 5,00 m e máximo de 7,50 m;
- Tipo V - Aterro mínimo de 7,50 m e máximo de 10,00 m;
- Tipo VI - Aterro mínimo de 10,00 m e máximo de 12,50 m;
- Tipo VII - Aterro mínimo de 12,50 m e máximo de 15,00 m.

A Tabela 28 apresenta a relação das composições de custos de aduelas disponibilizadas no SICRO, classificadas em função do tipo e de suas dimensões internas, conforme constante no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 4ª Edição (Publicação IPR nº 736).

Tabela 28 - Tipos de aduelas de concreto e suas dimensões internas

Dimensões Internas da Seção Transversal das Aduelas (m)	
Seção 1,5 x 1,5 - Tipo I	Seção 3,0 x 3,0 - Tipo I
Seção 1,5 x 1,5 - Tipo II	Seção 3,0 x 3,0 - Tipo II
Seção 1,5 x 1,5 - Tipo III	Seção 3,0 x 3,0 - Tipo III
Seção 1,5 x 1,5 - Tipo IV	Seção 3,0 x 3,0 - Tipo IV
Seção 1,5 x 1,5 - Tipo V	Seção 3,0 x 3,0 - Tipo V
Seção 1,5 x 1,5 - Tipo VI	Seção 3,0 x 3,0 - Tipo VI
Seção 1,5 x 1,5 - Tipo VII	Seção 3,0 x 3,0 - Tipo VII
Seção 2,0 x 2,0 - Tipo I	Seção canal 1,5 x 1,5 Seção canal 2,0 x 1,5 Seção canal 2,0 x 2,0 - Tipo I Seção canal 2,0 x 2,0 - Tipo II Seção canal 2,0x1,5
Seção 2,0 x 2,0 - Tipo II	
Seção 2,0 x 2,0 - Tipo III	
Seção 2,0 x 2,0 - Tipo IV	
Seção 2,0 x 2,0 - Tipo V	
Seção 2,0 x 2,0 - Tipo VI	
Seção 2,0 x 2,0 - Tipo VII	
Seção 2,5 x 2,5 - Tipo I	Seção canal 2,5 x 2,0 - Tipo I
Seção 2,5 x 2,5 - Tipo II	Seção canal 2,5 x 2,0 - Tipo II
Seção 2,5 x 2,5 - Tipo III	Seção canal 3,0 x 1,5
Seção 2,5 x 2,5 - Tipo IV	Seção canal 3,0 x 2,0 - Tipo I
Seção 2,5 x 2,5 - Tipo V	Seção canal 3,0 x 2,0 - Tipo II
Seção 2,5 x 2,5 - Tipo VI	
Seção 2,5 x 2,5 - Tipo VII	

5.2. Descrição dos Serviços

5.2.1. Confeção de Aduelas de Concreto

As aduelas de concreto são fabricadas em centrais de pré-moldagem. O detalhamento destas instalações industriais encontra-se apresentado no Volume 07 do Manual de Custos do SICRO, intitulado “Canteiros de Obras”.

A confecção das aduelas pré-moldadas de concreto é caracterizada pela necessidade de uma sequência de execução que permita que as peças tenham qualidade aceitável e estejam em conformidade com as especificações de projeto.

As primeiras operações a serem realizadas para confecção das aduelas de concreto relacionam-se ao preparo das formas metálicas e à montagem das armaduras. Posteriormente, deve-se proceder a concretagem das aduelas, realizando a desforma somente quando concluída a cura de 24 horas.

A Tabela 29 apresenta os insumos considerados nas composições de custos para a confecção de aduelas para bueiros celulares pré-moldados de concreto.

Tabela 29 - Insumos considerados para a confecção das aduelas de concreto

Descrição dos Insumos	Unidade
Pórtico rolante com capacidade de 25 t - 30 kW	h
Grupo gerador de 36/40 kVA	h
Empilhadeira a diesel com capacidade de 10 t - 100 kW	h
Servente	h
Armação de aço CA 50	kg
Tela de aço eletrosoldada	kg
Forma metálica para aduelas de bueiros celulares de concreto pré-moldados - 100 usos	m ²
Concreto usinado para pré moldagem fck = 25 MPa com bombeamento para os tipos I, II e III	m ³
Concreto usinado para pré moldagem fck = 30 MPa com bombeamento para os tipos IV, V e VI	m ³
Concreto usinado para pré moldagem fck = 35 MPa com bombeamento para os tipos VII	m ³

A produção do serviço encontra-se condicionada à capacidade do pórtico rolante.

A capacidade do pórtico rolante nos serviços de confecção de aduelas pode ser obtida em função da produção da central e do volume de concreto utilizado em cada aduela.

As quantidades de aço CA-50, de tela de aço eletrosoldada e de concreto usinado para pré-moldagem, utilizadas nas composições de custos das aduelas pré-moldadas, foram definidas em função dos consumos constantes do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 4ª Edição (Publicação IPR nº 736).

As áreas de formas metálicas necessárias para a confecção de um metro de aduela foram definidas em função das áreas interna e externa dos elementos.

5.2.2. Corpo de Bueiro Pré-Moldado

O lançamento das aduelas dos bueiros celulares nas valas deve ser realizado com auxílio de guindaste sobre esteiras.

A composição de custo do serviço considera uma equipe de montagem constituída pelos seguintes profissionais:

- 1 montador;
- 3 serventes, sendo um no içamento e dois no posicionamento das aduelas.

As composições de custos dos bueiros celulares não consideram os serviços de escavação e reaterro. Nas situações em que houver necessidade de previsão de escavação de valas para a execução dos bueiros celulares, estes serviços devem ser incluídos durante a fase de elaboração do orçamento.

De modo a eliminar possíveis irregularidades após a escavação, as composições de custos de corpo de bueiro pré-moldado do SICRO consideram um lastro de concreto magro com resistência característica a compressão de 10 MPa, com espessura de 10 cm sobre toda a base do bueiro, além de um adicional de 15 cm para cada lado.

O serviço prevê ainda a aplicação de argamassa para rejuntamento das aduelas, para vedação dos furos e para o revestimento do fundo do bueiro.

As composições de custos de corpos de bueiros pré-moldados do SICRO consideram a aplicação de uma manta geotêxtil na face externa das peças, no sistema de encaixe macho-fêmea, com objetivo de evitar o carreamento de solo ao longo do tempo e consequente garantir a preservação das juntas. Considerou-se que a manta geotêxtil aplicada na superfície externa (laterais e topo) das aduelas possui 20 cm de largura.

As composições de custos de corpos de bueiros pré-moldados do SICRO consideram ainda a aplicação de duas mantas geotêxteis circulares, com 20 cm de diâmetro, aplicadas sobre os furos de içamento das aduelas.

Além das composições de custos para confecção das aduelas no canteiro de obras, o SICRO realiza a pesquisa regular de preços comerciais para todos os tipos e seções de aduelas de concreto apresentadas na Tabela 28.

Caso seja identificada a necessidade de aquisição comercial das aduelas de concreto, o orçamentista deve proceder durante a fase de elaboração do projeto os respectivos ajustes nas composições de custos de corpo de bueiros pré-moldados.

5.2.3. Boca de Bueiro Pré-Moldado

As bocas dos bueiros pré-moldados de concreto devem ser as mesmas definidas para os bueiros celulares moldados no local, conforme dimensões e especificações

técnicas apresentadas no Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT - 4ª Edição (Publicação IPR nº 736).

5.3. Critérios de Medição

A medição dos serviços relacionados ao corpo de bueiros pré-moldados de concreto deve ser realizada em função de seu comprimento, em metros, enquanto o de suas bocas deve ser realizada em unidade.

O custo unitário dos serviços compreende o fornecimento dos materiais, dos equipamentos e da mão de obra, com seus respectivos encargos.

6. BUEIROS METÁLICOS

6. BUEIROS METÁLICOS

Os bueiros metálicos são estruturas fabricadas em chapas de aço corrugado, fixadas por parafusos e porcas ou grampos especiais, de alta eficiência e resistência estrutural com a finalidade de captar e escoar os cursos d'água de modo a evitar prejuízos à via.

