



“Drenagem de Rodovias”

Parte - IV

Setembro/2021

Engº Marcos Augusto Jabôr



DISPOSITIVOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL

Dispositivos de Drenagem

Os dispositivos de drenagem têm como objetivo, **captar e conduzir para local adequado** toda a água que sob qualquer forma venha a atingir o corpo estradal.

Dispositivos de Drenagem Superficial

- Obras de arte correntes;
- Valetas de proteção de corte, aterro e mureta de proteção de corte em rocha;
- Sarjetas de corte e aterro;
- Entrada d'água em aterro;
- Descidas d'água de corte e aterro
- Soleira de dispersão;
- Caixa Coletora;
- Sarjetas de banquetas de Corte e aterro.

DNIT

Publicação IPR - 736

ÁLBUM DE PROJETOS-TIPO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

5ª Edição

2018

**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA
INSTITUTO DE PESQUISAS RODoviÁRIAS**



A NASA tem que estudar o Brasileiro





Qual a função da sarjeta?



Qual a função da sarjeta?



Sarjeta de corte

*Dispositivo de drenagem superficial que tem como objetivos, captar as águas precipitadas na pista de rolamento, talude de corte e conduzi-las a um local de deságüe **ADEQUADO**.*

Drenagem Superficial

Conservação e Manutenção

Momento correto para correr o trecho







Drenagem Superficial

Valeta de Proteção de Corte

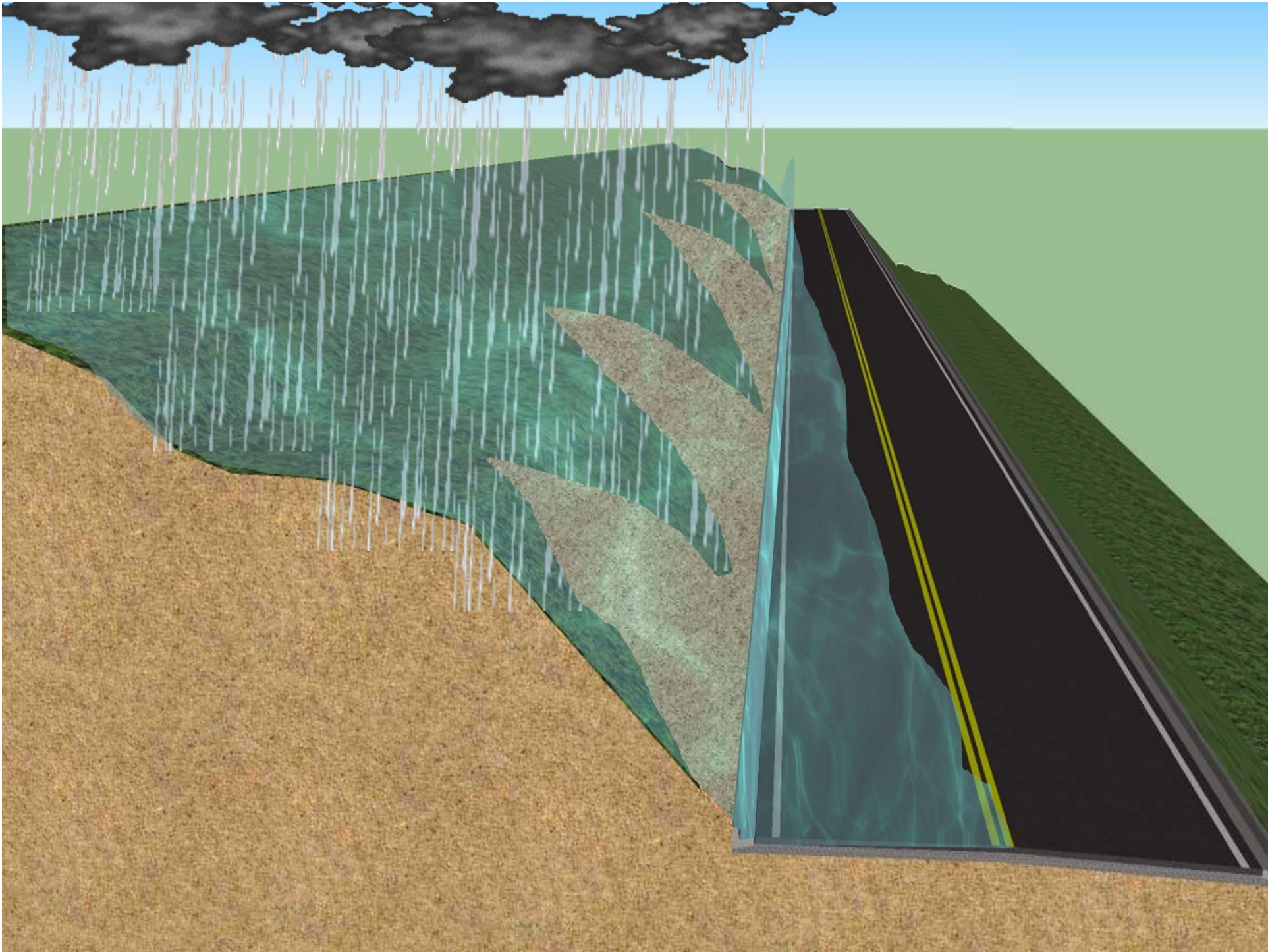


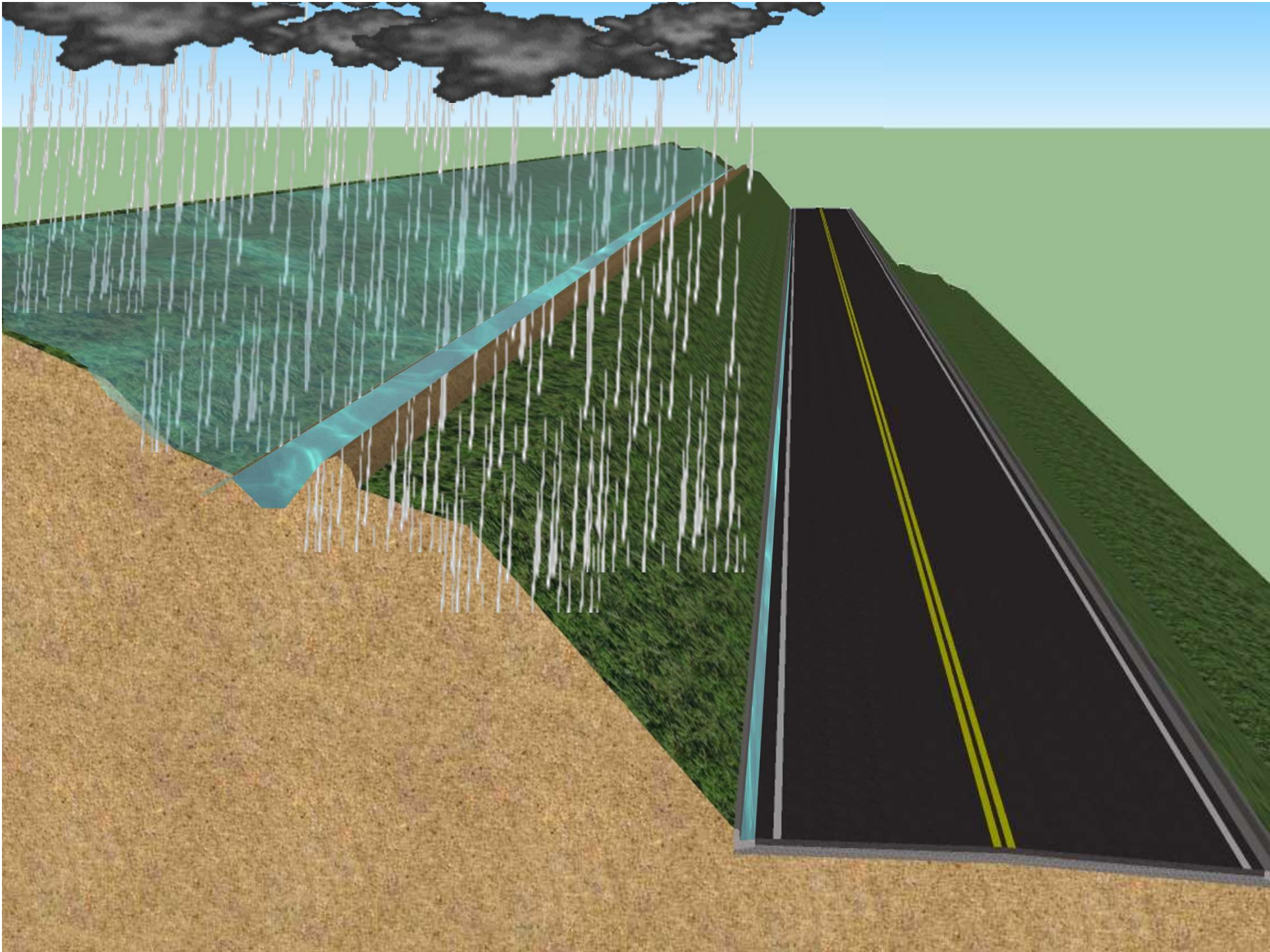
Valetas de Proteção de Corte

As valetas de proteção de corte têm como finalidade impedir que as águas procedentes das encostas de montante atinjam a rodovia, **evitando uma sobrecarga de volume d'água na sarjeta** (risco de aquaplanagem) e **reduzir os riscos de erosões/desestabilização do talude de corte** garantindo sua estabilidade.

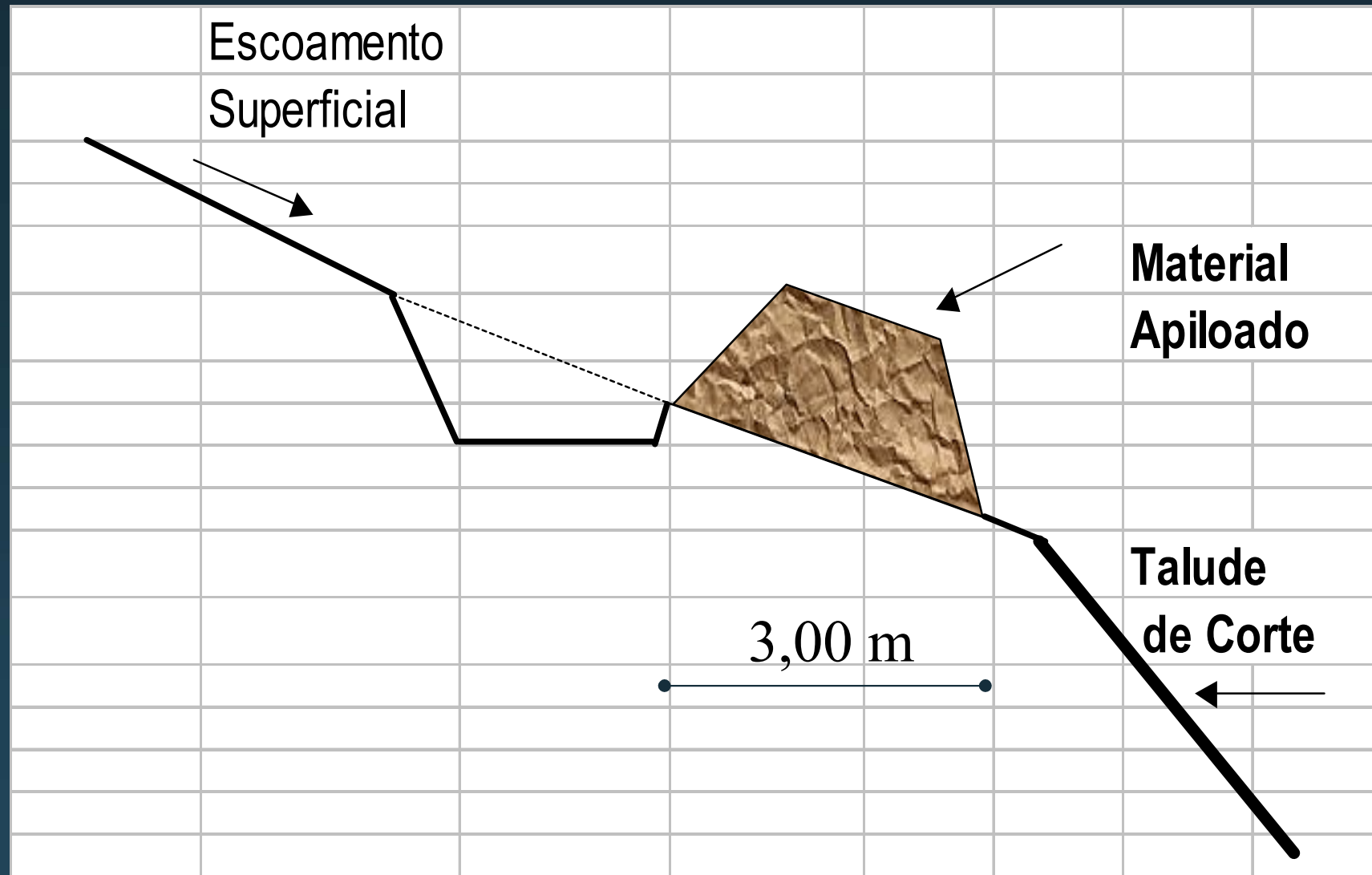




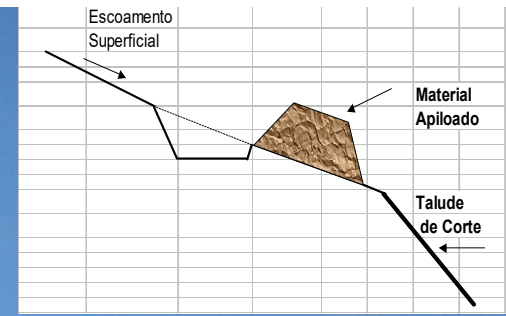




Valetas de Proteção de Corte







Necessidade de Valeta de Proteção de Corte



Valetas de Proteção de Corte

Tipos:

- revestida com grama;
- revestida com concreto e
- em solo

Revestimento com Grama



Revestimento em Concreto

Revestimento com Concreto

O revestimento deverá ser feito nos locais onde não houver dúvida da necessidade da proteção.

Ex: valetas em solos arenosos, solos siltosos e solos com predominância arenosa ou siltosa.





Revestimento em Solo





Valetas de Proteção de Corte

A valeta com a forma trapezoidal possuiu uma melhor eficiência hidráulica.

Valetas de Proteção de Corte

A valeta com a forma trapezoidal possuiu uma melhor eficiência hidráulica.

Recomenda-se que sua localização seja a uma distância mínima de 3.00 m da linha de off-set, que o material removido na escavação seja apilado e depositado à jusante da valeta, formado com a mesma o coroamento de seu lado inferior.