Quanto à forma da seção, os bueiros metálicos corrugados podem ser: circulares, em arco semicircular, ovóides, lenticulares ou elípticas.

Os bueiros metálicos são utilizados em obras de infraestrutura de transportes, de construção viária, de drenagem, de saneamento e de mineração e possuem diferentes aplicações, a saber:

- Bueiros e galerias de drenagem;
- Canalizações de córregos e rios;
- Drenagem pluvial e esgoto;
- Passagem inferior;
- Cobertura para correias transportadoras.

6.1. Tipificação dos Bueiros Metálicos

O SICRO apresenta composições de custos de bueiros metálicos em função das características da chapa, do formato da seção, de sua finalidade e da possibilidade de execução do serviço sem interrupção de tráfego, a saber:

- Bueiro metálico com chapas múltiplas MP 100 galvanizadas;
- Bueiro metálico com chapas múltiplas MP 152 galvanizadas:
 - Seção circular;
 - Seção lenticular;
 - Passagem de pedestres e de gado;
 - Passagem inferior.
- Bueiro metálico com chapas múltiplas MP 152 S galvanizadas:
 - Seção em arco alto;
 - Seção ovóide.
- Bueiro metálico sem interrupção de tráfego de chapa galvanizada;
- Bueiro metálico sem interrupção de tráfego de chapa epóxi.

6.2. Descrição dos Serviços

6.2.1. Bueiros Metálicos com Chapas Múltiplas

As chapas múltiplas de aço corrugado são flexíveis e capazes de suportar parte do carregamento juntamente com o solo de fundação para aterros de diferentes alturas.

As chapas metálicas denominadas MP 100 e MP 152 têm distância entre as corrugações de 100 mm e 152,4 mm, respectivamente.

As Figuras 18 e 19 apresentam o detalhe da seção transversal dessas chapas metálicas com suas respectivas dimensões.

Figura 18 - Detalhe seção transversal da chapa múltipla MP 100

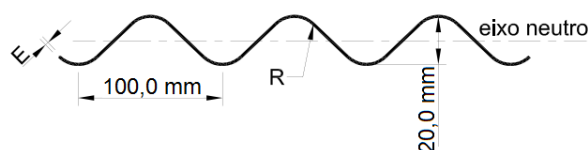
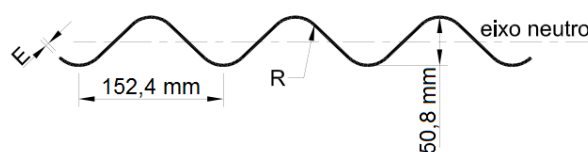


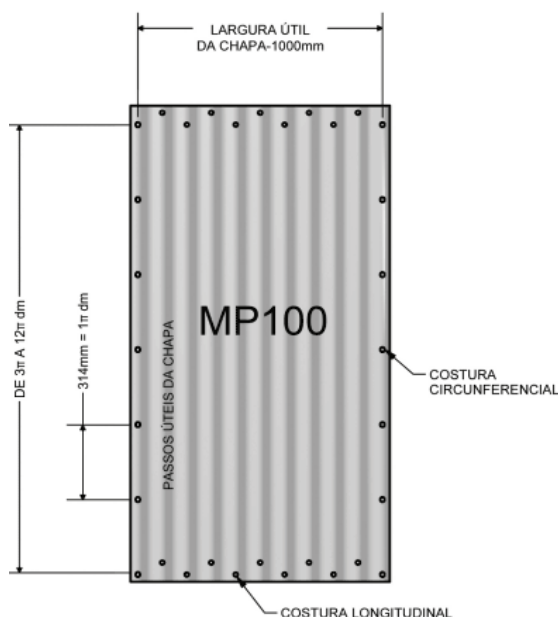
Figura 19 - Detalhe seção transversal da chapa múltipla MP 152



As composições de custos de execução dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 100 e MP 152 do SICRO consideram um lastro de brita com objetivo de aumentar a resistência do solo, em virtude da ocorrência de solos com baixa capacidade de suporte e que necessitariam de reforço, além de permitir também o fluxo de água.

A Figura 20 apresenta as dimensões da seção transversal da chapa múltipla MP 100.

Figura 20 - Dimensões da seção transversal da chapa múltipla MP 100



A Tabela 30 apresenta as principais características dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 100 de seção circular utilizados como referência para a elaboração das composições de custos do SICRO, a saber: diâmetro, espessura da chapa, área da seção, perímetro e altura máxima admissível do aterro, em rodovias e ferrovias.

Tabela 30 - Características dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 100 - seção circular

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 100 - Seção Circular					
Diâmetro (m)	Espessura da Chapa (mm)	Área (m²)	Perímetro (m)	Altura Máxima do Aterro (m)	
				Rodovia	Ferrovias
0,60	1,6	0,28	1,88	18,0	18,0
0,70	1,6	0,38	2,20	15,5	15,5
0,80	1,6	0,50	2,51	13,5	13,5
0,90	1,6	0,64	2,83	12,0	12,0
1,00	1,6	0,79	3,14	10,8	10,8
1,10	1,6	0,95	3,46	9,8	9,8
1,20	1,6	1,13	3,77	9,0	8,2
1,30	1,6	1,33	4,08	8,3	7,5
1,40	1,6	1,54	4,40	7,7	6,9
1,50	1,6	1,77	4,71	7,2	6,4
1,60	1,6	2,01	5,03	6,7	6,0
1,70	1,6	2,27	5,34	6,3	4,8
1,80	1,6	2,54	5,65	6,0	3,9
1,90	2,0	2,84	5,97	7,9	7,1
2,00	2,0	3,14	6,28	7,5	6,7
2,10	2,0	3,46	6,60	7,1	6,3
2,20	2,0	3,80	6,91	6,8	6,0
2,30	2,0	4,15	7,23	6,5	5,0
2,40	2,7	4,52	7,54	8,0	7,3
2,50	3,4	4,91	7,85	10,4	10,4
2,60	3,4	5,31	8,17	10,0	10,0
2,70	3,4	5,73	8,48	9,6	9,4
2,80	3,4	6,16	8,80	9,0	9,0

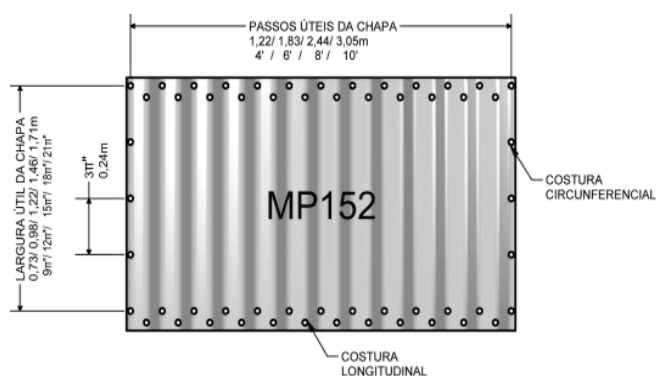
A Tabela 31 apresenta as produções horárias e os consumos de materiais, de equipamentos e de mão de obra utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 100, de seção circular.

Tabela 31 - Produção e consumo nos bueiros com chapa múltipla MP 100 - seção circular

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 100 - Seção Circular								
Diâmetro (m)	Produção (m/h)	Largura do Berço (m)	Altura do Berço (m)	Lastro de Brita (m³)	Quadro Tubular (und)	Guindauto (h)	Servente (h)	Montador (h)
0,60	4,00	1,60	0,20	0,32	-	-	4,0	2,0
0,70	3,75	1,70	0,20	0,34	-	-	4,0	2,0
0,80	3,53	1,80	0,20	0,36	-	-	4,0	2,0
0,90	3,33	1,90	0,20	0,38	-	-	4,0	2,0
1,00	3,16	2,00	0,20	0,40	-	-	4,0	2,0
1,10	3,00	2,10	0,20	0,42	-	-	4,0	2,0
1,20	2,86	2,20	0,20	0,44	-	-	4,0	2,0
1,30	2,58	2,30	0,30	0,69	-	-	4,0	2,0
1,40	2,37	2,40	0,30	0,72	-	-	4,0	2,0
1,50	2,17	2,50	0,30	0,75	-	-	4,0	2,0
1,60	1,91	2,60	0,30	0,78	-	-	4,0	2,0
1,70	1,68	2,70	0,30	0,81	-	-	4,0	2,0
1,80	1,49	2,80	0,30	0,84	2,0	1,0	4,0	2,0
1,90	1,26	2,90	0,30	0,87	2,0	1,0	4,0	2,0
2,00	1,43	3,00	0,30	0,90	2,0	1,0	6,0	2,0
2,10	1,22	3,10	0,30	0,93	2,0	1,0	6,0	2,0
2,20	1,05	3,20	0,30	0,96	2,0	1,0	6,0	2,0
2,30	0,86	3,30	0,30	0,99	2,0	1,0	6,0	2,0
2,40	0,71	3,40	0,30	1,02	2,0	1,0	6,0	2,0
2,50	0,59	3,50	0,30	1,05	2,0	1,0	6,0	2,0
2,60	0,49	3,60	0,30	1,08	4,0	1,0	6,0	2,0
2,70	0,40	3,70	0,30	1,11	4,0	1,0	6,0	2,0
2,80	0,33	3,80	0,30	1,14	4,0	1,0	6,0	2,0

A Figura 21 apresenta as dimensões da seção transversal da chapa múltipla MP 152.

Figura 21 - Dimensões da seção transversal da chapa múltipla MP 152



A Tabela 32 apresenta as principais características dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152 de seção circular utilizados como referência para a elaboração das composições de custos do SICRO, a saber: diâmetro, espessura da chapa, área da seção, perímetro e altura máxima admissível do aterro em rodovias e ferrovias.

Tabela 32 - Características dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152 - seção circular

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Seção Circular				
Diâmetro (m)	Espessura da Chapa (mm)	Área (m²)	Perímetro (m)	Altura Máxima do Aterro em Rodovia e Ferrovia (m)
1,50	2,7	1,90	4,88	25,4
1,80	2,7	2,73	5,86	21,2
1,90	2,7	2,96	6,10	20,1
2,15	2,7	3,71	6,83	17,7
2,30	2,7	4,26	7,32	16,6
2,65	2,7	5,80	8,54	14,4
3,05	2,7	7,58	9,76	12,5
3,20	2,7	8,36	10,25	11,9
3,40	2,7	9,59	10,98	11,2
3,65	2,7	10,92	11,71	10,4
3,80	2,7	11,84	12,20	10,0
4,20	2,7	14,33	13,42	9,1*
4,60	2,7	17,06	14,64	8,3**
4,80	3,4	18,80	15,37	10,6
5,00	3,4	20,02	15,76	10,2
5,35	3,9	23,21	17,08	11,5
5,70	3,9	26,65	18,30	10,8
6,10	4,7	30,32	19,52	11,7
6,50	6,4	34,23	20,74	14,8
6,85	6,4	38,38	21,96	13,4
7,25	6,4	42,76	23,18	12,0

Observações:

* Para trem tipo ferroviário, a altura máxima a ser considerada é de 8,3 m;

** Para trem tipo ferroviário, a altura máxima a ser considerada é de 7,5 m.

A Tabela 33 apresenta as produções horárias e os consumos de materiais, de equipamentos e de mão de obra utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152, de seção circular.

Tabela 33 - Produção e consumo nos bueiros com chapa múltipla MP 152 - seção circular

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Seção Circular								
Diâmetro (m)	Produção (m/h)	Largura do Berço (m)	Altura do Berço (m)	Lastro de Brita (m³)	Quadro Tubular (h)	Guindauto (h)	Servente (h)	Montador (h)
1,50	2,17	2,50	0,30	0,7500	-	-	4,0	2,0
1,80	1,48	2,80	0,30	0,8400	2,0	1,0	4,0	2,0
1,90	1,12	2,90	0,30	0,8700	2,0	1,0	6,0	2,0
2,15	1,50	3,15	0,30	0,9450	2,0	1,0	6,0	2,0
2,30	1,26	3,30	0,30	0,9900	2,0	1,0	6,0	2,0
2,65	1,08	3,65	0,30	1,0950	2,0	1,0	6,0	2,0
3,05	1,02	5,05	0,30	1,5150	2,0	1,0	6,0	2,0
3,20	0,96	5,20	0,30	1,5600	2,0	1,0	6,0	2,0
3,40	0,90	5,40	0,30	1,6200	4,0	1,0	6,0	2,0
3,65	0,85	5,65	0,30	1,6950	4,0	1,0	6,0	2,0
3,80	0,77	5,80	0,30	1,7400	6,0	1,0	6,0	2,0
4,20	0,83	6,20	0,30	1,8600	6,0	1,0	8,0	2,0
4,60	0,75	6,60	0,30	1,9800	6,0	1,0	8,0	2,0
4,80	0,65	6,80	0,30	2,0400	8,0	1,0	8,0	2,0
5,00	0,56	7,00	0,35	2,4500	8,0	1,0	8,0	2,0
5,35	0,49	7,35	0,35	2,5725	8,0	1,0	8,0	2,0
5,70	0,42	7,70	0,35	2,6950	10,0	1,0	8,0	2,0
6,10	0,35	8,10	0,35	2,8350	10,0	1,0	8,0	2,0
6,50	0,29	8,50	0,35	2,9750	10,0	1,0	8,0	2,0
6,85	0,24	8,85	0,35	3,0975	12,0	1,0	8,0	2,0
7,25	0,20	9,25	0,35	3,2375	12,0	1,0	8,0	2,0

A Tabela 34 apresenta as principais características dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152 de seção lenticular utilizados como referência para a elaboração das composições de custos do SICRO, a saber: vão, altura e área da seção, perímetro, espessura e altura máxima admissível do aterro.

Tabela 34 - Características dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152 - seção lenticular

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Seção Lenticular					
Vão (m)	Altura (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	Espessura (mm)	Altura do Aterro (m)
1,95	1,40	2,16	5,37	2,70	8,40
2,15	1,50	2,54	5,86	2,70	7,50
2,30	1,60	2,97	6,34	2,70	7,20
2,55	1,65	3,38	6,83	2,70	6,50
2,70	1,85	3,95	7,32	2,70	6,60
2,75	1,90	4,21	7,56	2,70	6,50
3,00	2,00	4,73	8,05	2,70	6,00
3,20	2,10	5,28	8,54	2,70	5,60
3,35	2,15	5,56	8,78	2,70	5,30
3,55	2,25	6,16	9,27	2,70	5,00
3,70	2,35	6,80	9,76	2,70	4,90
3,90	2,45	7,45	10,25	2,70	4,60
4,00	2,55	8,16	10,74	2,70	4,50
4,15	2,80	9,24	11,22	2,70	6,80
4,40	2,90	10,00	11,71	2,70	6,40
4,60	3,00	10,78	12,20	2,70	6,10
4,80	3,05	11,61	12,69	3,40	5,80
5,05	3,15	12,44	13,18	3,40	5,50
5,25	3,25	13,32	13,66	3,40	5,30
5,45	3,35	14,21	14,15	3,90	5,10
5,60	3,40	14,67	14,40	3,90	4,90
5,80	3,50	45,62	14,88	4,70	4,70
5,90	3,55	16,09	15,13	4,70	4,70
6,10	3,65	17,08	15,62	4,70	4,50
6,25	3,65	17,58	15,86	4,70	4,30
6,25	3,65	17,58	15,86	6,40	4,30
6,40	3,75	18,63	16,35	6,40	4,10
6,60	3,85	19,67	16,84	6,40	4,10

A Tabela 35 apresenta as produções e os consumos de materiais, de equipamentos e de mão de obra utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152, de seção lenticular.