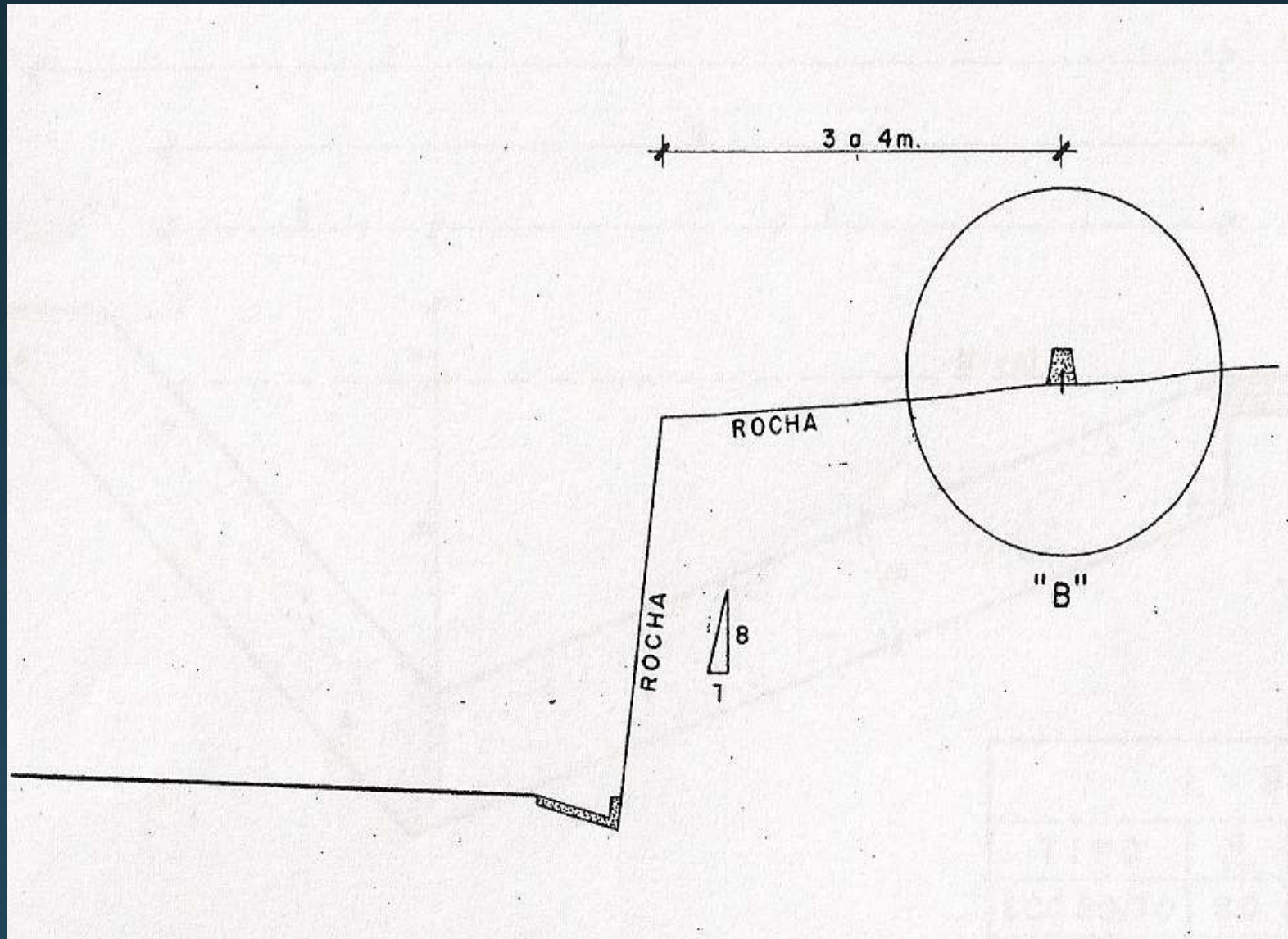


Drenagem Superficial

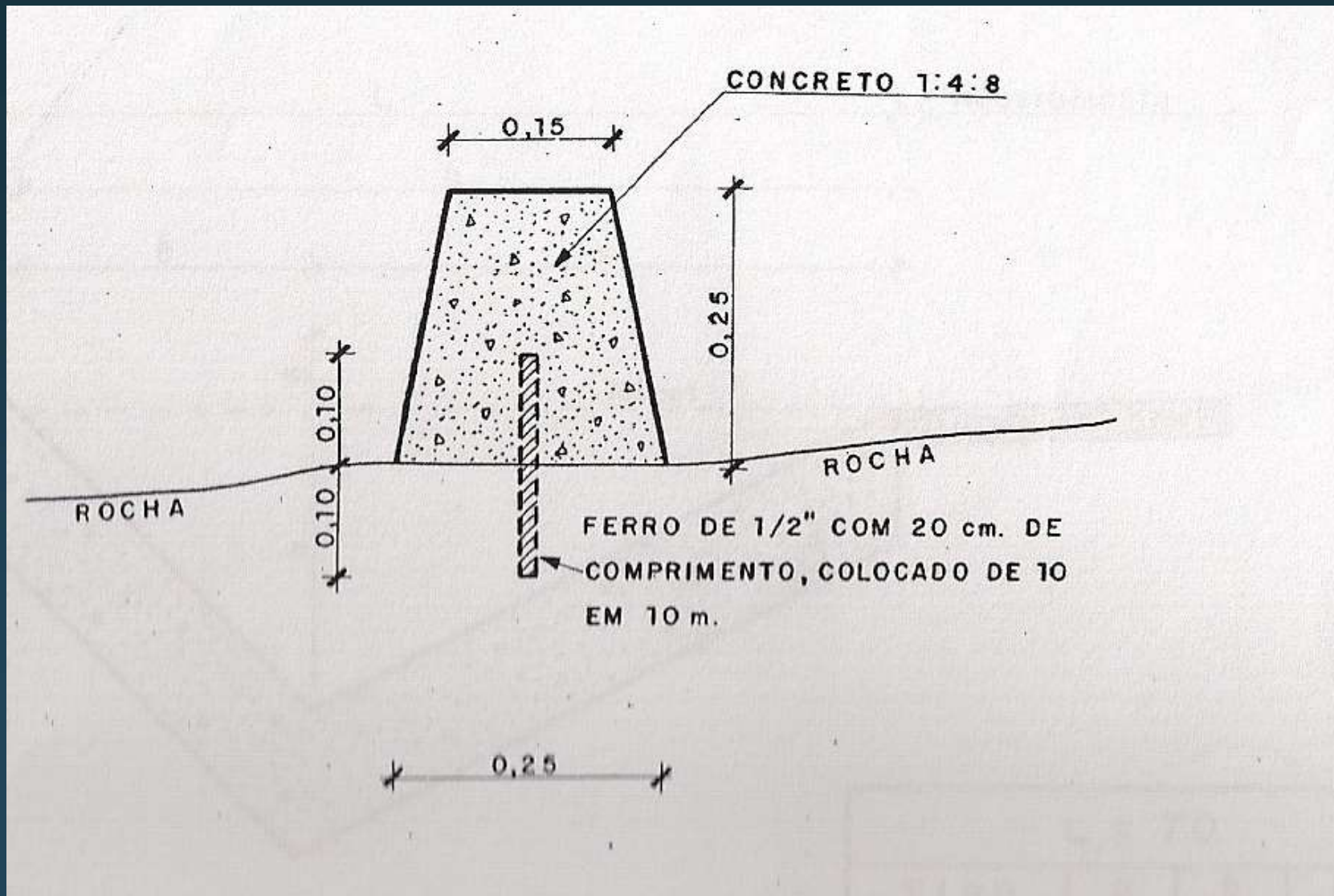
Mureta de Proteção de Corte em Rocha



Mureta de Proteção de Corte em Rocha



Projeto tipo da Mureta de Proteção







1

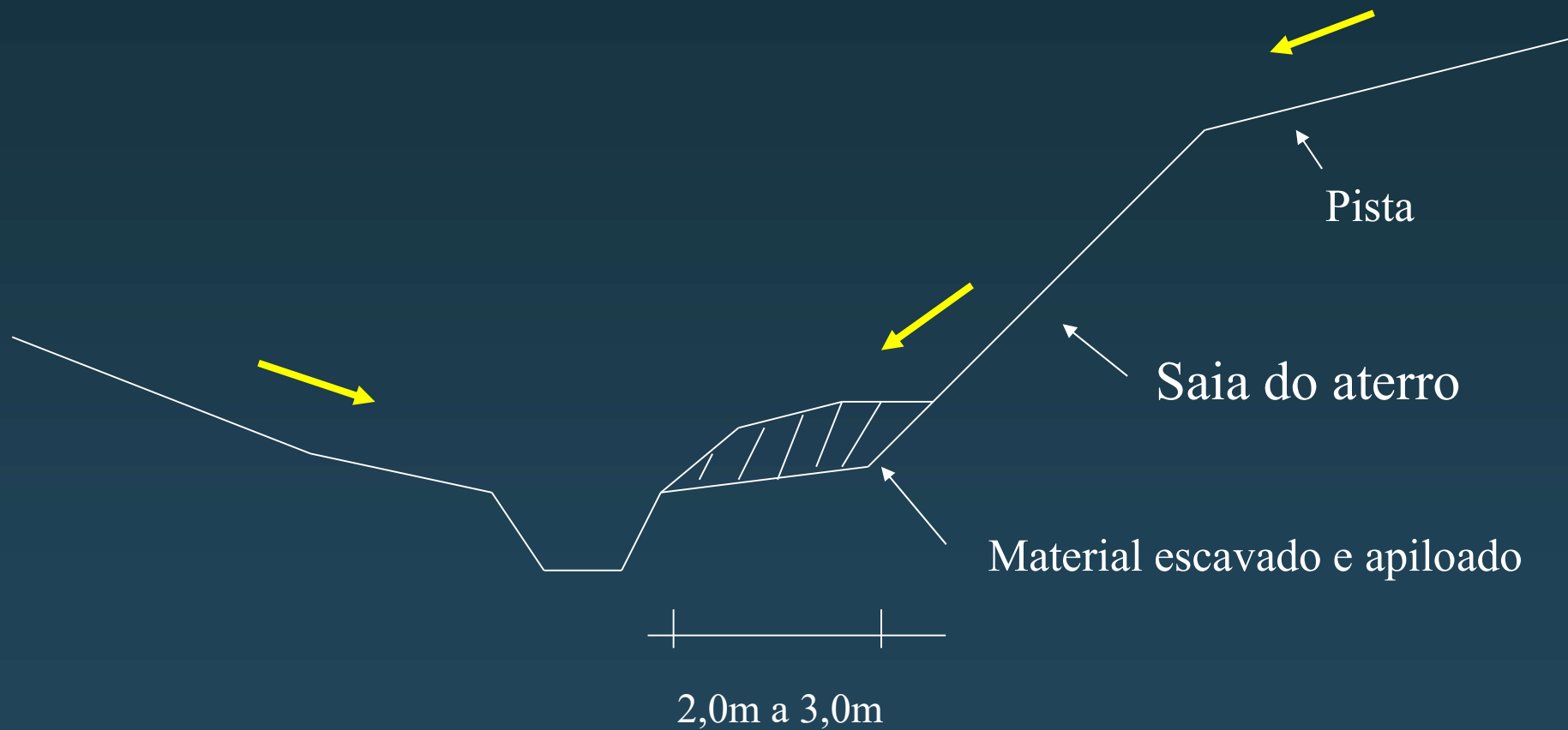


Drenagem Superficial

Valeta de Proteção de Aterro



Valeta de Proteção de Aterro



1- DER-MG

VPA – solo

2- DNIT

VPA 03 e VPA 04

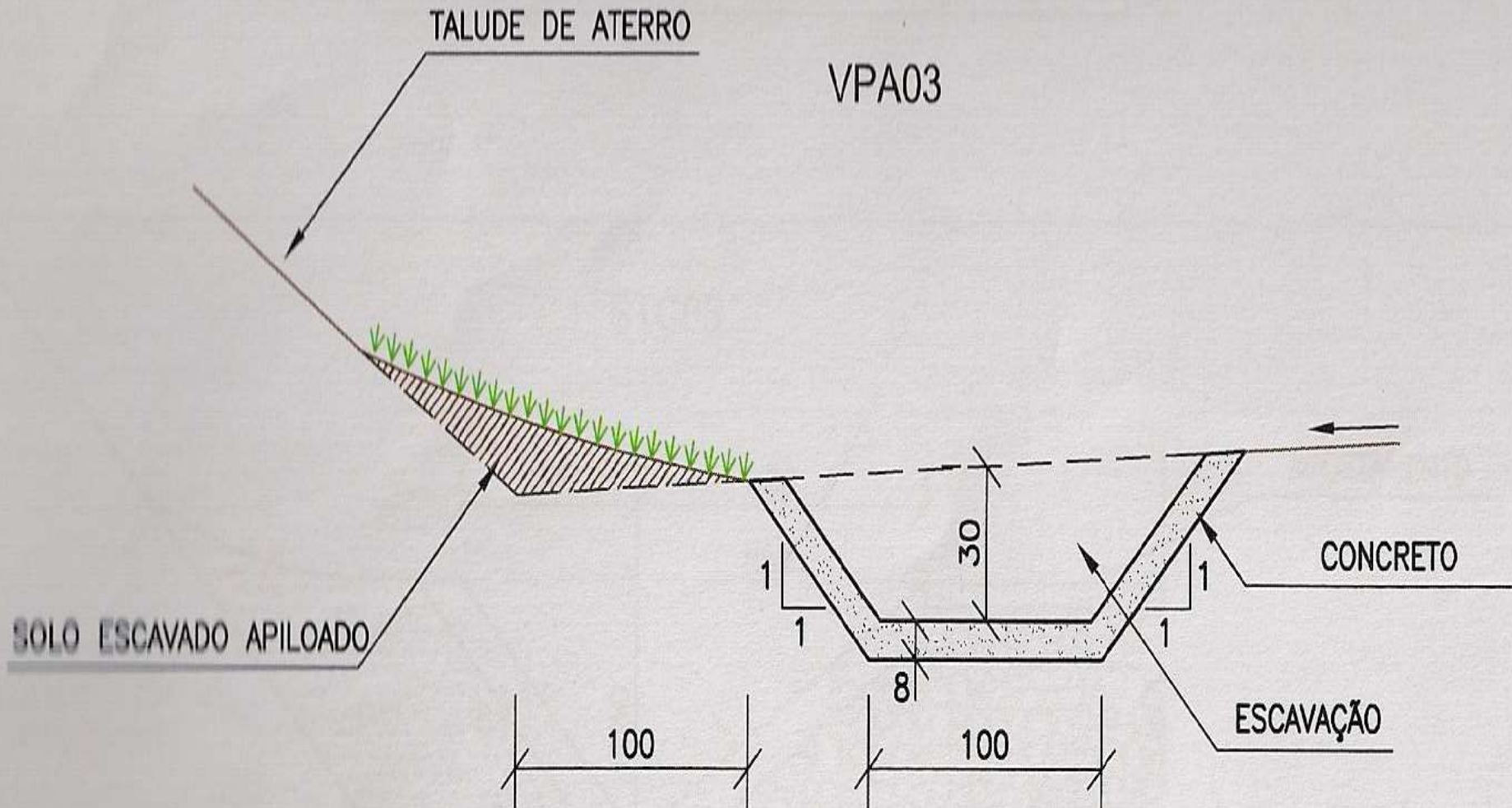
Dimensões - VPA 03 = 1,00 base e h= 0,30

VPA 04 = 0,60 base e h= 0,30

Espessura = 8,0 cm

Fck > = 15 MPa

Valeta Proteção Aterro: DNIT – VPA 03

















Valetas de Proteção de Corte

Dimensionamento hidráulico

A expressão da fórmula racional é:

$$Q.1 = \frac{c.i.A}{3,6.10^6}$$

Onde:

Q = descarga de contribuição em m³/s;

c = coeficiente de escoamento, adimensional, fixado de acordo como complexo solo-cobertura vegetal e declividade do terreno;

i = intensidade de precipitação, em mm/h para a chuva de projeto, fixada no estudo hidrológico;

A = área de contribuição, em m², determinada através de levantamentos topográficos, aerofotogramétricos ou expeditos.

Valetas de Proteção de Corte

Fixada a vazão de contribuição, passa-se ao dimensionamento hidráulico propriamente dito através da fórmula de Manning associada a equação da continuidade.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Fórmula de Manning

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q.2 = A.V$$

Fórmula da
continuidade

$$Q.2 > Q.1$$

Valetas de Proteção de Corte

onde:

V = velocidade de escoamento, em m/s;

I = declividade longitudinal da valeta, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade de Manning,
adimensional função do tipo de adotado;

R = raio hidráulico, em m;

A = área molhada, em m^2 ;

P = perímetro molhado;

Q = vazão admissível na valeta, em m^3/s ;

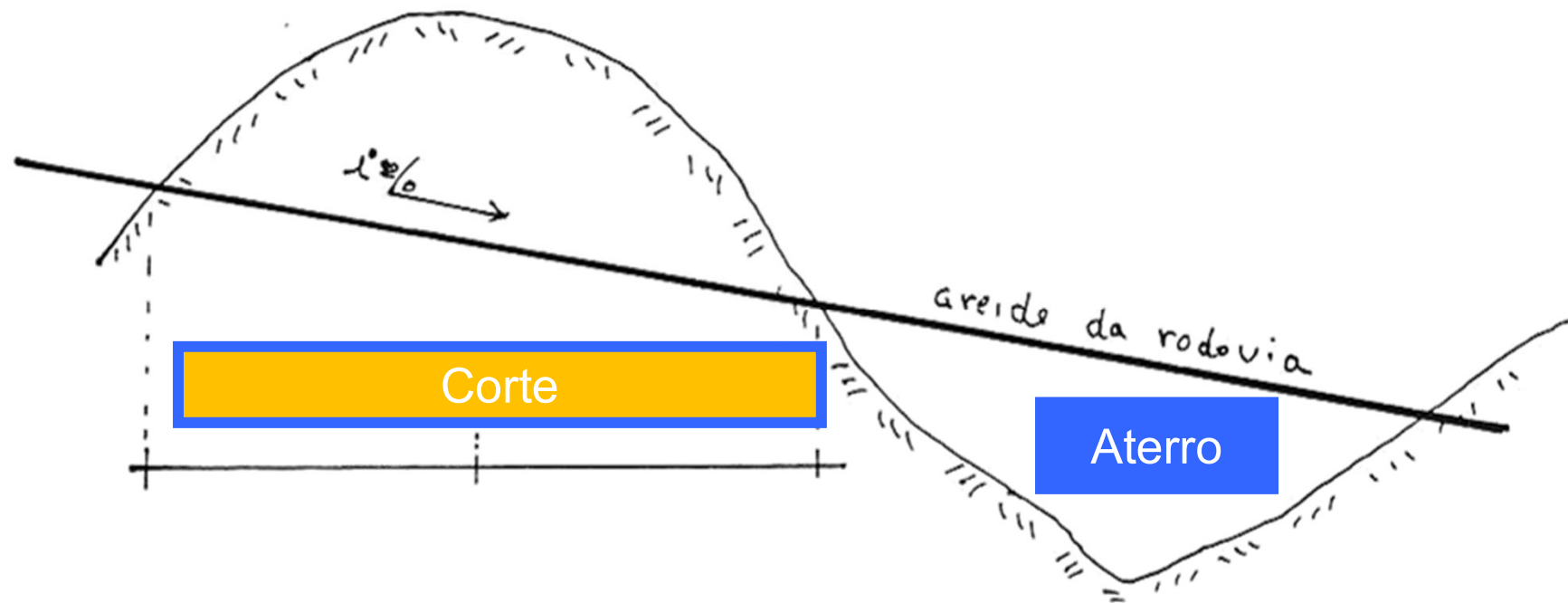
Drenagem Superficial

Sarjetas

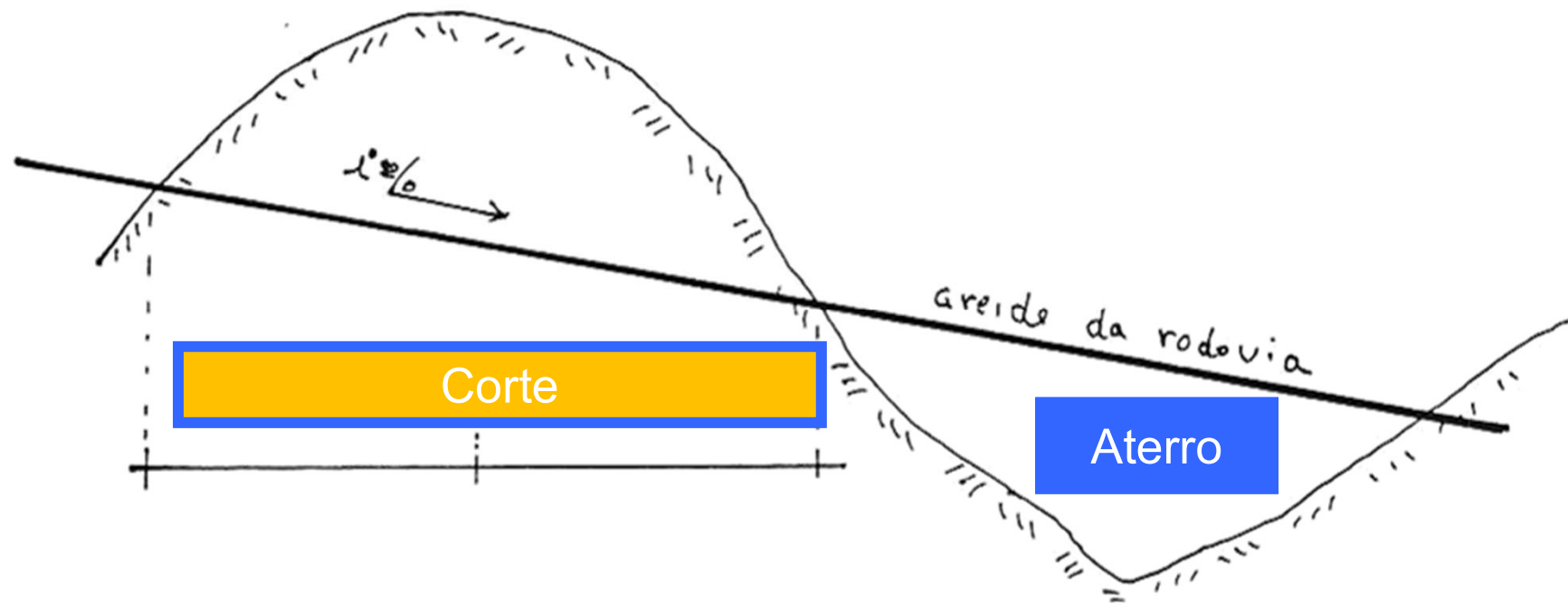




Perfil longitudinal de uma rodovia.

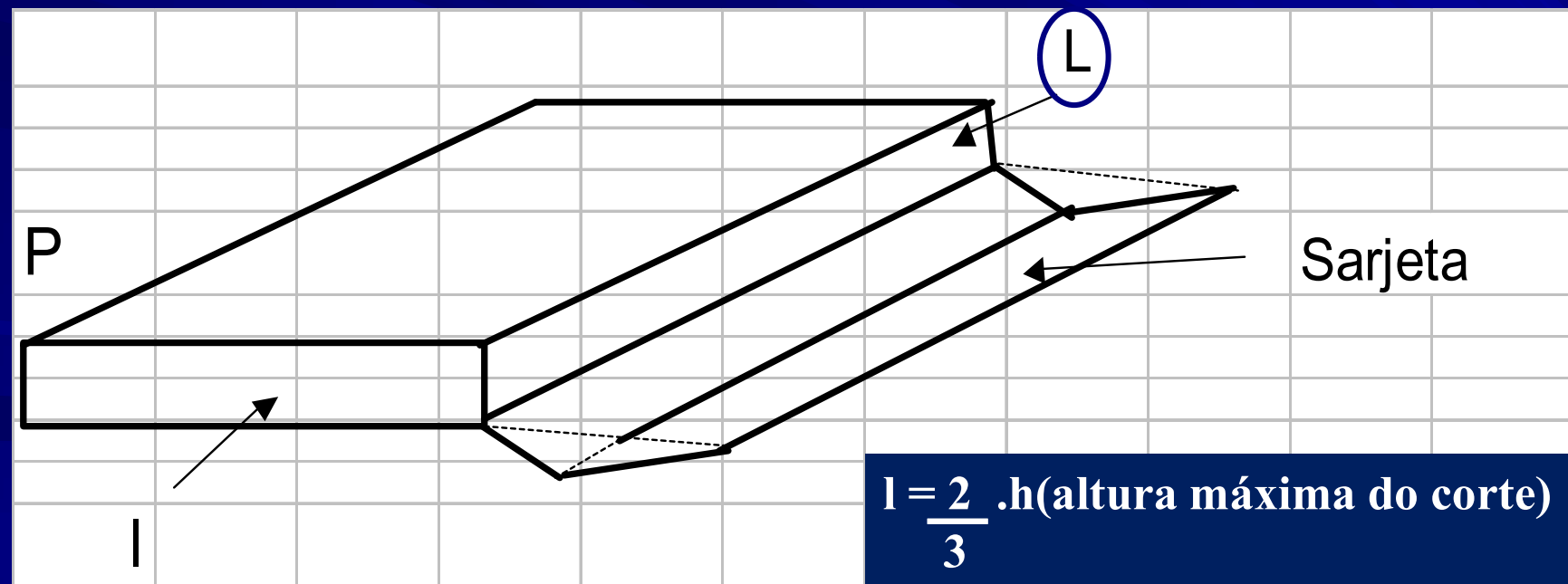


Perfil longitudinal de uma rodovia.