Tabela 35 - Produção e consumo nos bueiros com chapa múltipla MP 152 - seção lenticular

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Seção Lenticular									
Vão (m)	Altura (m)	Produção (m/h)	Largura do Berço (m)	Altura do Berço (m)	Lastro de Brita (m³)	Quadro Tubular (h)	Guindauto (h)	Servente (h)	Montador (h)
1,95	1,40	1,50	2,95	0,30	0,89	0,00	0,00	6,00	2,00
2,15	1,50	1,26	3,15	0,30	0,95	0,00	0,00	6,00	2,00
2,30	1,60	1,20	3,30	0,30	0,99	2,00	1,00	6,00	2,00
2,55	1,65	1,08	3,55	0,30	1,07	2,00	1,00	6,00	2,00
2,70	1,85	1,02	3,70	0,30	1,11	2,00	1,00	6,00	2,00
2,75	1,90	1,00	3,75	0,30	1,13	2,00	1,00	6,00	2,00
3,00	2,00	0,98	5,00	0,30	1,50	2,00	1,00	6,00	2,00
3,20	2,10	1,10	5,20	0,30	1,56	2,00	1,00	8,00	2,00
3,35	2,15	1,02	5,35	0,30	1,61	4,00	1,00	8,00	2,00
3,55	2,25	1,00	5,55	0,30	1,67	4,00	1,00	8,00	2,00
3,70	2,35	0,98	5,70	0,30	1,71	6,00	1,00	8,00	2,00
3,90	2,45	0,90	5,90	0,30	1,77	6,00	1,00	8,00	2,00
4,00	2,55	0,85	6,00	0,30	1,80	6,00	1,00	8,00	2,00
4,15	2,80	0,83	6,15	0,30	1,85	8,00	1,00	8,00	2,00
4,40	2,90	0,80	6,40	0,35	2,24	8,00	1,00	8,00	2,00
4,60	3,00	0,75	6,60	0,35	2,31	8,00	1,00	8,00	2,00
4,80	3,05	0,70	6,80	0,35	2,38	10,00	1,00	8,00	2,00
5,05	3,15	0,90	7,05	0,35	2,47	10,00	1,00	10,00	2,00
5,25	3,25	0,85	7,25	0,35	2,54	10,00	1,00	10,00	2,00
5,45	3,35	0,83	7,45	0,35	2,61	12,00	1,00	10,00	2,00
5,60	3,40	0,80	7,60	0,35	2,66	12,00	1,00	10,00	2,00
5,80	3,50	0,78	7,80	0,35	2,73	12,00	1,00	10,00	2,00
5,90	3,55	0,70	7,90	0,35	2,77	12,00	1,00	10,00	2,00
6,10	3,65	0,68	8,10	0,35	2,84	12,00	1,00	10,00	2,00
6,25	3,65	0,60	8,25	0,35	2,89	12,00	1,00	10,00	2,00
6,40	3,75	0,55	8,40	0,35	2,94	12,00	1,00	10,00	2,00
6,60	3,85	0,42	8,60	0,35	3,01	12,00	1,00	10,00	2,00

A Tabela 36 apresenta as principais características dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152 para passagem de pedestre e de gado utilizados como referência para a elaboração das composições de custos do SICRO, a saber: vão, altura e área da seção, perímetro, espessura e altura máxima admissível do aterro rodoviário.

Tabela 36 - Características dos bueiros com chapa MP 152 - passagem de pedestre e de gado

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Passagem de Pedestre e de Gado					
Vão (m)	Altura (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	Espessura (mm)	Altura do Aterro Rodoviário (m)
2,20	2,25	4,15	7,56	2,70	8,90
2,90	3,10	7,68	9,76	2,70	11,40

A Tabela 37 apresenta as produções horárias e os consumos de materiais, de equipamentos e de mão de obra utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152 para passagem de pedestre e de gado.

Tabela 37 - Produção e consumo nos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152 - passagem de pedestre e de gado

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Passagem de Pedestre e de Gado									
Vão (m)	Altura (m)	Produção (m/h)	Largura do Berço (m)	Altura do Berço (m)	Lastro de Brita (m³)	Quadro Tubular (h)	Guindauto (h)	Servente (h)	Montador (h)
2,2	2,25	0,95	3,2	0,35	1.1200	6,0	1,0	8,0	2,0
2,9	3,10	0,85	3,9	0,35	1.3650	6,0	1,0	8,0	2,0

A Tabela 38 apresenta as principais características dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152 para passagem inferior utilizados como referência para a elaboração das composições de custos do SICRO, a saber: vão, altura e área da seção, perímetro, espessura e altura máxima admissível do aterro.

Tabela 38 - Características dos bueiros metálicos com chapa MP 152 - passagem inferior

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Passagem Inferior					
Vão (m)	Altura (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	Espessura (mm)	Altura do Aterro (m)
3,70	3,50	10,26	11,47	2,70	10,30
3,90	3,60	11,16	11,96	2,70	9,80
4,00	3,75	12,06	12,44	2,70	9,50
4,20	3,90	12,98	12,93	2,70	9,10
4,25	4,10	13,99	13,42	2,70	8,90
4,40	4,25	14,94	13,91	2,70	8,60
4,50	4,40	16,05	14,40	2,70	8,40
4,70	4,50	17,12	14,88	3,40	8,90
4,80	4,75	18,27	15,37	3,40	9,00

Tabela 38 - Características dos bueiros metálicos com chapa MP 152 - passagem inferior (2/2)

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Passagem Inferior					
Vão (m)	Altura (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	Espessura (mm)	Altura do Aterro (m)
5,00	4,85	19,35	15,86	3,40	8,60
5,15	4,90	20,65	16,35	3,40	8,50
5,25	5,00	21,27	16,59	3,40	8,40
5,30	5,30	22,66	17,08	3,40	9,60
5,65	5,25	23,95	17,57	3,90	9,00
5,85	5,30	25,25	18,06	4,70	8,40
6,00	5,45	26,65	18,54	4,70	8,30
6,25	5,50	27,96	19,03	4,70	7,90

A Tabela 39 apresenta as produções horárias e os consumos de materiais, de equipamentos e de mão de obra utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros com chapas múltiplas MP 152 para passagem inferior.

Tabela 39 - Produção e consumo nos bueiros metálicos com chapa MP 152 - passagem inferior

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152 - Passagem Inferior									
Vão (m)	Altura (m)	Produção (m/h)	Largura do Berço (m)	Altura do Berço (m)	Lastro de Brita (m³)	Quadro Tubular (h)	Guindauto (h)	Servente (h)	Montador (h)
3,70	3,50	0,75	5,70	0,35	1,9950	6,0	1,0	8,0	2,0
3,90	3,60	0,70	5,90	0,35	2,0650	6,0	1,0	8,0	2,0
4,00	3,75	0,83	6,00	0,35	2,1000	6,0	1,0	8,0	2,0
4,20	3,90	0,75	6,20	0,35	2,1700	6,0	1,0	8,0	2,0
4,25	4,10	0,70	6,25	0,35	2,1875	6,0	1,0	8,0	2,0
4,40	4,25	0,68	6,40	0,35	2,2400	6,0	1,0	8,0	2,0
4,50	4,40	0,65	6,50	0,35	2,2750	6,0	1,0	8,0	2,0
4,70	4,50	0,56	6,70	0,35	2,3450	8,0	1,0	10,0	2,0
4,80	4,75	0,49	6,80	0,35	2,3800	8,0	1,0	10,0	2,0
5,00	4,85	0,45	7,00	0,35	2,4500	8,0	1,0	10,0	2,0
5,15	4,90	0,42	7,15	0,35	2,5025	8,0	1,0	10,0	2,0
5,25	5,00	0,35	7,25	0,35	2,5375	8,0	1,0	10,0	2,0
5,30	5,30	0,29	7,30	0,35	2,5550	8,0	1,0	10,0	2,0
5,65	5,25	0,24	7,65	0,35	2,6775	10,0	1,0	12,0	2,0
5,85	5,30	0,23	7,85	0,35	2,7475	10,0	1,0	12,0	2,0
6,00	5,45	0,22	8,00	0,35	2,8000	10,0	1,0	12,0	2,0
6,25	5,50	0,20	8,25	0,35	2,8875	10,0	1,0	12,0	2,0

A Tabela 40 apresenta as principais características dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152S de seção em arco alto, com espessura de 4,7 e 6,4 mm, utilizados para a elaboração das composições de custos do SICRO, a saber: vão, vão da base, altura e área da seção, perímetro e altura máxima admissível do aterro.

Tabela 40 - Características dos bueiros metálicos com chapa MP 152S - seção em arco alto

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152S - Seção em Arco Alto						
Vão (m)	Vão da Base (m)	Altura (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	Altura do Aterro (m)	
					e = 4,7 mm	e = 6,4 mm
6,12	5,97	2,77	14,41	9,52	5,40	
6,30	5,74	3,68	20,18	11,47	7,50	
6,55	6,05	3,56	20,37	11,47	4,90	
6,96	6,05	4,42	26,88	13,42	8,10	
6,78	6,27	3,61	21,20	11,71	4,80	
6,99	6,12	4,27	25,95	13,18	5,70	
7,01	6,53	3,63	22,13	11,96	4,60	
7,42	6,58	4,52	29,11	13,91	6,40	
7,24	6,76	3,68	23,06	12,20	4,40	
7,47	6,68	4,19	27,34	13,42	4,30	
7,85	7,06	4,60	31,62	14,40	6,00	
7,67	7,09	3,99	26,78	13,18	4,10	
8,08	7,32	4,65	32,64	14,64	5,80	
7,90	7,34	4,04	27,71	13,42	4,00	
8,31	7,51	4,70	33,85	14,88	5,60	
8,36	7,82	4,11	29,85	13,91	3,70	
8,97	8,26	5,00	38,78	15,86	5,80	
8,59	7,90	4,39	32,83	14,64	3,60	
9,17	8,15	5,49	43,80	17,08	5,60	
9,22	8,59	4,70	37,57	15,62	4,10	
9,63	8,66	5,59	46,69	17,57	5,30	
9,45	8,84	4,75	38,78	15,86	4,00	
9,65	8,71	5,41	45,48	17,32	4,70	
9,86	8,51	6,07	52,02	18,79	5,20	
9,68	8,74	5,23	44,08	17,08	3,90	
10,08	8,76	6,12	53,57	19,03	5,00	
9,91	8,99	5,28	45,48	17,32	3,80	
10,31	9,02	6,17	55,24	19,28	4,90	
10,36	9,50	5,38	48,36	17,81	3,60	
10,54	9,32	6,05	55,43	19,28	4,20	
10,74	9,32	6,48	60,45	20,25	4,70	
11,35	9,92	7,12	70,03	21,72	4,70	
10,57	9,73	5,41	49,66	18,06		3,50
10,77	9,58	6,10	57,10	19,52		4,10
10,97	9,58	6,53	62,31	20,50		4,70
11,58	10,19	7,16	71,89	21,96		6,40

A Tabela 41 apresenta as produções horárias e os consumos de materiais utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros com chapas múltiplas MP 152S de seção arco alto, por metro linear.

Tabela 41 - Produção horária e consumo de materiais nos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152S - seção em arco alto

Vão (m)	Altura (m)	Produção (m/h)	Concreto (m³)	Armação (kg)
6,12	2,77	0,90	1,71	88,57
6,30	3,68	0,60	1,96	102,54
6,55	3,56	0,83	1,98	103,25
6,96	4,42	0,56	2,51	131,29
6,78	3,61	0,66	2,08	107,67
6,99	4,27	0,48	2,45	128,23
7,01	3,63	0,65	2,17	119,38
7,42	4,52	0,47	2,73	152,92
7,24	3,68	0,64	2,27	124,75
7,47	4,19	0,63	2,59	143,82
7,85	4,60	0,46	2,95	163,65
7,67	3,99	0,62	2,56	140,68
8,08	4,65	0,45	3,06	174,36
7,90	4,04	0,53	2,68	150,08
8,31	4,70	0,44	3,19	180,61
8,36	4,11	0,52	2,89	161,13
8,97	5,00	0,43	3,64	205,28
8,59	4,39	0,50	3,13	175,42
9,17	5,49	0,42	4,01	230,84
9,22	4,70	0,38	3,55	201,25
9,63	5,59	0,37	4,29	245,30
9,45	4,75	0,36	3,70	216,66
9,65	5,41	0,35	4,19	248,38
9,86	6,07	0,26	4,70	282,14
9,68	5,23	0,35	4,09	241,38
10,08	6,12	0,25	4,86	292,76
9,91	5,28	0,34	4,34	251,79
10,31	6,17	0,24	5,01	301,33
10,36	5,38	0,35	4,51	266,33
10,54	6,05	0,20	5,05	302,19
10,74	6,48	0,19	5,44	349,31
11,35	7,12	0,18	6,27	402,41
10,57	5,41	0,30	4,62	290,59
10,77	6,10	0,19	5,20	331,31
10,97	6,53	0,19	5,61	359,22
11,58	7,16	0,18	6,43	412,33

A Tabela 42 apresenta os consumos de equipamentos e mão de obra utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros com chapas múltiplas MP 152S de seção arco alto, por metro linear.

Tabela 42 - Consumo de equipamentos e mão de obra para execução dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152S - seção em arco alto

Vão (m)	Altura (m)	Quadro Tubular (h)	Guindauto (h)	Plataforma (h)	Serralheiro (h)	Montador (h)	Ajudante (h)	Carpinteiro (h)	Servente (h)
6,12	2,77	6,0	1,0	0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
6,30	3,68	8,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
6,55	3,56	8,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
6,96	4,42	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
6,78	3,61	8,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
6,99	4,27	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
7,01	3,63	8,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
7,42	4,52	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
7,24	3,68	8,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
7,47	4,19	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
7,85	4,60	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
7,67	3,99	8,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
8,08	4,65	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	12,0
7,90	4,04	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	14,0
8,31	4,70	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	14,0
8,36	4,11	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	14,0
8,97	5,00	10,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
8,59	4,39	10,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	14,0
9,17	5,49	12,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
9,22	4,70	10,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
9,63	5,59	12,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
9,45	4,75	10,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
9,65	5,41	12,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
9,86	6,07	14,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
9,68	5,23	10,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
10,08	6,12	14,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
9,91	5,28	10,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
10,31	6,17	14,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
10,36	5,38	10,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
10,54	6,05	14,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	14,0
10,74	6,48	14,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	16,0
11,35	7,12	16,0	1,0	1,0	2,0	2,0	4,0	2,0	16,0
10,57	5,41	10,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	16,0
10,77	6,10	14,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	16,0
10,97	6,53	14,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0	1,0	16,0
11,58	7,16	16,0	1,0	1,0	2,0	2,0	4,0	2,0	16,0

A Tabela 43 apresenta as principais características dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152S de seção ovóide, de espessura de 4,7 mm, utilizados para a elaboração das composições de custos do SICRO, a saber: vão, altura e área da seção, perímetro e altura máxima admissível do aterro rodoviário.

Tabela 43 - Características dos bueiros metálicos com chapa MP 152S - seção ovóide

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152S - Seção Ovóide				
Vão (m)	Altura (m)	Área (m²)	Perímetro (m)	Altura do Aterro Rodoviário (m)
7,21	7,82	44,45	23,91	6,70
7,31	7,87	45,94	24,40	6,80
7,77	7,90	48,17	24,89	6,80
7,57	8,44	48,55	25,62	5,60
8,36	8,23	54,50	26,84	4,30
8,13	8,01	54,96	26,84	3,50
8,56	8,48	57,75	27,33	5,30
8,71	9,32	63,89	28,79	6,00
9,15	9,04	65,29	29,04	4,70
9,15	9,50	68,63	29,77	5,70

A Tabela 44 apresenta as produções horárias e os consumos de materiais utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros com chapas múltiplas MP 152S de seção ovóide, por metro linear.