Dimensionamento Hidráulico – Sarjeta de Corte

A bacia de contribuição para uma sarjeta é um paralelepípedo de altura igual à precipitação pluvial(P) cuja largura (l) é a largura do implúvio e o comprimento(L) é o comprimento crítico a se determinar.



A largura de implúvio(l) é a projeção horizontal da largura de contribuição.

“Comprimento crítico”

É definido como o comprimento máximo de utilização da sarjeta, para que não haja transbordamento d'água para a pista que afetaria a segurança da via através da aquaplanagem e/ou transbordamento para o talude de aterro onde poderá iniciar um processo de erosão.

$$L = \frac{3.6 \times 10^6 \times S \times R h^{2/3} \times i^{1/2}}{n.c.l.l}$$

n= coeficiente de rugosidade

Sarjeta de concreto – n= 0,013 a 0,015

Drenagem Superficial

Sarjetas de Corte



n = 0,013



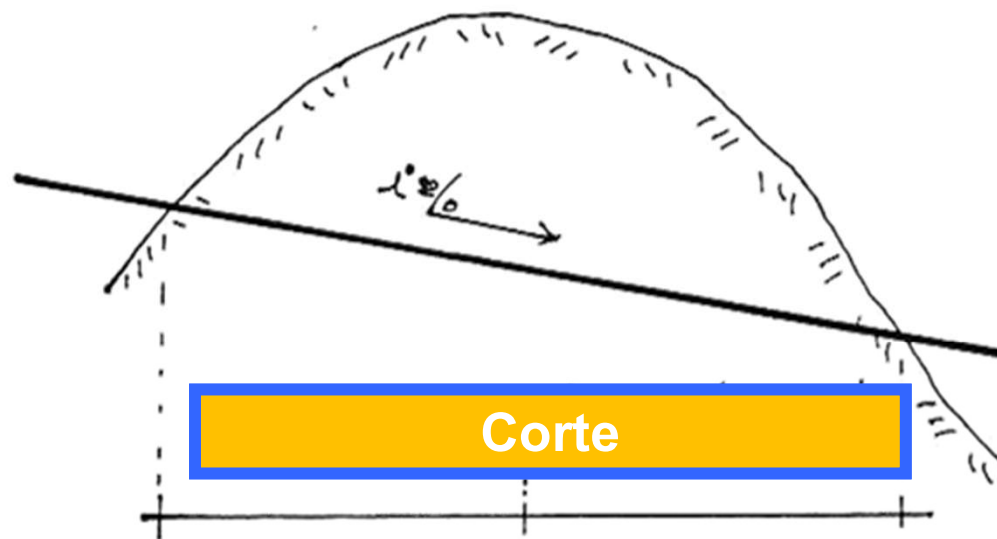
$n = ????????$



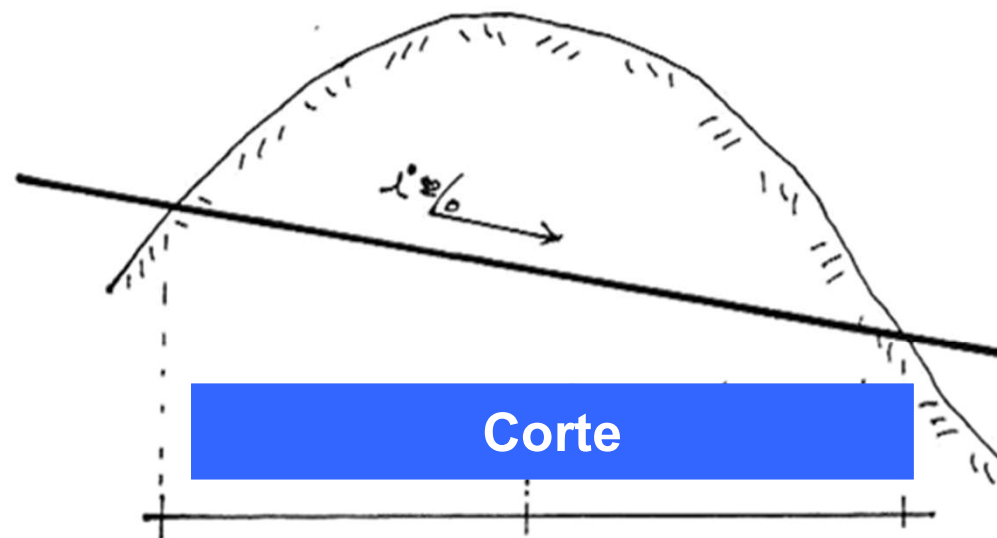
$n > 0,013$



Perfil longitudinal de uma rodovia.



Perfil longitudinal de uma rodovia.



Extensão corte = 350,0 m

Sarjeta projetada

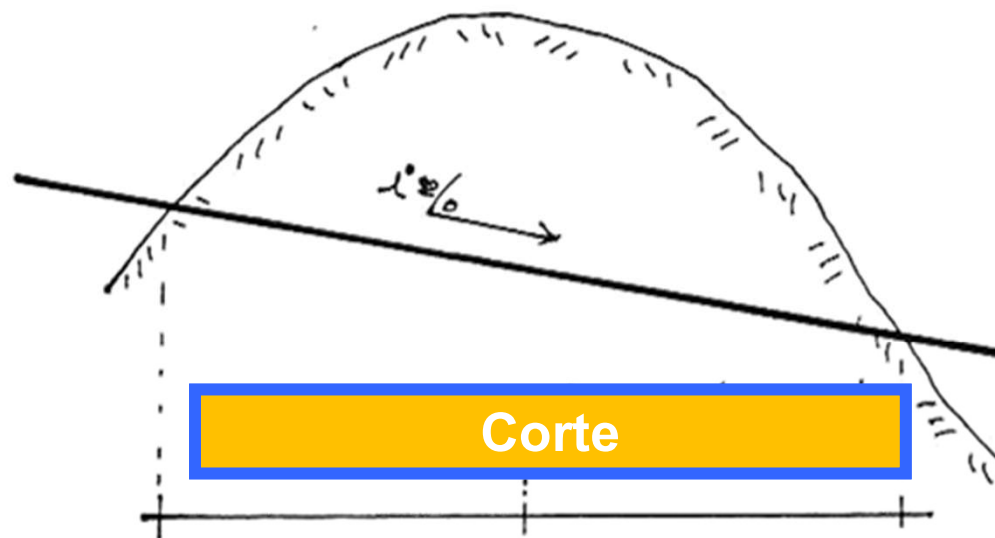
Comp crítico de 350,0 m

$n = 0,013$

n= 0,015



Perfil longitudinal de uma rodovia.



Extensão corte = 350,0 m

Sarjeta projetada

Comp. crítico de 350,0 m

$n = 0,013$

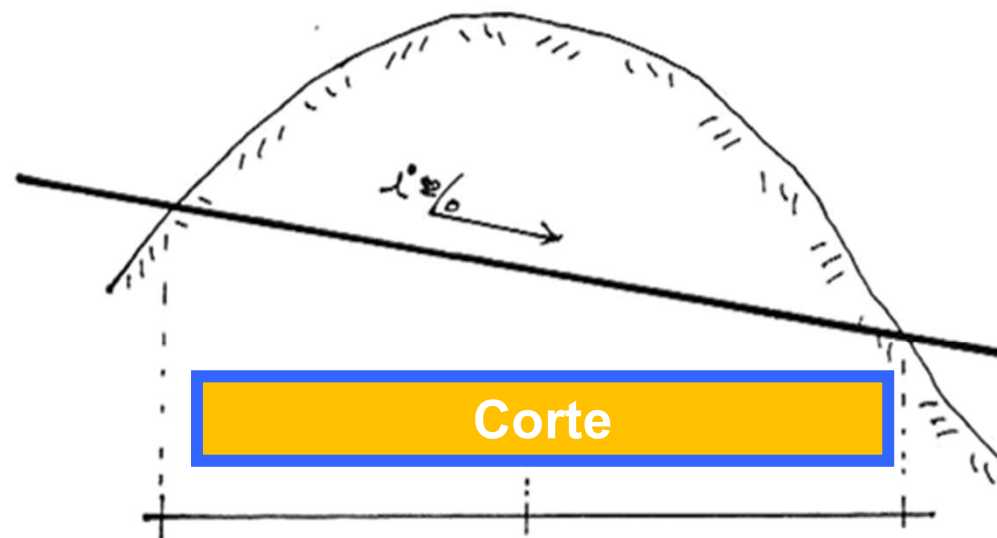
Sarjeta

$n = 0,015$

Comp. crítico de 303,0 m

- 47,0 m de extensão de pista com alagamento

Perfil longitudinal de uma rodovia.



Extensão corte = 350,0 m

Sarjeta projetada

Comp. crítico de 350,0 m

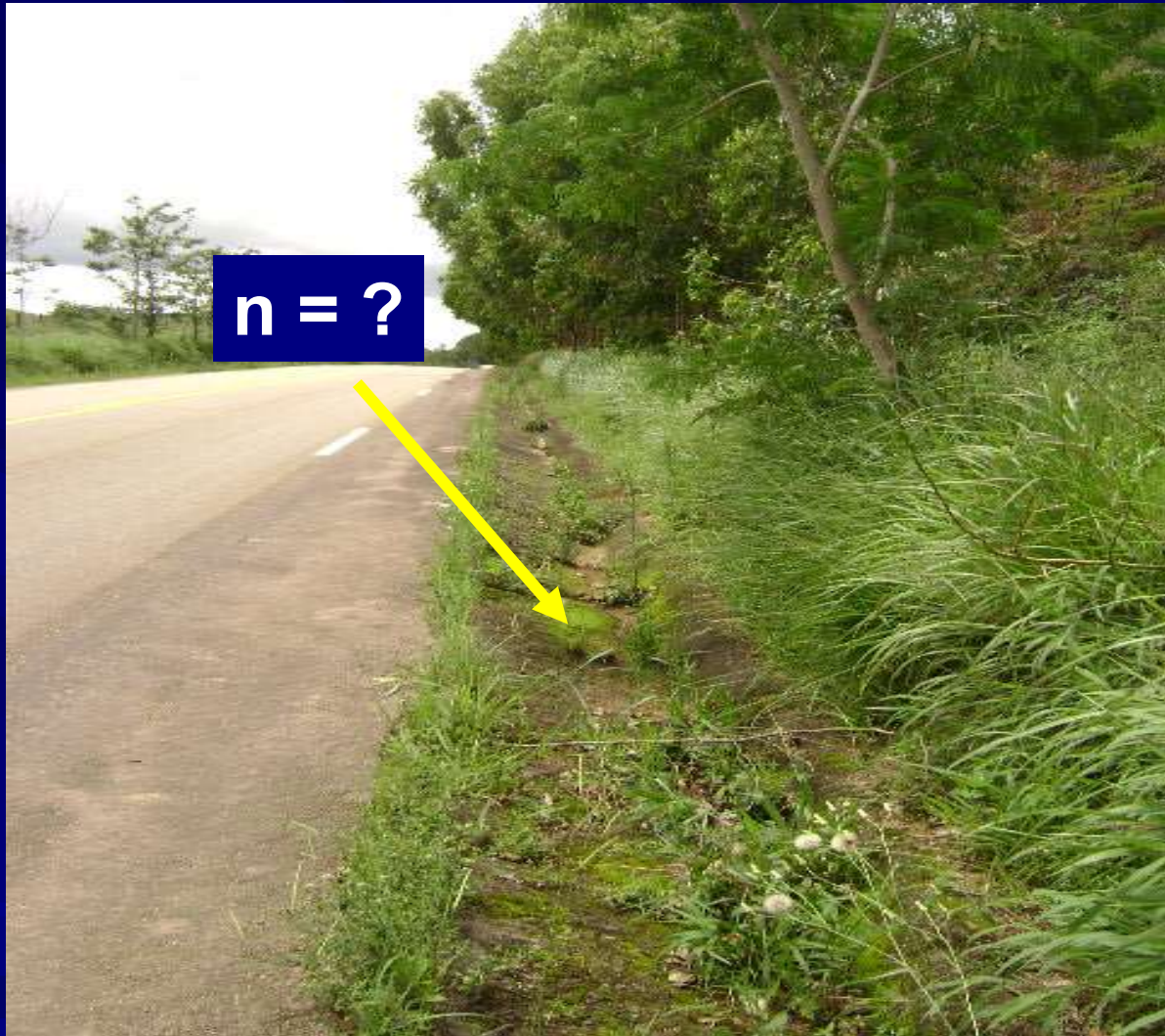
n = 0,013

Sarjeta

n = 0,018

Comp. crítico de 250,0 m

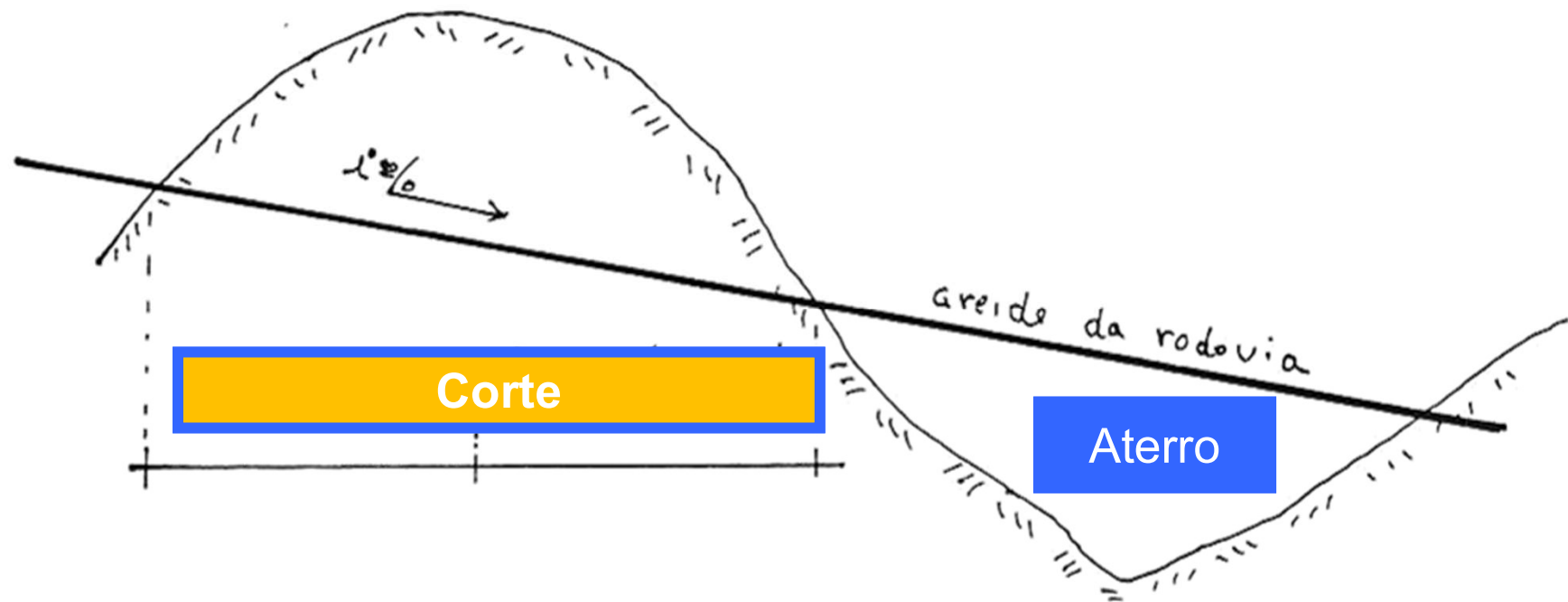
**100,0 m de extensão de
pista com alagamento**



Drenagem Superficial

Sarjetas de Aterro

Perfil longitudinal de uma rodovia.





n = 0,015



Perfil longitudinal de uma rodovia.

Extensão aterro = 250,0 m



Perfil longitudinal de uma rodovia.

Sarjeta projetada

Comp crítico de 250,0 m

$n = 0,015$

Extensão aterro = 250,0 m

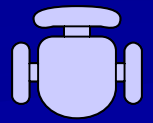






$n = ?$





Perfil longitudinal de uma rodovia.

Sarjeta projetada

Comp crítico de 250,0 m

n = 0,015

Sarjeta

n = 0,020

Comp. crítico de 160,0 m

• **90,0 m de extensão de pista com transbordamento/erosão**

Extensão aterro = 250,0 m





Sarjeta de Aterro

Comprimento crítico e Rugosidade

CONSEQUENCIAS?







Saída d'água e descida



Saída d'água e descida

20,0 m





Sarjeta aterro



Sarjeta aterro



Recomendação p/ Projeto de Sarjetas

**Utilizar entre 80% a 90%
do
comprimento crítico calculado**

Sarjetas

Adensamento da saia do aterro



11 12:13 AM



11 12:31 AM

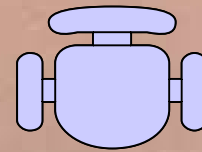
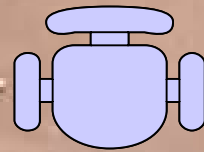
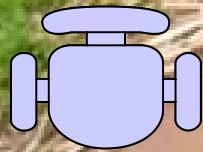