Tabela 44 - Produção horária e consumo de materiais nos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152S - seção ovóide

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152S - Seção Ovóide							
Vão (m)	Altura (m)	Produção (m/h)	Largura do Berço (m)	Altura do Berço (m)	Lastro de Brita (m³)	Concreto (m³)	Armação (kg)
7,21	7,82	0,17	8,71	0,35	3,0485	0,6073	16,23
7,31	7,87	0,16	8,81	0,35	3,0835	0,7173	16,95
7,77	7,90	0,16	9,27	0,35	3,2445	0,6894	16,77
7,57	8,44	0,16	9,07	0,35	3,1745	0,6449	16,49
8,36	8,23	0,14	9,86	0,35	3,4510	0,8450	17,72
8,13	8,01	0,16	9,63	0,35	3,3705	0,8736	17,88
8,56	8,48	0,15	10,06	0,35	3,5210	0,9275	18,18
8,71	9,32	0,13	10,21	0,35	3,5735	0,8050	17,48
9,15	9,04	0,13	10,65	0,35	3,7275	1,0080	18,62
9,15	9,50	0,12	10,65	0,35	3,7275	0,8613	17,81

A Tabela 45 apresenta os consumos de equipamentos e mão de obra utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros com chapas múltiplas MP 152S de seção arco alto, por metro linear.

Tabela 45 - Consumo de equipamentos e mão de obra para execução dos bueiros metálicos com chapa múltipla MP 152S - seção ovóide

Bueiro Metálico com Chapa Múltipla MP 152S - Seção Ovóide									
Vão (m)	Altura (m)	Quadro Tubular (h)	Guindauto (h)	Plataforma (h)	Servente (h)	Montador (h)	Carpinteiro (h)	Serralheiro (h)	Ajudante (h)
7,21	7,82	16,0	1,0	1,0	10,0	2,0	1,0	1,0	2,0
7,31	7,87	16,0	1,0	1,0	10,0	2,0	1,0	1,0	2,0
7,77	7,90	16,0	1,0	1,0	10,0	2,0	1,0	1,0	2,0
7,57	8,44	16,0	1,0	1,0	12,0	2,0	1,0	1,0	2,0
8,36	8,23	16,0	1,0	1,0	12,0	2,0	1,0	1,0	2,0
8,13	8,01	16,0	1,0	1,0	12,0	2,0	1,0	1,0	2,0
8,56	8,48	16,0	1,0	1,0	12,0	2,0	1,0	1,0	2,0
8,71	9,32	16,0	1,0	1,0	14,0	2,0	1,0	1,0	2,0
9,15	9,04	16,0	1,0	1,0	14,0	2,0	1,0	1,0	2,0
9,15	9,50	16,0	1,0	1,0	14,0	2,0	1,0	1,0	2,0

Os bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152S de seções em arco alto e ovóide utilizam, como reforço, duas vigas de empuxo, triangulares, de concreto armado, localizadas simetricamente na parte superior do arco.

Para a execução do serviço de bueiros com chapas múltiplas MP 100 e MP 152 com diâmetros maiores ou iguais a 1,80 m, as composições de custos do SICRO consideraram a necessidade de utilização de um caminhão carroceria com guindauto e de quadros de contraventamento para andaimes, com as quantidades sendo determinadas em função do diâmetro da seção.

As composições de custos dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152S de seções em arco alto e ovóide do SICRO consideram na execução do serviço a necessidade de uma plataforma elevatória articulada elétrica, além do caminhão carroceria com guindauto e dos quadros tubulares.

As formas de madeira utilizadas na execução das fundações e das vigas de empuxo dos bueiros metálicos com chapas múltiplas MP 152S foram consideradas nas composições de custos com reaproveitamento de 3 vezes.

6.2.2. Bueiros Metálicos sem Interrupção do Tráfego (Tunnel Liner)

Os bueiros metálicos executados sem interrupção do tráfego são destinados ao escoamento de cursos d'água permanentes ou temporários, por meio de aterros executados por processo não destrutivo. São utilizadas chapas de aço corrugadas, fixadas por parafusos e porcas ou grampos especiais, com o avanço de instalação sendo alcançado por meio do processo construtivo denominado *tunnel liner*.

A técnica executiva *tunnel liner* permite a construção de pequenos ou médios túneis sem interferência na superfície. O procedimento consiste na escavação da frente de ataque e montagem do primeiro anel, ajustando-se as chapas ao terreno e fixando-as umas às outras com porcas e parafusos.

Posteriormente, são continuamente repetidas as etapas de escavação e montagem dos anéis até a sua conclusão. Ao final de cada novo segmento do túnel, torna-se possível a imediata escavação para o anel seguinte sem a necessidade de interrupção ou paralisação dos serviços.

Os bueiros metálicos sem interrupção do tráfego (*tunnel liner*) possuem diversas aplicações nas obras, podendo ser destacado as seguintes:

- Galerias de drenagem pluvial e esgoto;
- Passagens de pedestres e veículos;
- Aplicações em obras metroviárias;
- Aplicações em mineração;
- Recuperação de galerias obstruídas ou deterioradas;
- Tubos camisa para proteção mecânica de tubulações de água, esgoto, combustíveis e demais instalações;
- Canalização de córregos;
- Reforço estrutural para túneis.

As composições de custos de bueiros metálicos sem interrupção do tráfego do SICRO encontram-se estruturadas em função dos diâmetros, do tratamento das chapas e dos tipos de materiais de escavação, conforme detalhamento apresentado abaixo:

- Seção circular do bueiro metálico de diâmetros entre 1,20 m a 5,00 m para bueiros com proteção contra corrosão de tratamento galvanizado;
- Seção circular do bueiro metálico de diâmetros entre 1,20 m a 3,20 m para bueiros com proteção contra corrosão de tratamento em epóxi;
- Tipos de materiais de escavação: 1ª categoria, 2ª categoria e 3ª categoria.

A Tabela 46 apresenta as principais características dos bueiros metálicos sem interrupção do tráfego utilizadas para a elaboração das composições de custos do SICRO para obras rodoviárias, a saber: diâmetro, espessura da chapa, área da seção, perímetro e altura máxima admissível do aterro rodoviário.

Tabela 46 - Características dos bueiros metálicos para tunnel liner em rodovias

Bueiro Metálico para Tunnel Liner				
Diâmetro (m)	Espessura da Chapa (mm)	Área (m²)	Perímetro (m)	Altura Máxima do Aterro em Rodovia (m)
1,20	2,2	1,13	3,77	9,0
1,40	2,2	1,54	4,40	7,7
1,60	2,2	2,01	5,03	6,7
1,80	2,2	2,54	5,65	6,0
2,00	2,2	3,14	6,28	5,4
2,20	2,2	3,80	6,91	4,9
2,40	2,2	4,52	7,54	4,5
2,60	2,2	5,31	8,17	4,1
2,80	2,2	6,16	8,80	3,8
3,00	2,2	7,07	9,42	3,6
3,20	2,7	8,04	10,05	4,8
3,40	2,7	9,08	10,68	4,5
3,60	2,7	10,18	11,31	4,3
3,80	2,7	11,34	11,94	4,0
4,00	2,7	12,57	12,57	3,1
4,20	3,4	13,85	13,19	4,4
4,40	3,4	15,21	13,82	4,2
4,60	3,4	16,62	14,45	4,0
4,80	3,9	18,10	15,08	5,5
5,00	3,9	19,63	15,71	5,3

De forma similar ao item anterior, a Tabela 47 apresenta as principais características dos bueiros metálicos sem interrupção do tráfego utilizadas para a elaboração das composições de custos do SICRO para obras ferroviárias, a saber: diâmetro, espessura, área da seção, perímetro e altura máxima admissível do aterro ferroviário.