Altura de aterro > 10,0 m

Não tem sarjeta

Não tem erosão



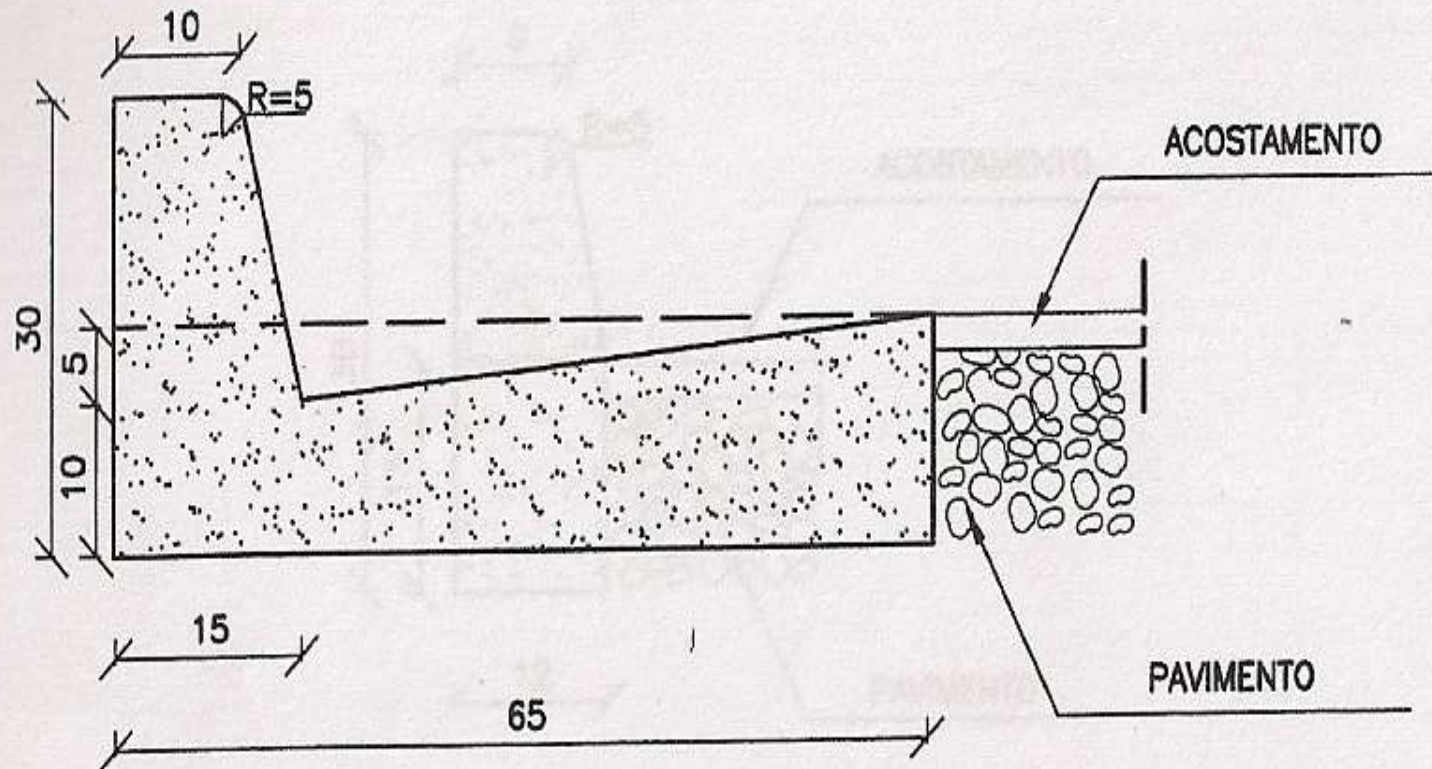
11 12:13 AM

Sarjeta

Inadequada

Sarjeta de Aterro DNIT – MFC 01

MFC01



Sarjeta de Aterro DNIT – MFC 03





**Quais são as desvantagens da utilização
do
MFC 01 e MFC 03?**





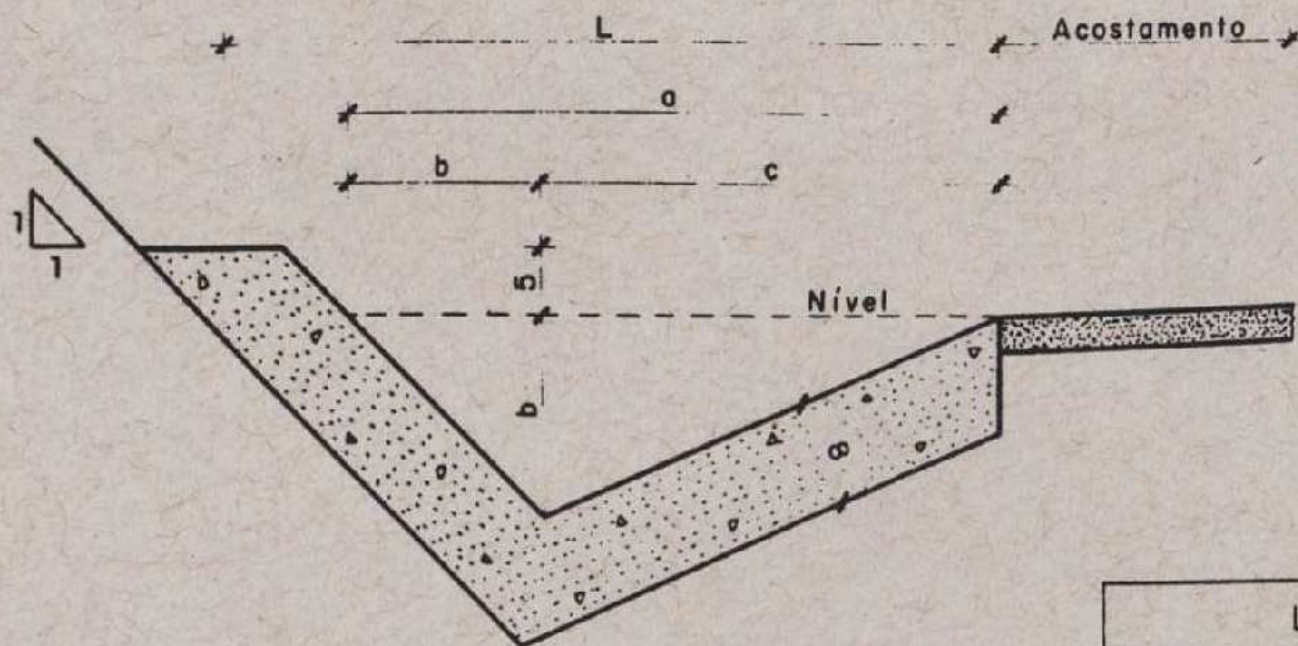








Sarjeta de Corte



L = 60			
TIPO	a cm	b cm	c cm
SCC 50/10	50	10	40
SCC 50/15	50	15	35
SCC 50/20	50	20	30

Consumo médio de concreto por metro: Vide adendo.

$F_{ck} \geq 15,0$ MPa



Sarjeta

Desnecessária



Sarjeta

Posicionamiento errado

Consequencias













Solo NÃO coesivo



Processo erosivo



Solo coesivo



Solução

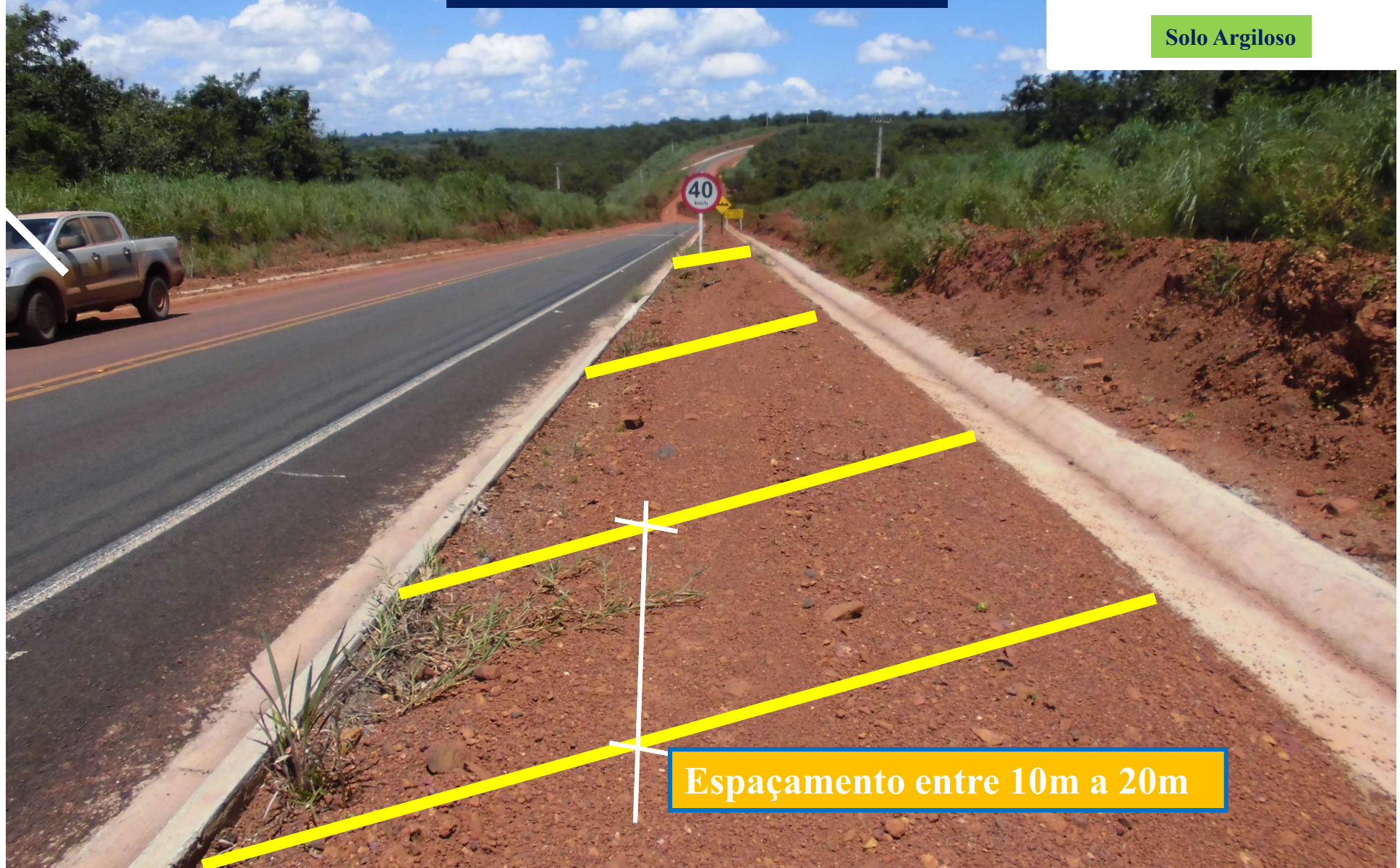
Solo NÃO coesivo

0,15



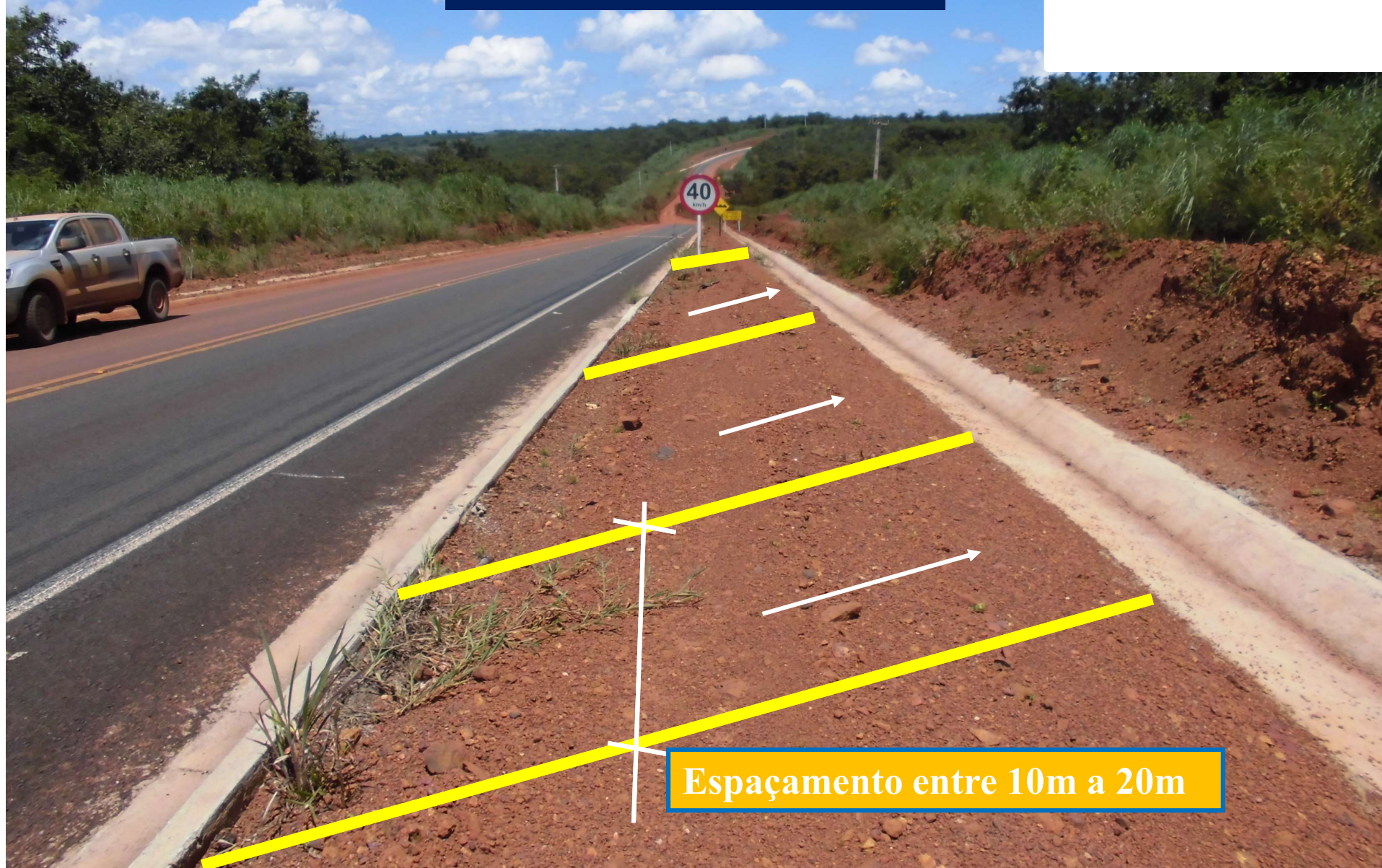
0,40

Solo Argiloso



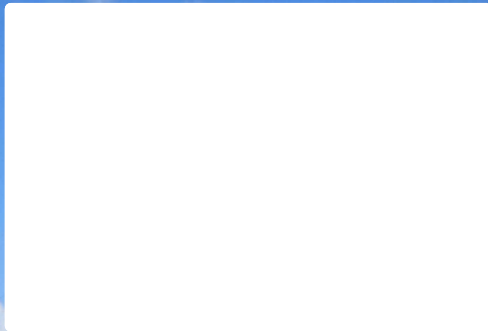
Espaçamento entre 10m a 20m

Solução Solo NÃO coesivo



Espaçamento entre 10m a 20m

Solo NÃO coesivo



Espaçamento entre 10m a 20m

Sarjeta

Posicionamento correto









21 11:08 PM



Drenagem Superficial

Sistema de Drenagem Superficial Ideal







Drenagem Superficial

Reconstrução dos Dispositivos



PROBLEMA COM SARJETA



PROBLEMA COM SARJETA



?















Sarjeta

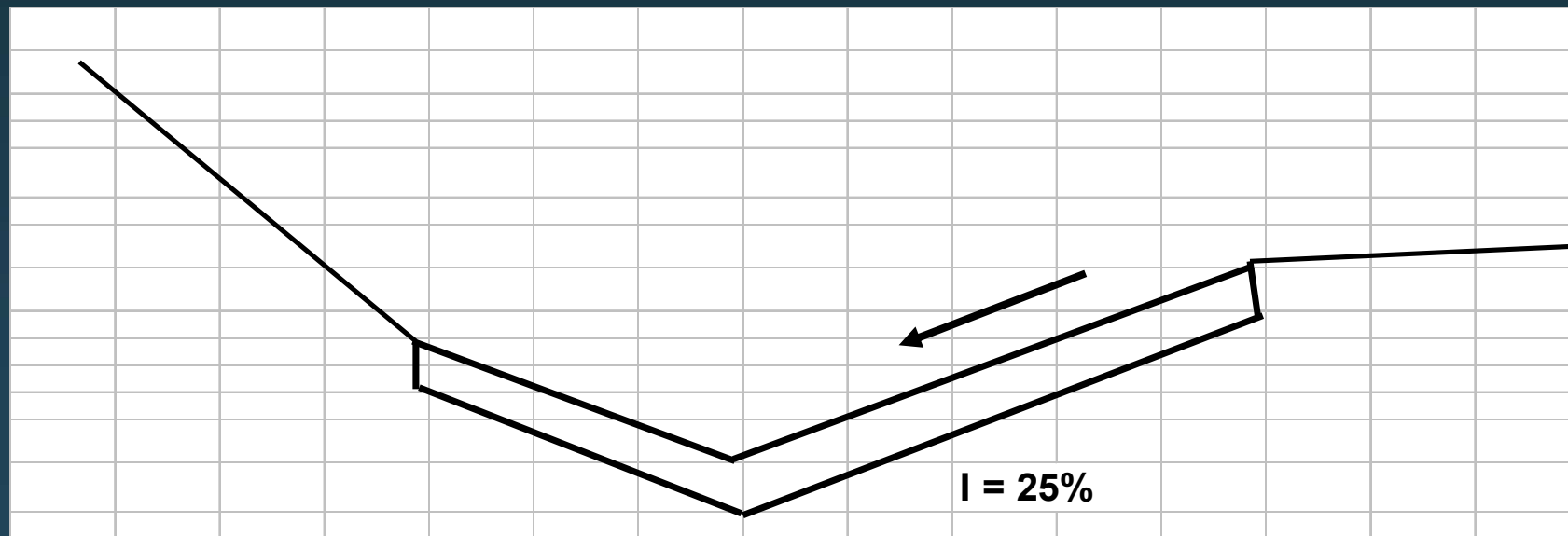
Segurança Viária





Sarjetas de Corte e Aterro

- Sarjeta Triangular - a sarjeta deve ter do lado de montante a declividade menor ou igual a 25%.











I < 25%



Qual o principal fator que dificulta a implantação da sarjeta para atender ao critério de segurança?

Qual o principal fator que dificulta a implantação da sarjeta para atender ao critério de segurança?

R- Aumento no custo da obra.

- **Maior número de saídas de água**

- **Maior número de saídas de água**
- **Maior número de caixas coletoras**

- **Maior número de saídas de água**
- **Maior número de caixas coletoras**
- **Maior número de bueiros de greide**

- **Maior número de saídas de água**
- **Maior número de caixas coletoras**
- **Maior número de bueiros de greide**

Maior segurança para os usuários da via





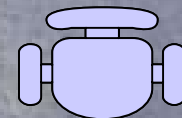
Coletar veículos?

9 5:35 AM





Função Lazer



9 5:35 AM

Drenagem Superficial

Sarjeta de Corte

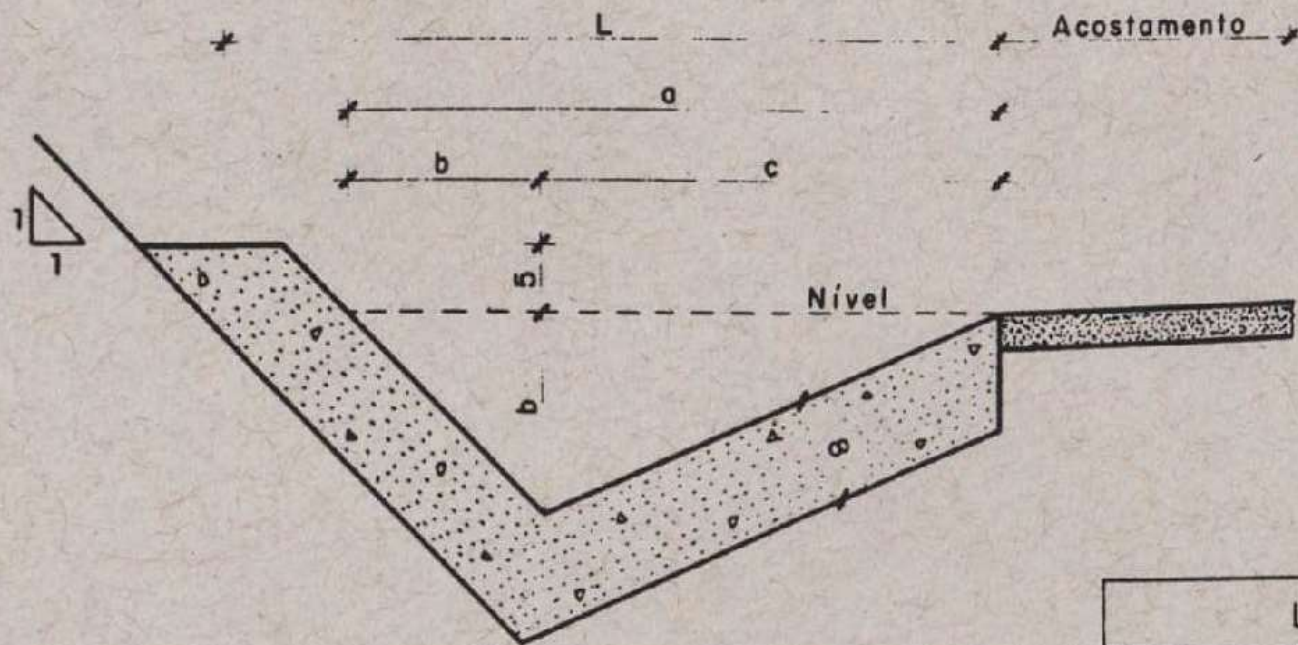


Sarjetas de Corte

1- Sarjeta de Corte

Tem como objetivo captar as águas que precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até a transição entre o corte o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou, então, para a caixa coletora de um bueiro de greide.

Sarjeta de Corte DER - MG



L = 60			
TIPO	a cm	b cm	c cm
SCC 50/10	50	10	40
SCC 50/15	50	15	35
SCC 50/20	50	20	30

Consumo médio de concreto por metro: Vide adendo.

$F_{ck} \geq 15,0$ MPa

Sarjeta de concreto DER - MG

- Espessura do concreto: 7,0 cm
- $F_{ck} \geq 11,0$ MPa

Sarjeta de concreto DNER

- **Espessura do concreto: 7,0 cm**
- **$F_{ck} \geq 11,0$ MPa**

Sarjeta de concreto DNIT - 2006

- **Espessura do concreto: 8,0 cm**
- **$F_{ck} \geq 15,0$ MPa**





















Drenagem Superficial

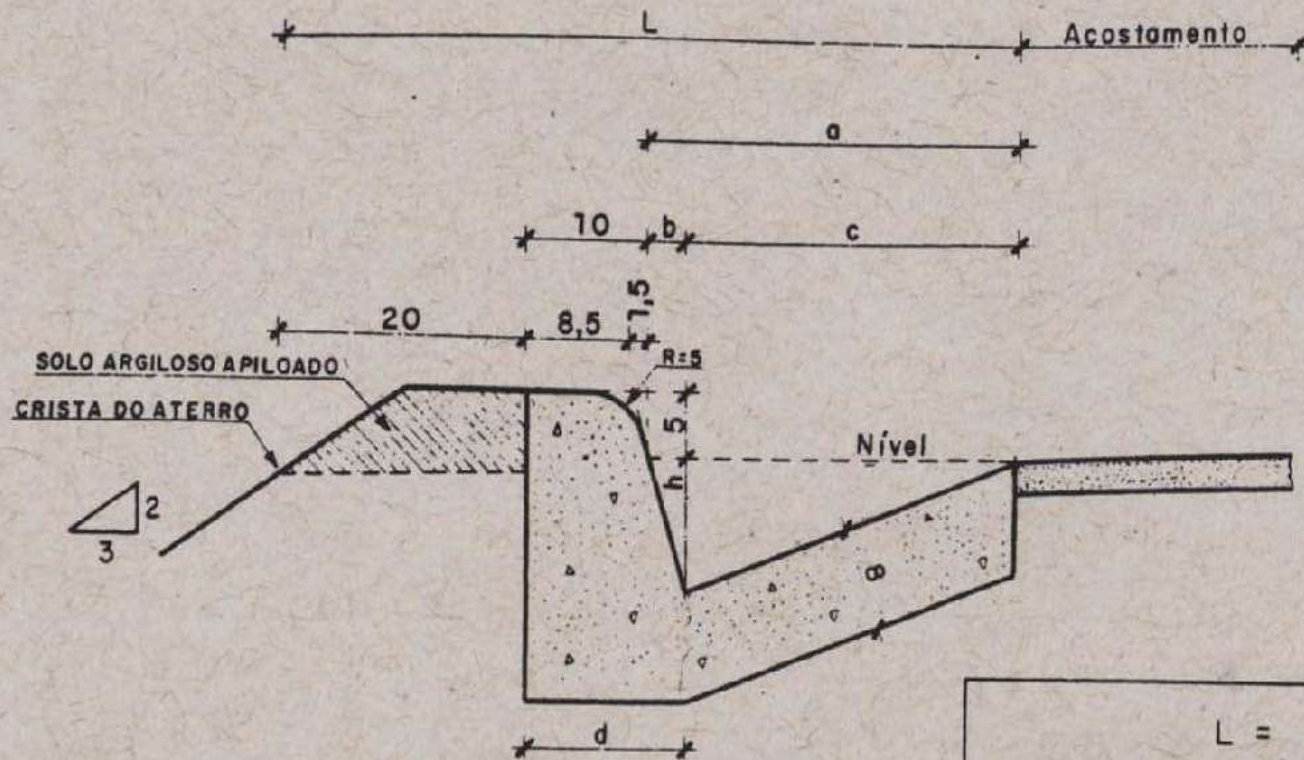
Sarjeta de Aterro



Sarjeta de Aterro

Tem como objetivo captar as águas que precipitam sobre a plataforma de modo a impedir que provoquem erosões na borda do acostamento e/ou no talude de aterro, conduzindo-as ao local de deságüe seguro.

Sarjeta de Aterro DER - MG

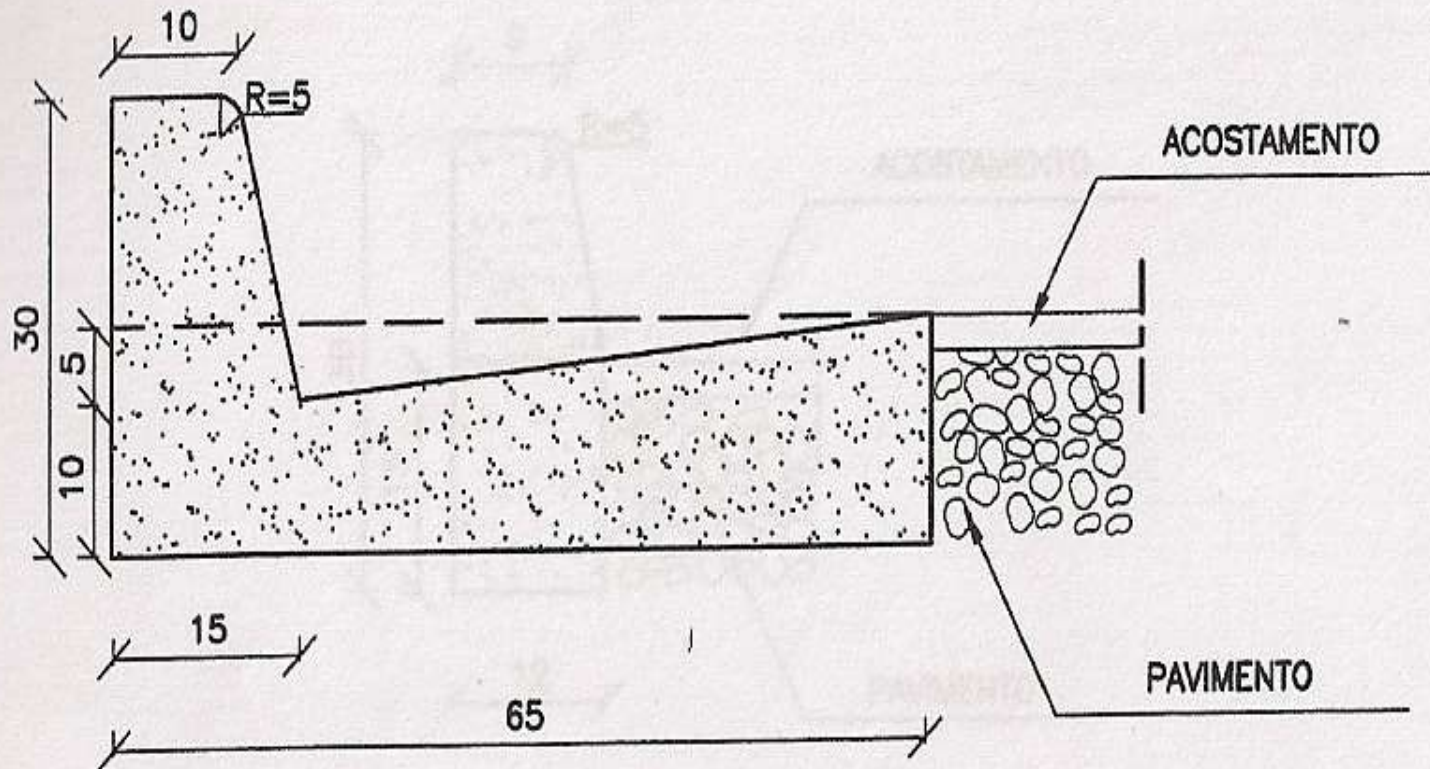


Consumo médio de concreto por metro: Vide adendo

$F_{ck} \geq 15,0 \text{ MPa}$

Sarjeta de Aterro DNIT – MFC 01

MFC01



Sarjeta de Aterro DNIT – MFC 01











**A partir de que altura deve-se projetar
sarjeta de aterro?**





Restauração de Pavimento



Sarjeta quebrada



Drenagem Superficial

Quais as funções
das
Sarjetas de Corte ?







Drenagem Superficial

Transposição de Sarjeta











Recomendada









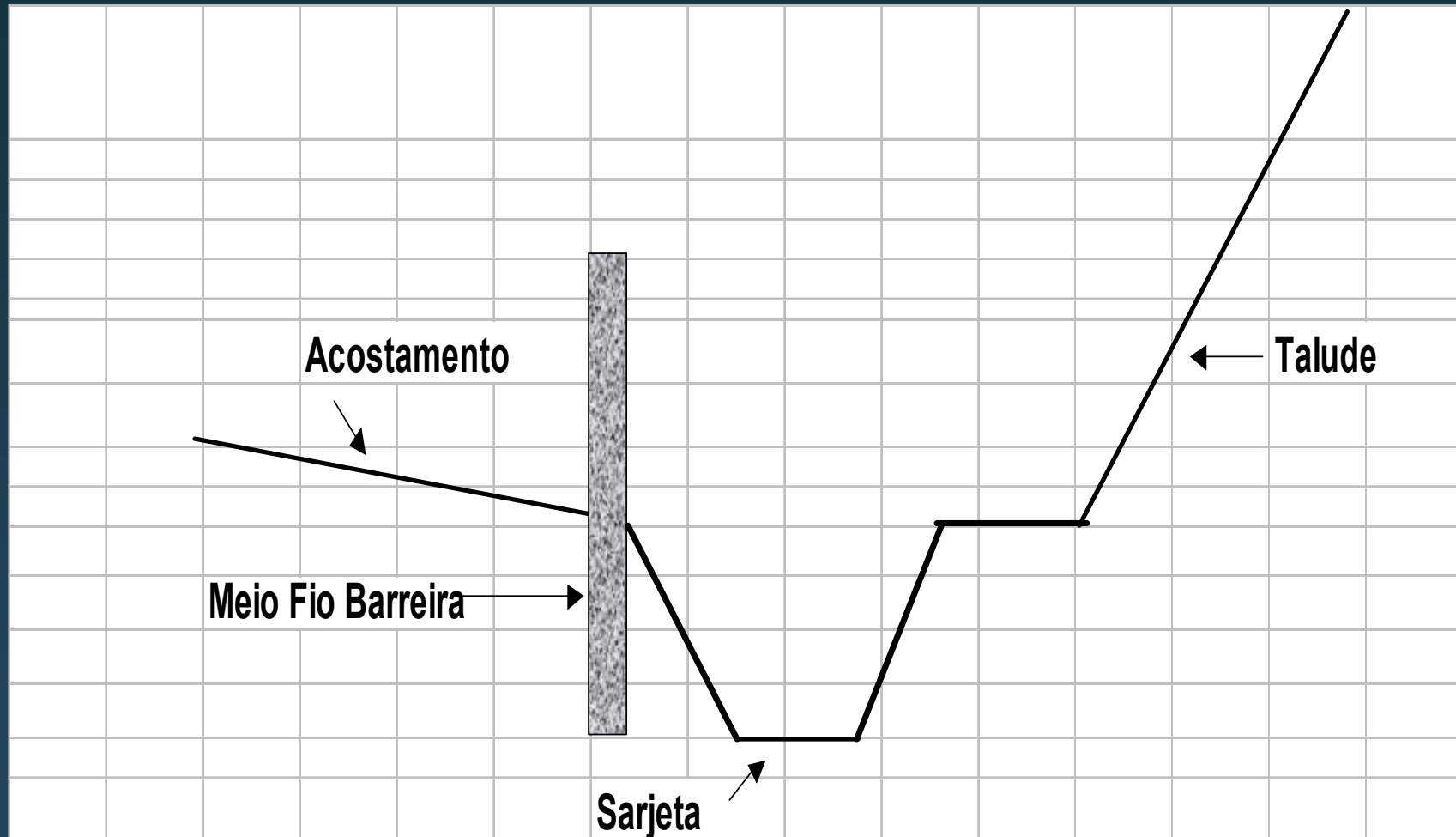
Sarjetas de Corte e Aterro

Sarjeta de Corte

- Sarjeta Trapezoidal - é adotada quando a sarjeta triangular de máximas dimensões permitidas for insuficiente para atender às condições impostas pela descarga de projeto e ao comprimento crítico.
- Existem dois tipos de sarjeta trapezoidal: com barreira e com capa

Sarjetas de Corte e Aterro

- Sarjeta Trapezoidal com barreira





28 5:45 AM





28 5:46 AM

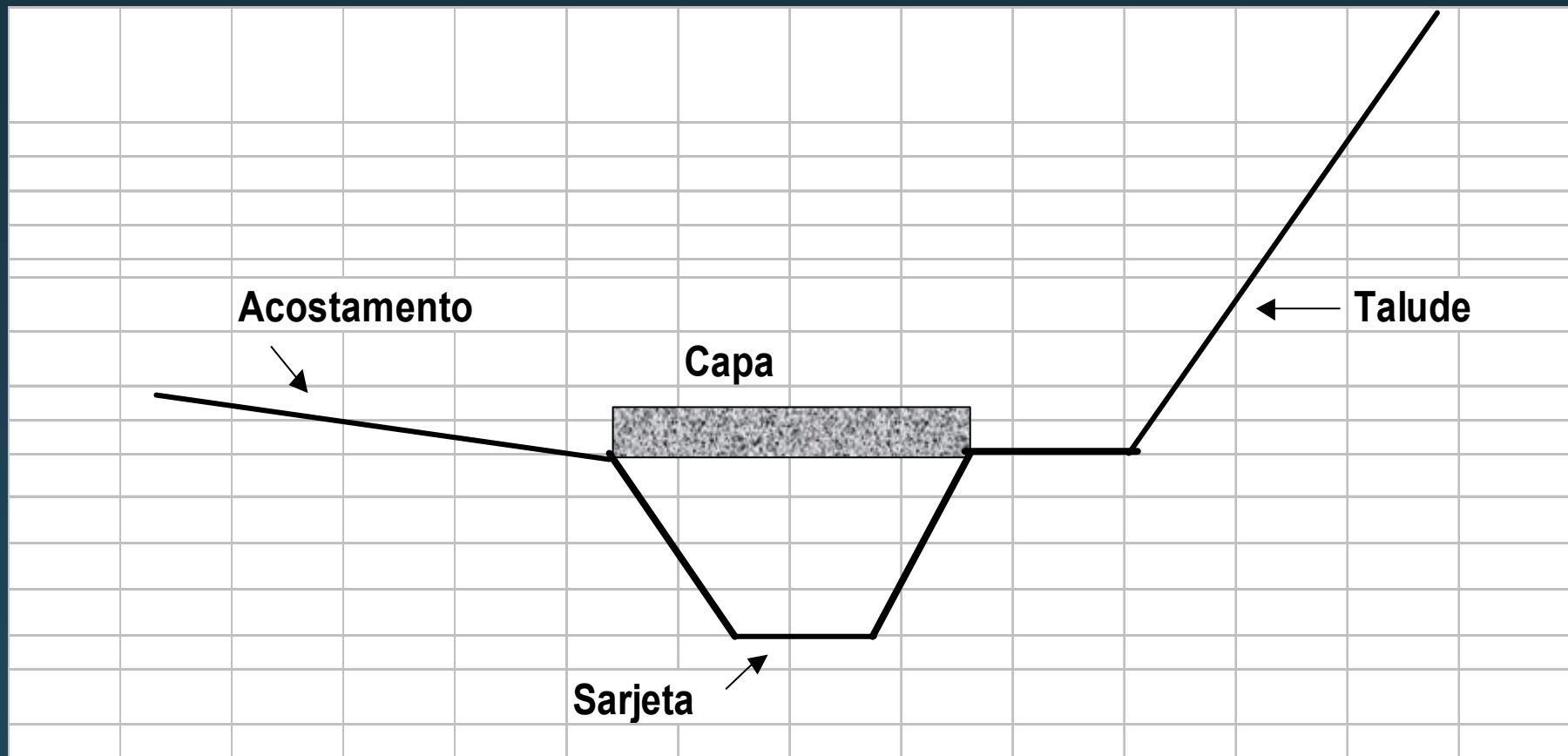






Sarjetas de Corte e Aterro

- Sarjeta Trapezoidal com capa















SARJETAS / PROBLEMAS

Projeto

Construção

Manutenção

Sarjeta quebrada



Reaterro lateral









Drenagem Superficial

Sarjeta de Canteiro Central





Quais as funções da sarjeta de canteiro central?





20 12:39 AM

























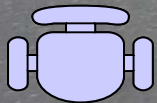


Drenagem em locais com Barreira de Concreto



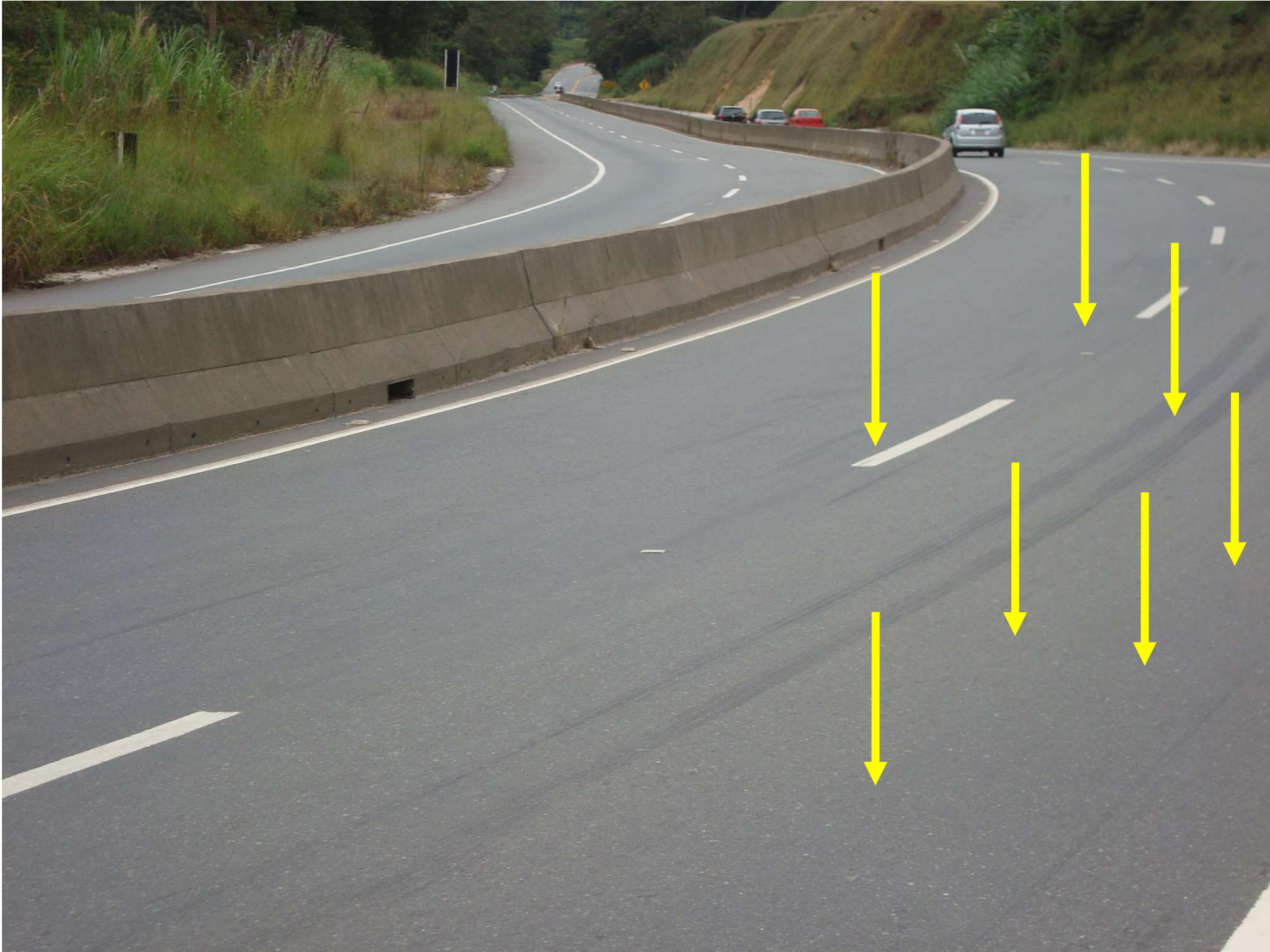
Quais as funções da Barreira de Concreto?