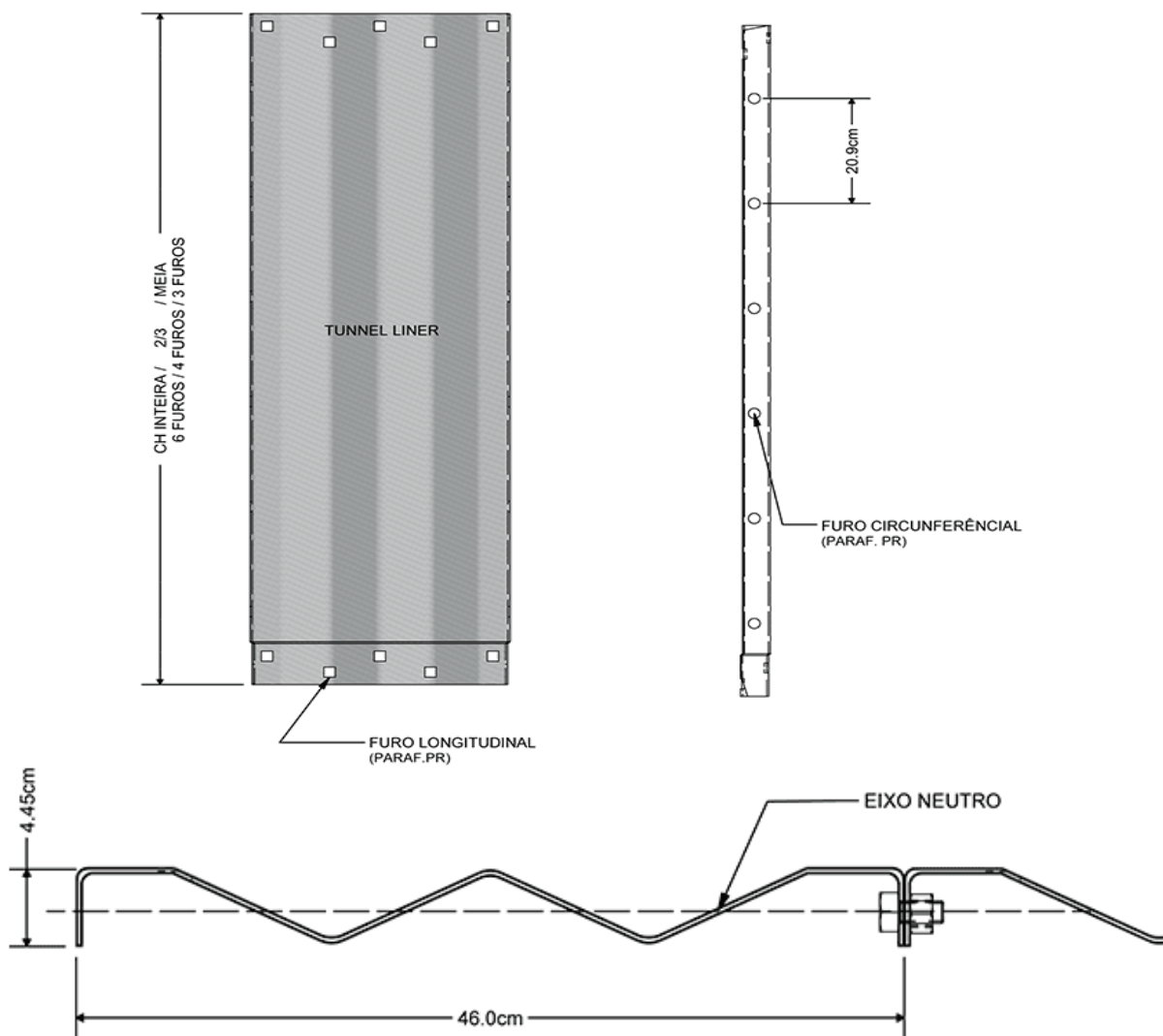
Tabela 47 - Características dos bueiros metálicos para tunnel liner em ferrovias

Bueiro Metálico para Tunnel Liner				
Diâmetro (m)	Espessura da Chapa (mm)	Área (m²)	Perímetro (m)	Altura Máxima do Aterro em Ferrovia (m)
1,20	2,7	1,13	3,77	12,9
1,40	2,7	1,54	4,40	11,0
1,60	2,7	2,01	5,03	9,6
1,80	2,7	2,54	5,65	8,0
2,00	2,7	3,14	6,28	6,9
2,20	3,4	3,80	6,91	7,9
2,40	3,4	4,52	7,54	7,0
2,60	3,4	5,31	8,17	6,4
2,80	3,4	6,16	8,80	5,5
3,00	3,4	7,07	9,42	4,7
3,20	3,4	8,04	10,05	4,0
3,40	3,9	9,08	10,68	7,0
3,60	3,9	10,18	11,31	6,6
3,80	3,9	11,34	11,94	6,2
4,00	3,9	12,57	12,57	5,1
4,20	3,9	13,85	13,19	4,8
4,40	3,9	15,21	13,82	4,2
4,60	3,9	16,62	14,45	4,0
4,80	4,7	18,10	15,08	5,1
5,00	4,7	19,63	15,71	4,8

Durante a elaboração de um projeto, caso seja identificada a necessidade de previsão de aterros com alturas superiores às especificadas nas composições de custos, seja para obras rodoviárias ou ferroviárias, deve-se proceder a substituição da chapa de aço na composição de diâmetro e características equivalentes, utilizada como referência, e não alterar a chapa do túnel piloto.

A Figura 22 apresenta os detalhes da chapa utilizada para execução dos bueiros metálicos para *tunnel liner*.

Figura 22 - Detalhes da chapa metálica utilizada para tunnel liner



A execução dos serviços de bueiros metálicos sem interrupção de tráfego (*tunnel liner*) exige a utilização dos seguintes equipamentos:

- Grupo gerador;
- Ventilador centrífugo baixa pressão;
- Bomba de injeção de argamassa e nata com capacidade 50 l/min e misturador com tambor.

As composições de custos do SICRO consideram ainda para a execução dos serviços de *tunnel liner* com diâmetros maiores ou iguais a 1,80 m a necessidade de utilização de quadros de contraventamento para andaimes, com as quantidades determinadas em função do diâmetro da seção.

As composições de custos de *tunnel liner* consideram ainda a utilização de sistemas de ventilação e de iluminação provisórios com o auxílio de um grupo gerador.

Para diâmetros maiores ou iguais a 2,40 m, as composições de custos do SICRO consideram a necessidade de sistemas de escoramento telescópico regulável, com as quantidades determinadas em função do diâmetro do tubo (D), conforme expressão matemática apresentada abaixo.

$$\text{Escoramento} = \frac{\pi \times (D)^2}{4}$$

A determinação do volume de escavação necessário é realizada em função de uma seção circular com diâmetro de 20 cm maior que o diâmetro do bueiro metálico.

No SICRO, as composições de custos dos serviços consideram a aplicação de uma argamassa de solo-cimento com 10% de cimento, aplicada por meio de uma bomba de injeção, para preenchimento de eventuais vazios entre a superfície da chapa do bueiro e o solo escavado, de modo evitar recalques ou acomodações indesejadas. A quantidade de argamassa é determinada por meio da expressão matemática abaixo.

$$\text{Argamassa} = \frac{\pi \times [(D_e)^2 - (D)^2]}{4}$$

onde:

D é o diâmetro do tubo;

D_e é o diâmetro escavado.

Com objetivo de garantir a estanqueidade do bueiro metálico, as composições de custos do SICRO consideram a utilização de fita de espuma de EPDM para vedação.

Para diâmetros superiores a 3,00 m, as composições consideram a utilização de um túnel piloto, com reaproveitamento de 20 vezes, com as seguintes finalidades:

- Parcializar a seção a ser escavada;
- Permitir a avaliação, em ambiente mais seguro, do comportamento do solo a ser escavado e viabilizar a prospecção de interferências não cadastradas;
- Minimizar os riscos da exposição de uma área de solo maior e, por consequência, reduzir o alívio de tensões no solo;
- Minimizar os riscos de escorregamento da frente, pois a frente de trabalho do túnel piloto, além de estar sempre cravada no maciço, deverá sempre ficar avançada em relação à câmara de trabalho do túnel principal, considerando o ângulo de descanso do solo a ser atravessado;
- Preservar a estabilidade das camadas de solo sobre a geratriz superior do túnel, minimizando a movimentação do maciço e, por consequência, os riscos de deslocamentos das referidas camadas.

A Tabela 48 apresenta as produções horárias e os consumos de materiais, de equipamentos e de mão de obra utilizados na elaboração das composições de custos para execução dos bueiros metálicos para tunnel liner.

Tabela 48 - Produção horária e consumo de materiais, de equipamentos de mão de obra nos bueiros metálicos para tunnel liner

Diâmetro (m)	Produção (m/h)	Diâmetro de Escavação (m)	Volume de Escavação (m³)	Argamassa (m³)	Túnel Piloto (m)	Fita de Espuma (m)	Quadro Tubular (h)	Escoramento Metálica (m³)	Servente (h)	Montador (h)
1,20	0,288	1,4	1,53938	0,40841	-	13,18891	-	-	6,0	2,0
1,40	0,288	1,6	2,01062	0,47124	-	16,14261	-	-	6,0	2,0
1,60	0,216	1,8	2,54470	0,53407	-	17,58522	-	-	6,0	2,0
1,80	0,216	2,0	3,14160	0,59690	-	20,53891	2,0	-	6,0	2,0
2,00	0,216	2,2	3,80134	0,65974	-	21,98152	2,0	-	8,0	2,0
2,20	0,180	2,4	4,52390	0,72257	-	24,93522	2,0	-	8,0	2,0
2,40	0,198	2,6	5,30930	0,78540	-	26,37783	2,0	4,52390	8,0	3,0
2,60	0,200	2,8	6,15754	0,84823	-	29,33152	2,0	5,30930	10,0	3,0
2,80	0,200	3,0	7,06860	0,91106	-	30,77413	2,0	6,15754	10,0	3,0
3,00	0,202	3,2	8,04250	0,97390	1,60	33,72783	2,0	7,06860	12,0	3,0
3,20	0,168	3,4	9,07922	1,03673	1,60	35,17043	2,0	8,04250	12,0	3,0
3,40	0,150	3,6	10,17878	1,09956	1,60	38,12413	4,0	9,07922	12,0	3,0
3,60	0,180	3,8	11,34112	1,16239	1,80	39,56674	4,0	10,17878	14,0	4,0
3,80	0,162	4,0	12,56640	1,22522	1,80	42,52043	6,0	11,34118	14,0	4,0
4,00	0,162	4,2	13,85446	1,28806	2,00	43,96304	6,0	12,56640	14,0	4,0
4,20	0,163	4,4	15,20534	1,35089	2,00	46,91674	6,0	13,85446	16,0	4,0
4,40	0,140	4,6	16,61906	1,41372	2,20	48,35935	6,0	15,20534	16,0	4,0
4,60	0,128	4,8	18,09562	1,47655	2,20	51,31304	6,0	16,61906	16,0	4,0
4,80	0,148	5,0	19,63500	1,53938	2,40	52,75565	8,0	18,09562	18,0	5,0
5,00	0,136	5,2	21,23722	1,60222	2,40	55,70935	8,0	19,63500	18,0	5,0

O SICRO disponibiliza composições de custos para os serviços de escavação de tunnel liner em materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias.

Em materiais de 1ª categoria, a escavação é executada com o auxílio de ferramentas manuais e o transporte do material escavado realizado com carros de mão ou gericas. A composição de custo do serviço encontra-se estruturada em função dos trabalhos de 2 perfuradores e de 6 serventes e da utilização de um transportador manual com 180 litros de capacidade, o que resulta em uma produção de 0,375 m³/h.

Além da equipe e equipamentos anteriormente destacados, a escavação manual em materiais de 2ª categoria exige ainda a inclusão de um martelete perfurador/rompedor a ar comprimido associado a um compressor portátil de ar comprimido, o que resulta em uma produção de 0,282 m³/h.

A Tabela 49 apresenta os equipamentos, os materiais e a mão de obra necessários à execução da escavação de tunnel liner em materiais de 3ª categoria.

Tabela 49 - Consumo de insumos na escavação de tunnel liner em materiais de 3ª categoria

Insumo / Equipamento / Mão de obra	Unidade	Quantidade
Martelete perfurador/rompedor a ar comprimido de 10 kg	h	1,00000
Compressor de ar portátil 198 PCM - 55 kW	h	1,00000
Transportador manual com capacidade de 180 litros	h	1,00000
Blaster	h	1,00000
Frentista de túnel	h	6,00000
Emulsão explosiva encartuchada	kg	1,50000
Cordel detonante NP10	m	8,79023
Retardador de cordel	und	1,00000
Estopim	m	0,22198
Série de brocas S-12 - D = 22 mm	und	0,03052

A utilização de cordel mostra-se recorrente em desmontes de rocha a céu aberto ou subterrâneos e que, por se constituir em material explosivo, torna desnecessário o emprego de espoletas. A quantidade de cordel detonante, em metros, pode ser obtida em função da expressão matemática apresentada abaixo.

$$Cd = \frac{C \times Nf}{A \times Pr}$$

onde:

Cd representa cordel detonante NP 10;
C representa o consumo de cordel por furo;
Nf representa o número de furos;
A representa a área da seção;
Pr representa a profundidade.

Substituindo os valores, obtém-se a quantidade de cordel detonante NP 10 necessária à escavação de 1,0 metro cúbico de tunnel liner em materiais de 3ª categoria.

$$Cd = \frac{1,2 \times 33}{5,3 \times 0,85} = 8,79023 \text{ m}$$

O estopim tem como propriedade principal produzir uma queima lenta e uniforme, sendo normalmente utilizado para iniciar cargas explosivas. Por premissa, adotou-se o consumo de 1 metro por furo, conforme expressão matemática apresentada abaixo.

$$Es = \frac{1}{A \times Pr}$$

onde:

Es representa o comprimento do estopim;
A representa a área de seção;
Pr representa a profundidade.

Substituindo os valores, obtém-se o comprimento de estopim considerado necessário à escavação de tunnel liner em materiais de 3ª categoria.

$$Es = \frac{1}{5,3 \times 0,85} = 0,22198 \text{ m}$$

A quantidade da série de brocas S-12 - D = 22 mm foi definida em função da expressão matemática apresentada abaixo.

$$Sb = \frac{F}{Vs \times b \times n}$$

onde:

Sb representa a série de brocas;
F representa o número de furos;
Vs representa o volume da seção escavada;
b representa o número de brocas;
n representa a vida útil.

Substituindo os valores, obtém-se a quantidade de séries de brocas S-12 - D = 22 mm considerada necessária à escavação de 1,0 metro cúbico de tunnel liner em materiais de 3ª categoria.

$$Sb = \frac{33}{4,505 \times 2 \times 120} = 0,03052 \text{ un}$$

A produção horária do martelete perfurador/rompedor a ar comprimido de 10 kg pode ser obtida em função do volume da seção escavada e do tempo de ciclo do equipamento, conforme expressão matemática apresentada abaixo.

$$P = \frac{Q \times V \times Fe}{Tc}$$

onde:

P representa a produção horária;

Q representa a quantidade;

V representa o volume da seção escavada;

Fe representa o fator de eficiência;

Tc representa de tempo de ciclo.

Substituindo os valores, obtém-se a produção horária de 0,187 m³/h para o serviço de escavação de tunnel liner em materiais de 3ª categoria.

$$P = \frac{1 \times 4,505 \times 0,83}{20,03} = 0,187 \text{ m}^3/\text{h}$$

6.3. Critérios de Medição

A medição dos serviços deve ser realizada em função do comprimento dos bueiros metálicos efetivamente executados. Os custos unitários dos serviços compreendem o fornecimento de todos os materiais, dos equipamentos e da mão de obra, com seus respectivos encargos.