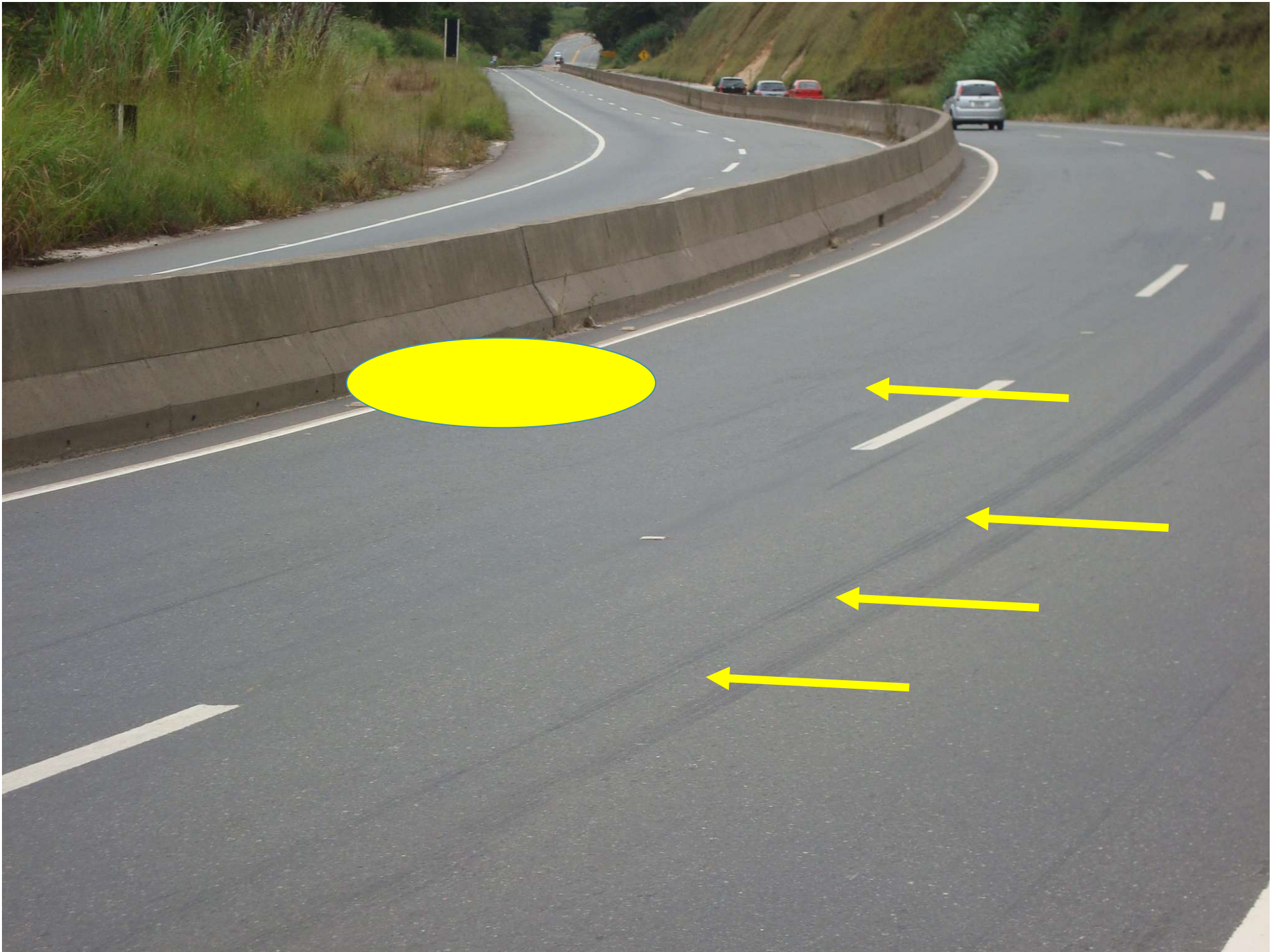
1



2















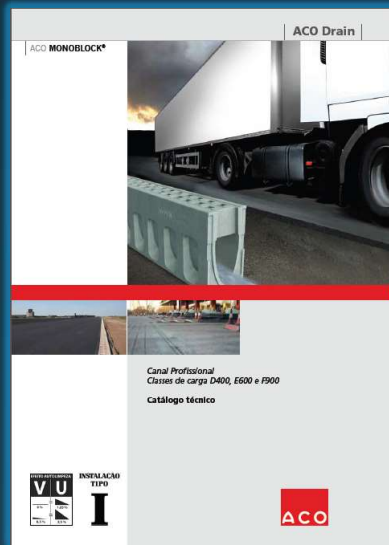






ACO

LINHA MONOBLOCK



Classe de Carga D400



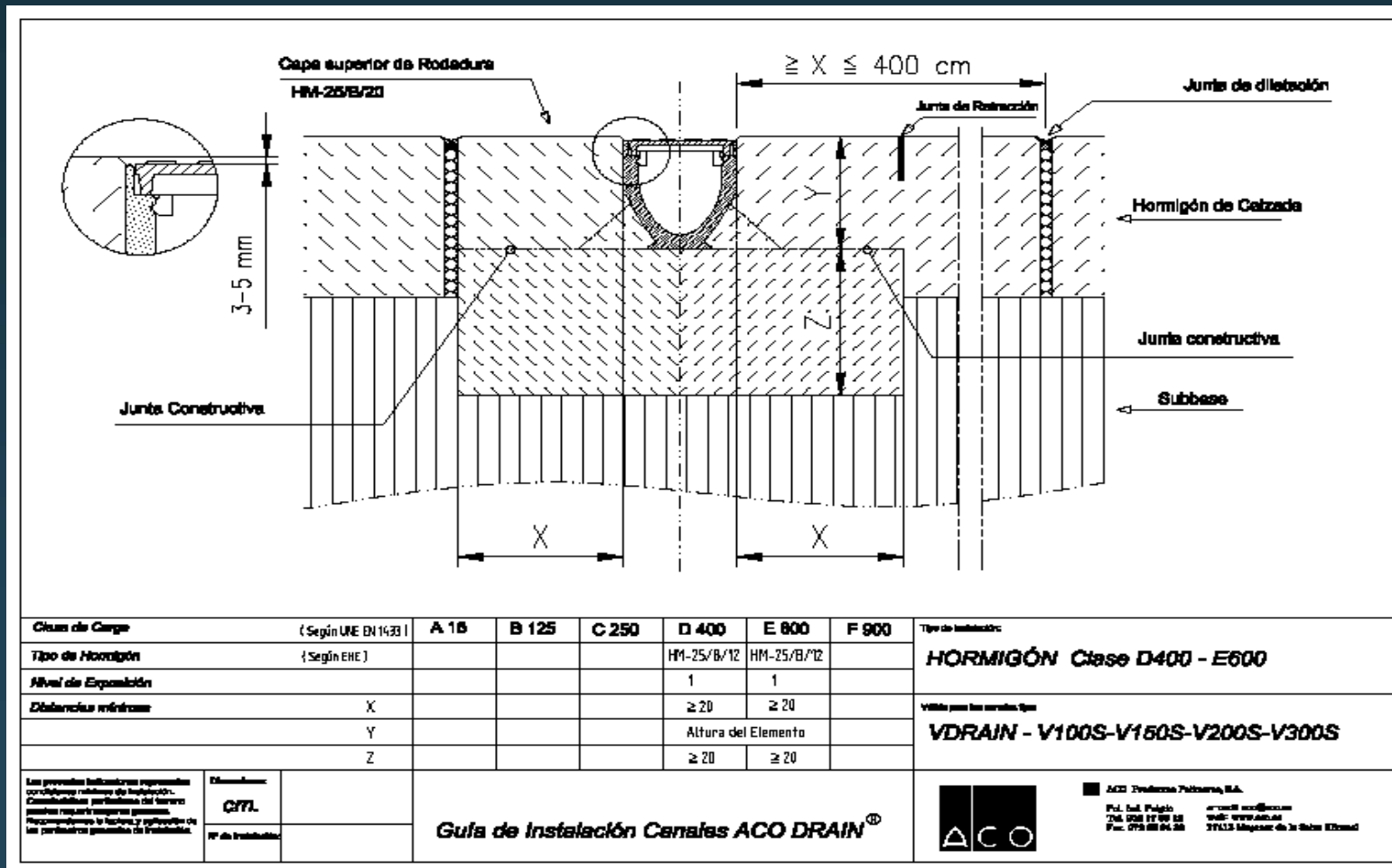
Classe de Carga E600



Classe de Carga F900

ACO

NORMA UNE-EN 1433 Seções de Instalação



Anel Rodoviário de Belo Horizonte



165.000 veículos / dia

Anel Rodoviário de Belo Horizonte



Qual a solução ideal para a drenagem superficial?

Anel Rodoviário de Belo Horizonte



Qual a solução ideal para a drenagem superficial?

- **Dispositivos que necessitem o menor tempo para execução**

- Dispositivos que necessitem o menor tempo para execução
- **Facilidade de construção**

- Dispositivos que necessitem o menor tempo para execução
- Facilidade de construção
- Menor numero de intervenções dos serviços de conservação e manutenção

- Dispositivos que necessitem o menor tempo para execução
- Facilidade de construção
- Menor numero de intervenções dos serviços de conservação e manutenção
- **Não seja susceptível a roubo/vandalismo**

Drenagem Superficial

Saída D'água em Corte



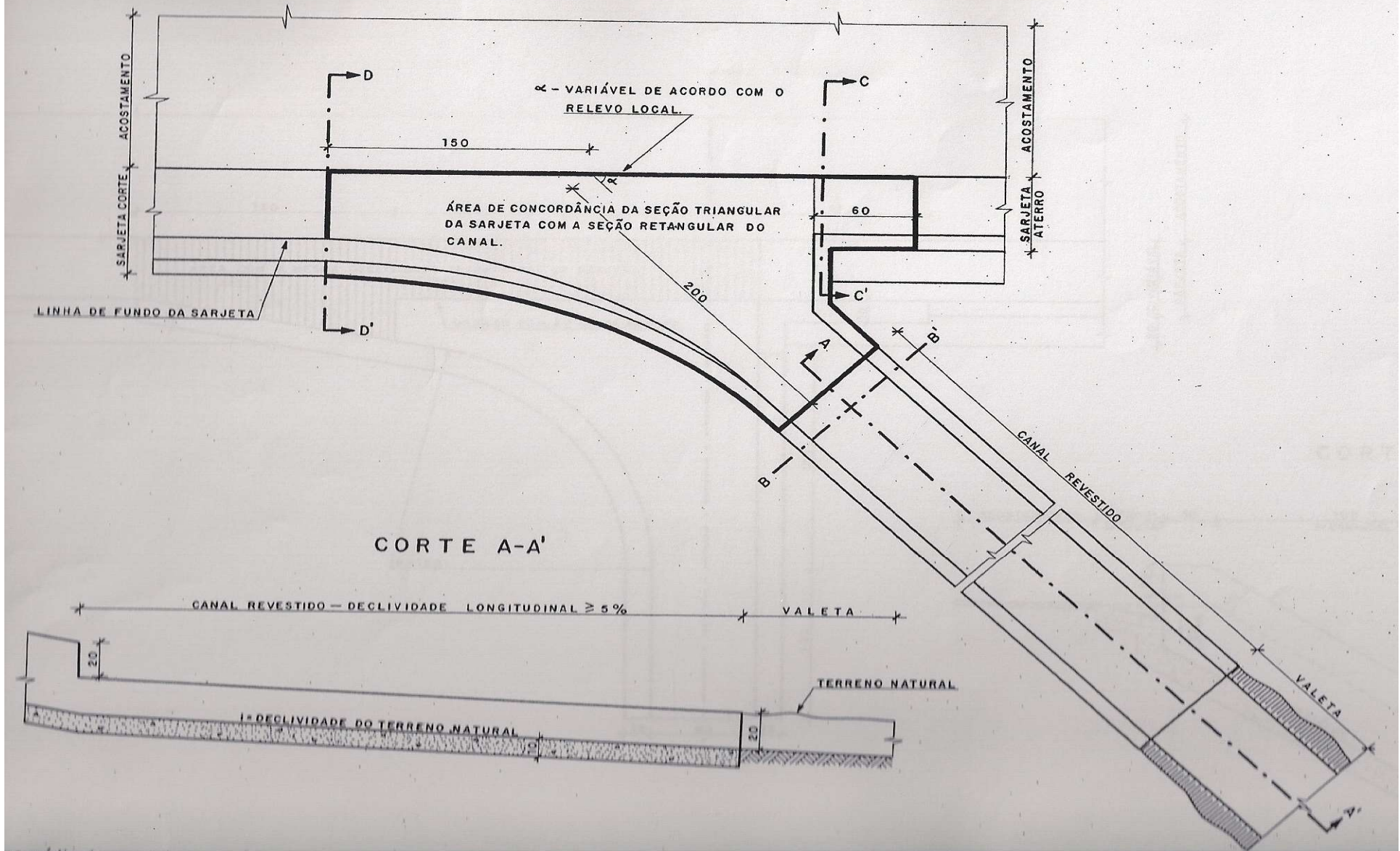
Saídas D'Água de Corte

As saídas d'água de corte, são coletores das águas das sarjetas de corte conduzindo-as para local adequado.

São utilizadas quando é atingido o ponto crítico da sarjeta nos pontos de passagem de corte e aterro.

Saída D'água de corte – DER-MG

PLANTA



Saída D'água de corte – DNIT

A saída d'água do DNIT é a própria sarjeta de corte.

Drenagem Superficial

Saída D'água em Aterro



Saídas D'Água de Aterro

As saídas d'água também denominadas entradas d'água, são coletores das águas das sarjetas de aterro conduzindo-as para as descidas d'água.

Saídas D'Água de Aterro

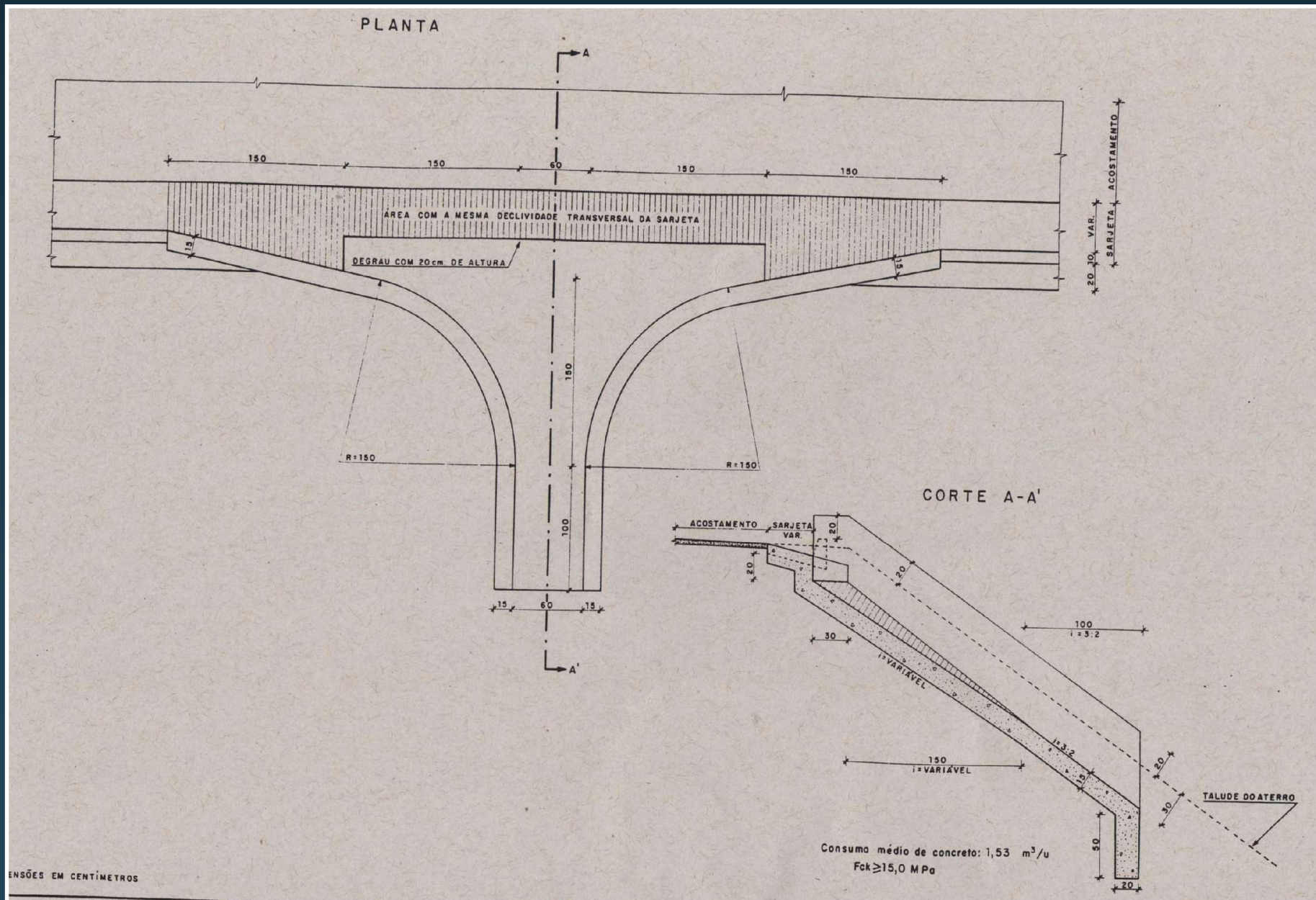
São utilizadas quando é atingido o ponto crítico da sarjeta, nos pontos baixos das curvas verticais côncavas e junto às pontes.

Saídas D'Água de Aterro – DER-MG





SDA-02







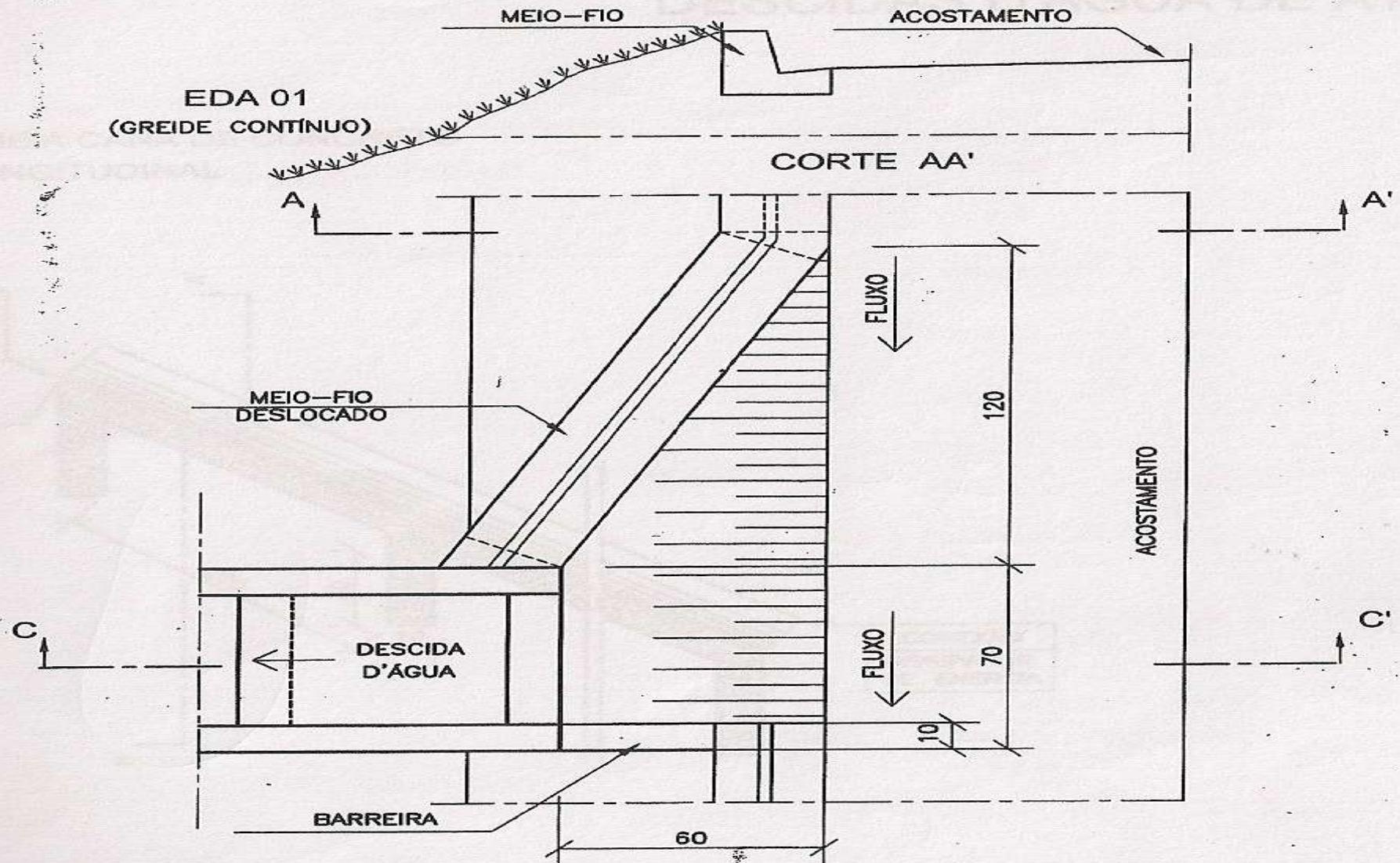




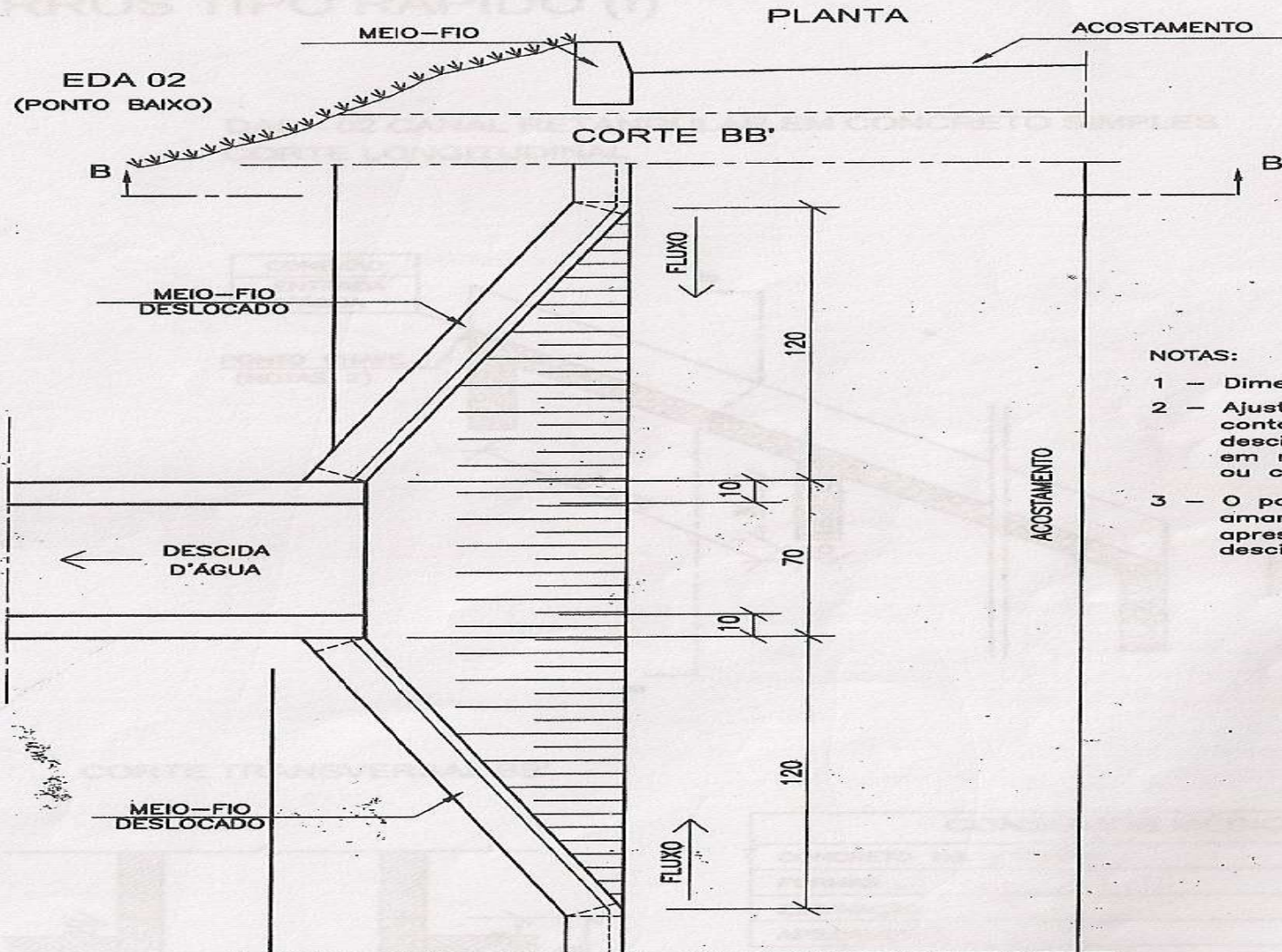
Saídas D'Água de Aterro
ou
Entrada D'água - DNIT

EDA 01

EDA 01
(GREIDE CONTÍNUO)



EDA 02



NOTAS:

- 1 - Dimensões em cm
- 2 - Ajustar na obra a zona de contato da entrada com a descida d'água tipo rápido em meia-cana de concreto ou calha metálica
- 3 - O ponto-chave indica a amarração aos detalhes apresentados para as descidas d'água.













Drenagem Superficial

Descida D'água em Aterro



São dispositivos que tem como objetivo, conduzirem as águas provenientes das sarjetas de aterro quando é atingido seu comprimento crítico e nos pontos baixos das curvas verticais côncavas, desaguardo em terreno natural.

Descida D'Água de Aterro

São dois os tipos de dispositivos de descida d'água:

- Rápido
- Degraus

Dimensionamento Hidráulico - Rápido

O dimensionamento pode ser feito através da expressão empírica seguinte, fixando-se o valor da largura (L) e determinando-se o valor da altura (H).

$$Q = 2,07.L^{0,9}.H^{1,6}$$

Onde:

Q = Descarga de projeto a ser conduzida pela descida d'água (m³/s)

L = Largura da descida d'água, em m;

H = Altura das paredes laterais da descida, em m.

Descida D'Água de Aterro

Cálculo da velocidade no pé da descida, onde:

$$V = \sqrt{2gh}$$

V = velocidade no pé da descida, em m/s;

g = aceleração da gravidade (9,8 m/s);

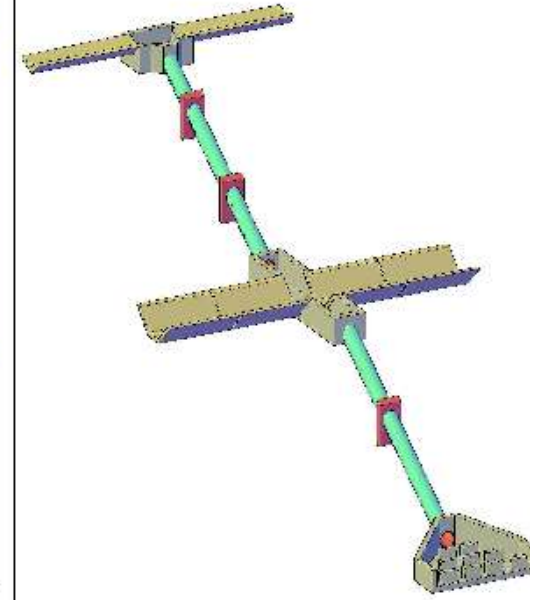
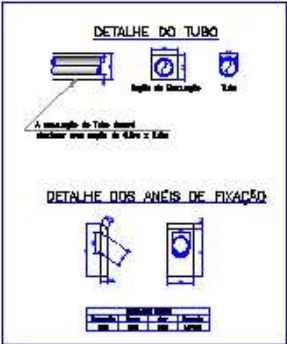
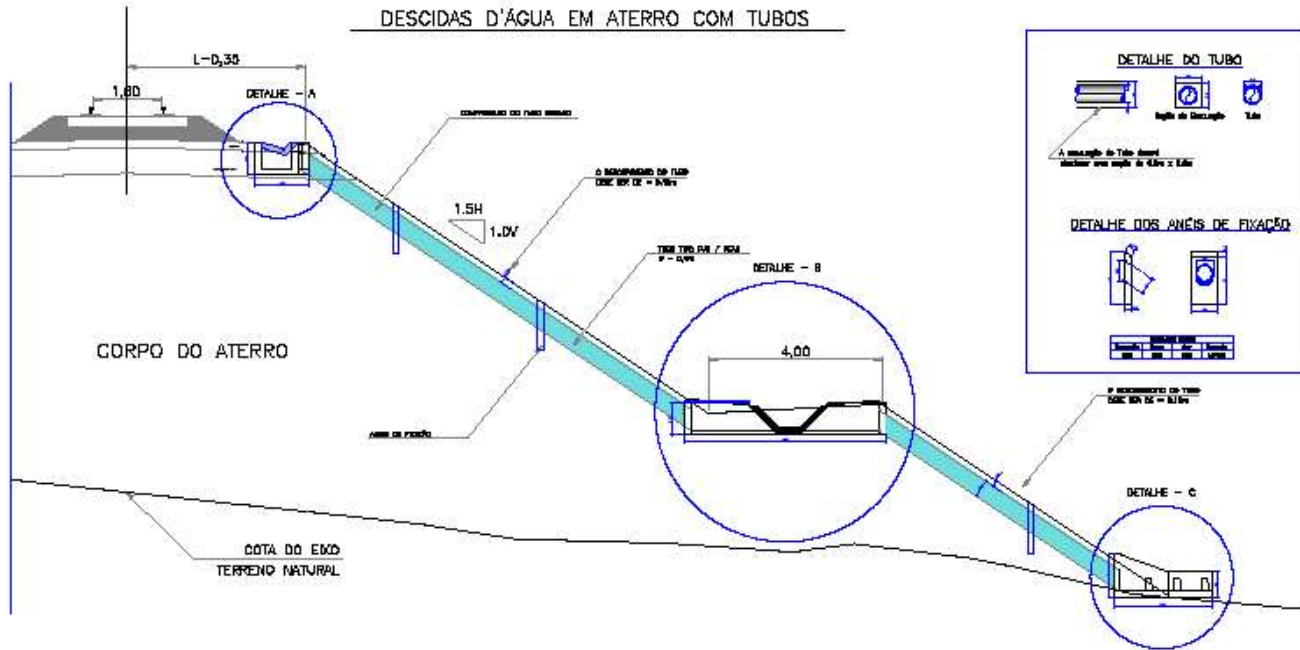
h = altura do aterro, em m.

O objetivo da determinação da velocidade no pé da descida d'água é o dimensionamento da bacia de amortecimento e da necessidade ou não de dissipadores de energia.



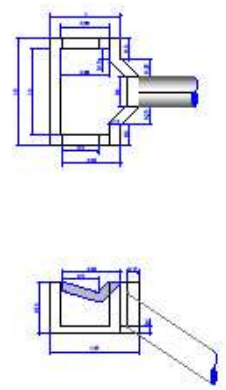


DESCIDAS D'ÁGUA EM ATERRO COM TUBOS



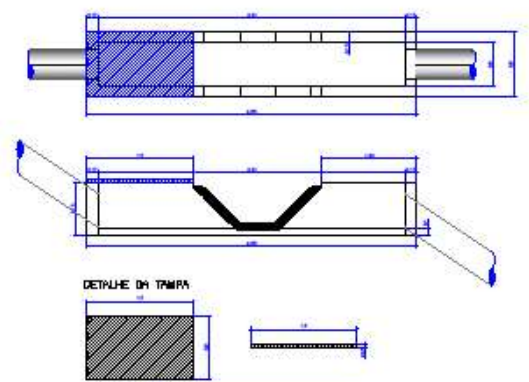
PERSPECTIVA

DETALHE - A
CASA COLETORES NA PLATAFORMA



MATERIAIS USADOS			
Descrição	Ferro	Aço	Alumínio
M10	0,00	0,00	0,00

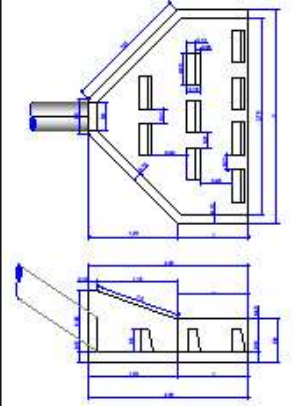
DETALHE - B
CASA COLETORES NA BARRILETA



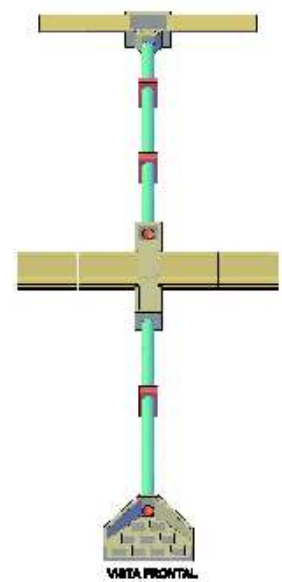
DETALHE DA TAMPÃO

MATERIAIS USADOS			
Descrição	Ferro	Aço	Alumínio
D100	0,30	0,00	1,00

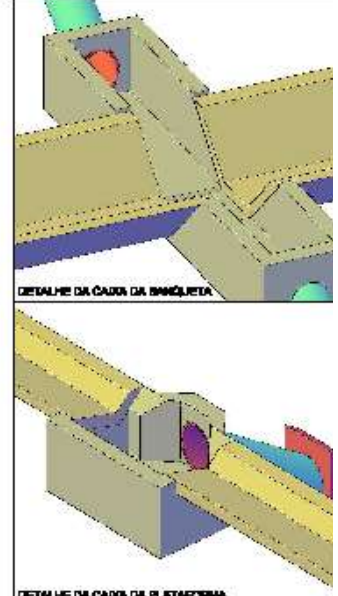
DETALHE - C
DESPADADOR DE EMERGENÇA - TIPO 2



MATERIAIS USADOS			
Descrição	Ferro	Aço	Alumínio
M10	0,00	0,00	0,00



VISTA FRONTAL



DETALHE DA CASA DA BARRILETA

DETALHE DA CASA DA PLATAFORMA

- NOTAS:**
- 1 - Verificar dimensões para instalação no local.
 - 2 - As dimensões representadas nos desenhos estão expressas em metros.
 - 3 - Os tubos utilizados são de tipo TPO ou TPO com aditivo de fibra.
 - 4 - Os tubos deverão estar lubrificados, lubrificados e em conformidade com a norma ABNT NBR 12216.
 - 5 - O material empregado nos anéis deve ser de tipo TPO, de 100kg com espessura de 4,00mm.

Ferreira Martins Sól - Lote 8

PROJETO DE ARQUITETURA

PROJETO	TIPO	CONDIÇÃO	FECHA	FECHA
PROJETO	TIPO	CONDIÇÃO	FECHA	FECHA









20/03/2014





Reaterro lateral



Descida D'Água de Aterro

Se o solo for coesivo, as descidas d'água em aterro, quanto este já for consolidado, não precisarão ser executadas em concreto armado, podendo ser somente em concreto simples.

Para os aterros novos ou mesmo em aterros antigos onde o solo não é coesivo, haverá necessidade de executar a descida d'água em concreto armado.

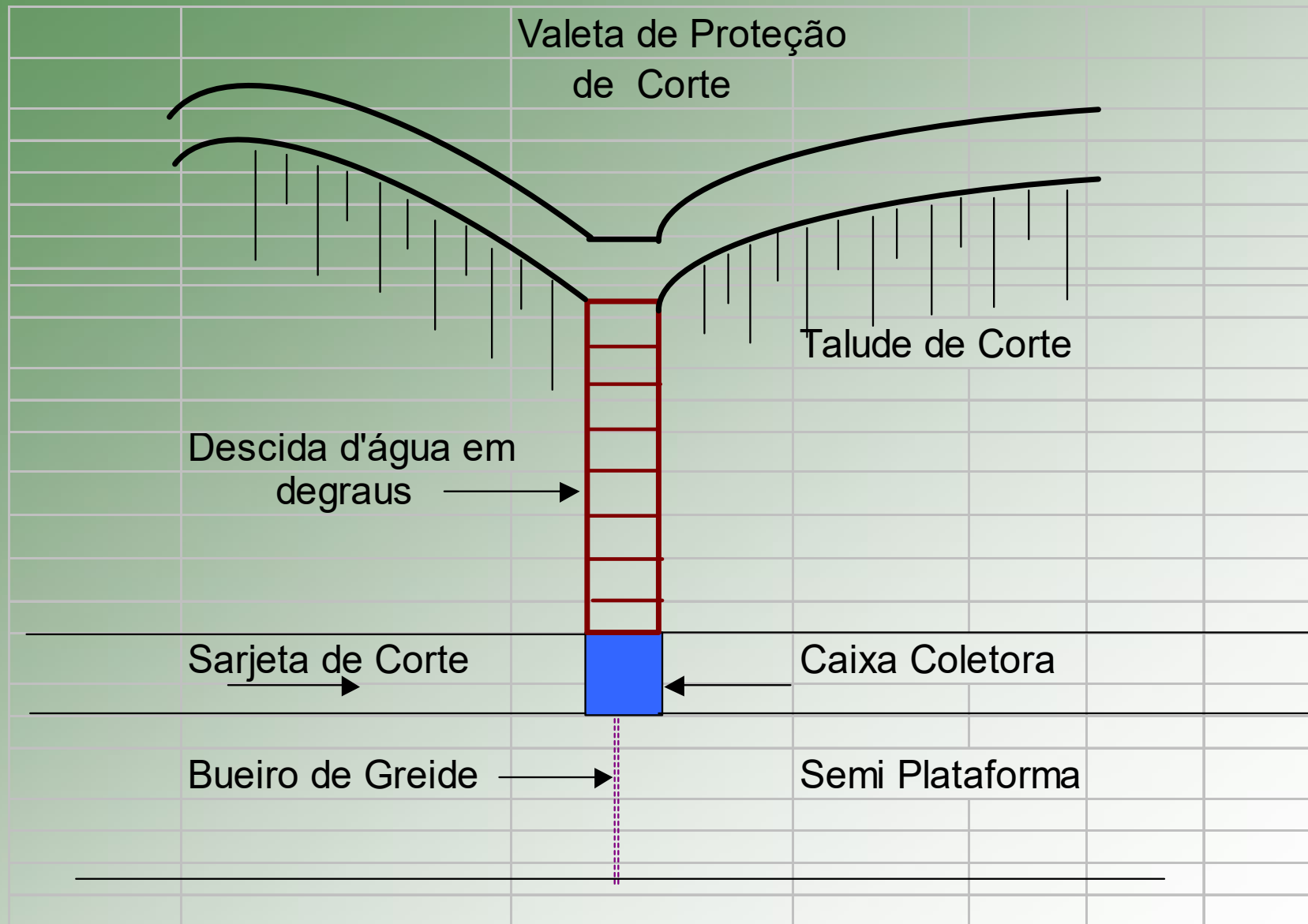
Drenagem Superficial

Descida D'água em Corte



São dispositivos que tem como objetivo conduzir as águas proveniente da valeta de proteção de corte para as caixas coletoras dos bueiros de greide, de onde serão conduzidas para fora do corpo estradal.

Descida D'Água de Corte

























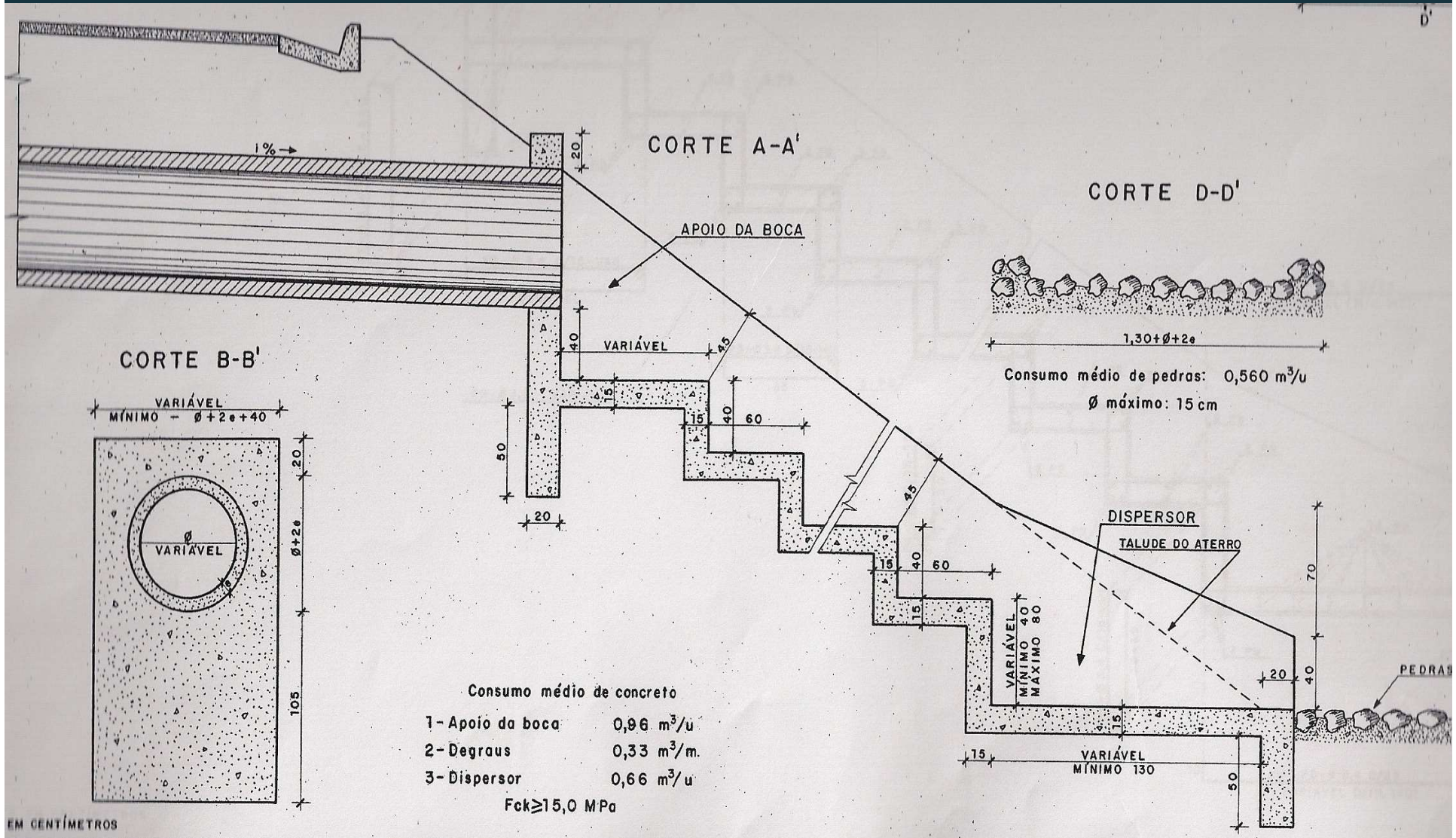
Drenagem Superficial

Descida D'água de Bueiro



Descida D'Água de Bueiro – DER-MG

Descida D'Água de Bueiro – DER-MG

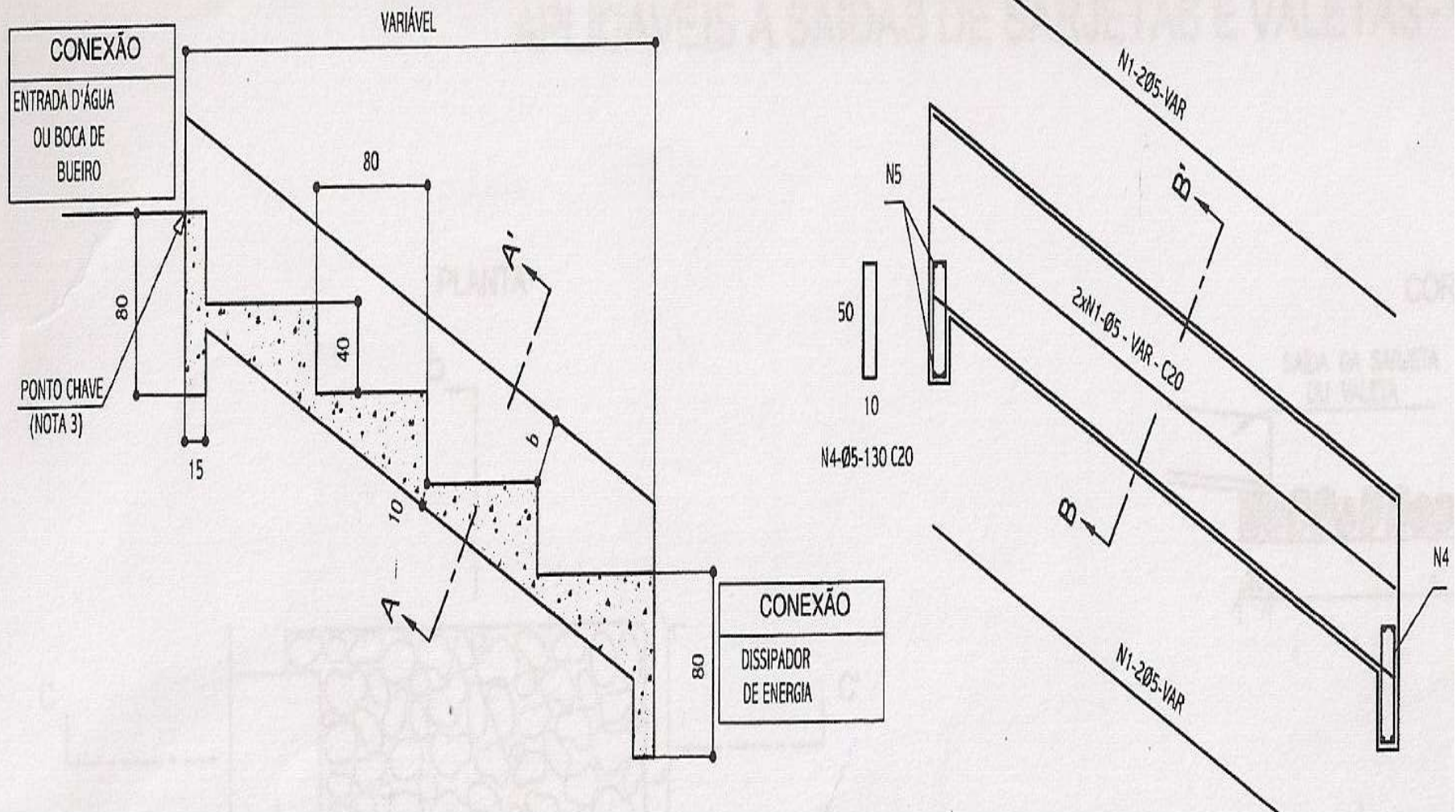


EM CENTÍMETROS

Descida D'Água de Bueiro – DNIT

Descida D'Água de Bueiro – DNIT

CORTE LONGITUDINAL



Descida D'Água de Bueiro – DNIT

DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS

CONCRETO SIMPLES/ARMADO								CONCRETO ARMADO						
TIPO	ADAPTÁVEL EM	a	b	CONCRETO (m ³ /m)	FORMAS (m ² /m)	ESCAVAÇÃO (m ³ /m)	APILOAMENTO (m ³ /m)	TIPO	N1 (kg/m)	N2 (kg/m)	N3 (kg/m)	N4 (kg/m)	N5 (kg/m)	PESO (kg/m)
DAD 01/02	MEIO-FIO	50	10	0,40	0,81	0,17	0,08	DAD 02	1,72	0,76	1,43	0,24	0,17	4,32
DAD 03/04	BSTC Ø60	218	15	0,99	1,77	0,54	0,27	DAD 04	5,17	0,93	4,32	0,96	0,58	11,96
DAD 05/06	BSTC Ø80	269	20	1,18	2,13	0,66	0,33	DAD 06	6,20	1,10	5,20	1,12	0,71	14,33
DAD 07/08	BSTC Ø100	321	25	1,37	2,50	0,77	0,38	DAD 08	7,23	1,27	6,09	1,36	0,84	16,79
DAD 09/10	BSTC Ø120	367	30	1,54	2,85	0,87	0,43	DAD 10	7,92	1,45	6,89	1,52	0,95	18,73
DAD 11/12	BSTC Ø150	498	35	2,00	3,61	1,17	0,58	DAD 12	10,67	1,62	9,14	2,08	1,27	24,78
DAD 13/14	BDTC Ø100	474	30	1,91	3,38	1,11	0,55	DAD 14	9,64	1,45	8,73	1,92	1,22	22,96
DAD 15/16	BDTC Ø120	542	35	2,15	3,83	1,25	0,63	DAD 16	11,71	1,62	9,90	2,24	1,38	26,85
DAD 17/18	BDTC Ø150	705	40	2,72	4,76	1,63	0,81	DAD 18	14,46	1,79	12,71	2,88	1,78	33,62



Descida D'Água de Bueiro em Encosta









Drenagem Superficial

Dissipadores de Energia



Dissipadores de Energia

São dispositivos destinados a dissipar a energia do fluxo d'água, reduzindo conseqüentemente sua velocidade de modo que não haja risco de erosão no final das saídas, descidas d'água, valeta de proteção e bueiros.











Drenagem Superficial

Caixas Coletoras



Caixas Coletoras

As caixas coletoras têm por finalidade coletar as águas oriundas das sarjetas de corte, das descidas d'água dos cortes e talvegues, conduzindo-as para fora do corpo estradal através dos bueiros de greide ou bueiros de grotá.











Drenagem Superficial

Sarjetas de Banqueta







Valeta trapezoidal na banqueta













Drenagem Superficial

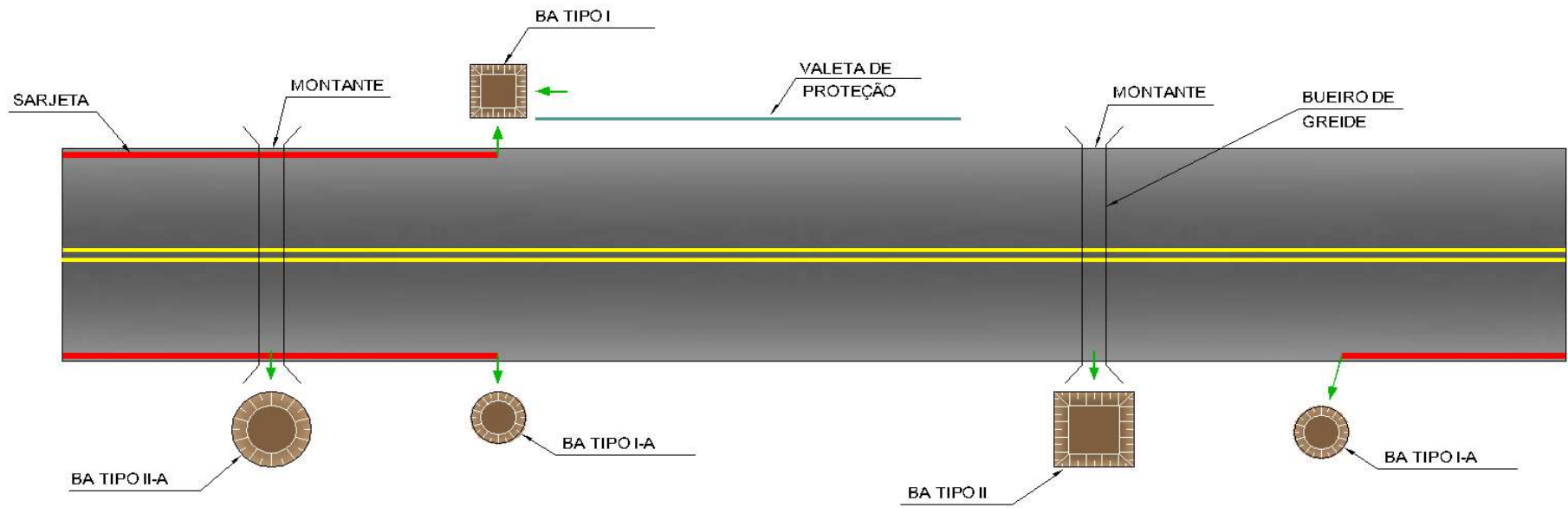
Bacias de Acumulação



OBJETIVOS:

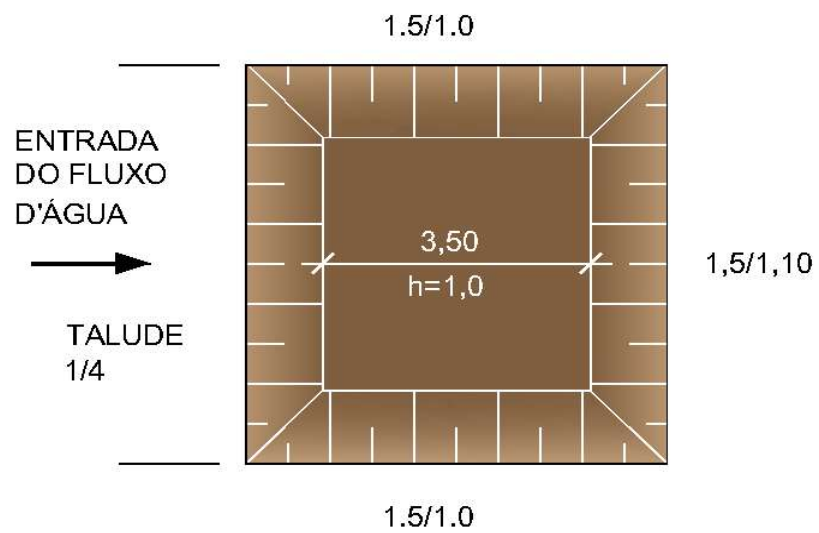
- **Realimentação do Lençol Freático**
- **Controle de Erosão**
- **Bebedouro para Gado**

PLANTA

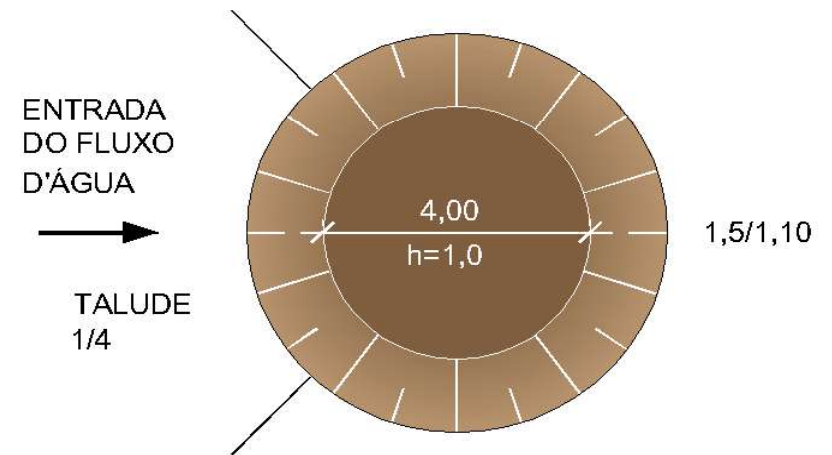


BACIAS DE ACUMULAÇÃO - DETALHES

JUSANTE DE SAÍDAS D'ÁGUA E VALETAS DE PROTEÇÃO



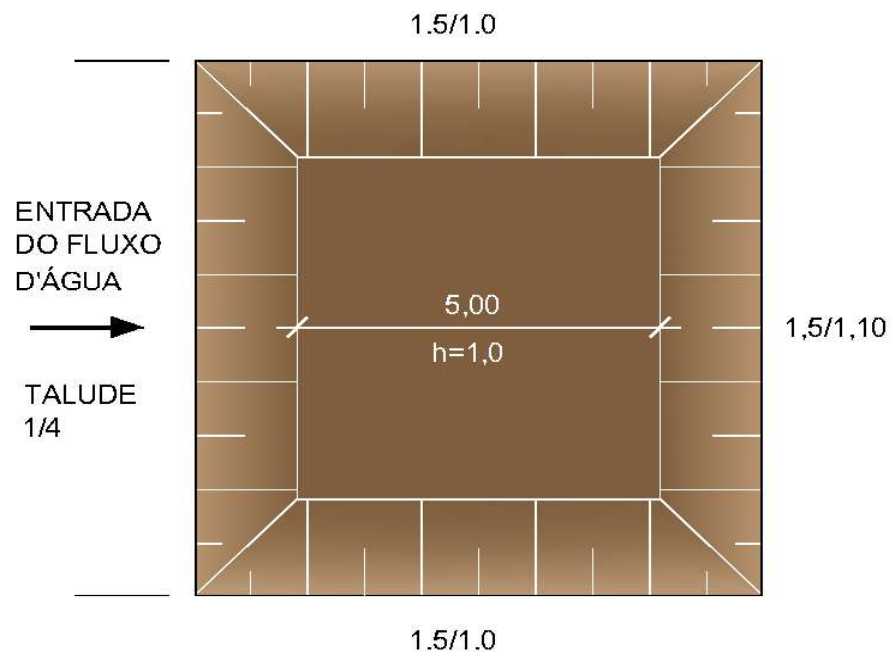
TIPO I



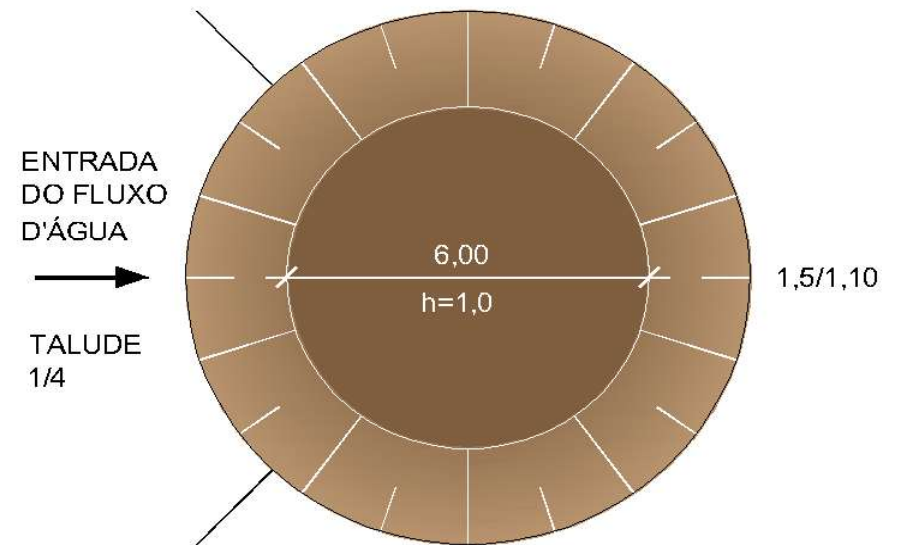
TIPO I-A

BACIAS DE ACUMULAÇÃO - DETALHES

JUSANTE DE BUEIROS DE GREIDE



TIPO II



TIPO II-A











Marcos Augusto Jabor

E-mail: mjabôr@terra.com.br

www.marcosjabor.com.br

Instagram: @marcos_jabor

