



# “Drenagem de Rodovias”

## Parte - III

Julho/2021

Engº Marcos Augusto Jabôr



MACCAFERRI



**Drenagem Profunda**  
**e**  
**Drenagem de Pavimento**

**Engº Marcos Augusto Jabôr**



# DRENAGEM

*Pode-se definir a **DRENAGEM** como a ciência que tem por objetivo **remover** tecnicamente o **excesso** das águas superficiais e do subsolo, afim de proteger e melhorar tudo sobre que possam elas influir.*

# SOLO

Sob o ponto de vista da Engenharia **o solo pode ser definido** como sendo um material granular escavável por meios mecânicos e que perde sua resistência mecânica em contato prolongado com a água.

Como consequência da própria definição de solo, concluimos que **a água em excesso num solo** é um fator negativo que dificulta e onera toda a obra de Engenharia civil.

**A existência de água a níveis indesejáveis/excesso no solo impossibilita totalmente a execução da obra, e, em outros, eleva seu custo significativamente, além de diminuir a sua vida útil.**

**As águas indesejáveis** podem ser controladas de duas maneira básicas:

- **impermeabilização** - impedindo que as águas atinjam os locais críticos, bloqueando o seu caminho.

**As águas indesejáveis** podem ser controladas de duas maneira básicas:

- **impermeabilização** - impedindo que as águas atinjam os locais críticos, bloqueando o seu caminho.
- **drenagem** - criando caminhos preferenciais para o escoamento da água, afastando-a convenientemente dos locais a serem protegidos.



# DRENAGEM PROFUNDA

# “DRENAGEM PROFUNDA”

- **Conceituação**
- **Dispositivos**
- **Critérios a serem considerados no projeto para definição dos dispositivos**
- **Exemplos de dispositivos e indicação de sua utilização**
- **Cuidados e considerações na implantação dos dispositivos (especificações, controle)**

## **Dispositivos de Drenagem Profunda**

- **Dreno profundo longitudinal;**
- **Dreno de pavimento ou subsuperficial:  
transversal e longitudinal;**
- **Dreno espinha de peixe;**
- **Colchão drenante;**
- **Dreno Sub horizontal;**
- **Dreno de talvegue.**



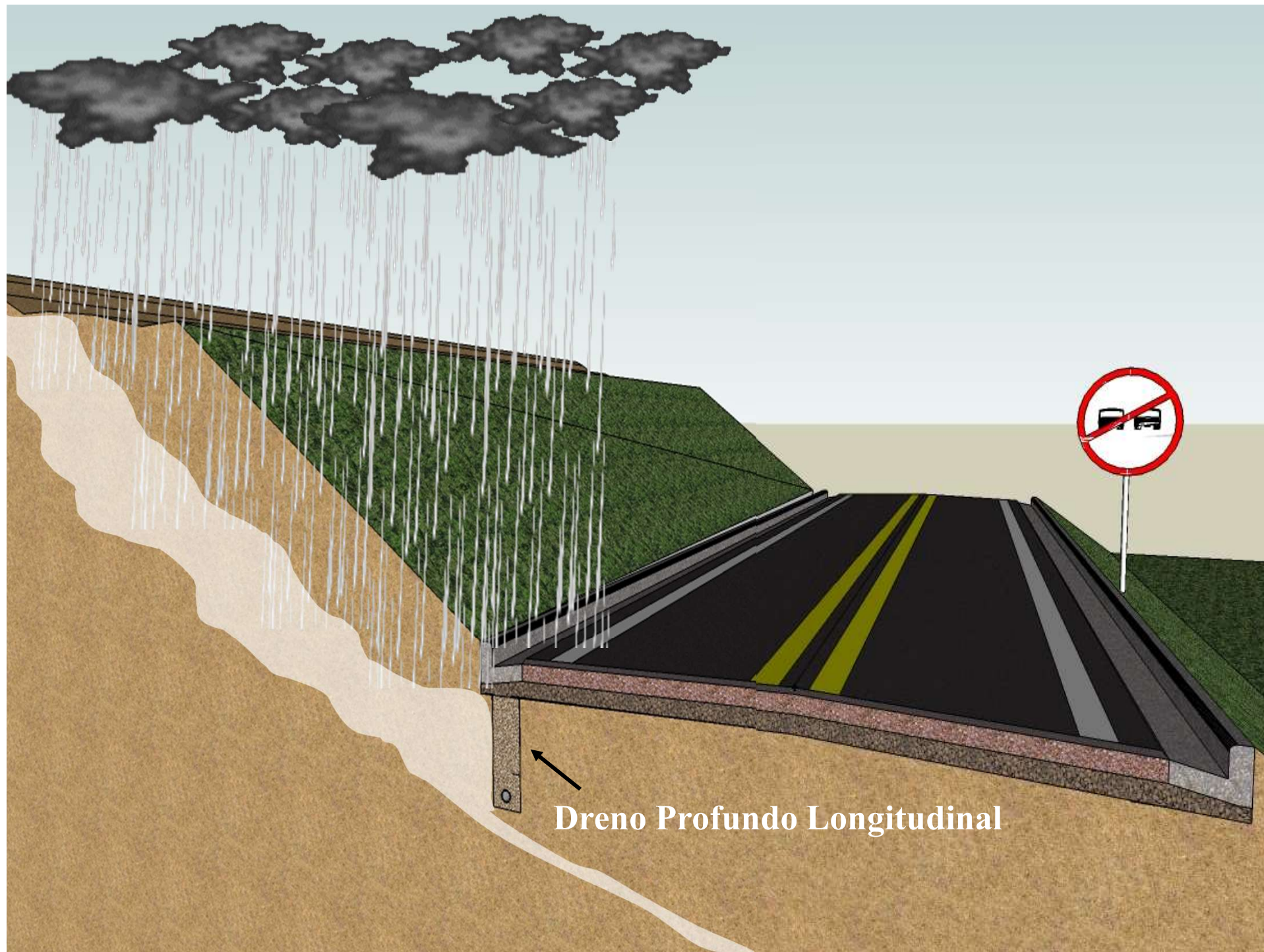
# DRENO PROFUNDO LONGITDINAL



## Dreno Profundo Longitudinal

O dreno profundo longitudinal é utilizado para **interceptar** e/ou **rebaixar** o lençol freático, tendo como objetivo principal **proteger** a estrutura do pavimento.





**Dreno Profundo Longitudinal**









**Quais as causas prováveis dos problemas?**

# Quais as causas prováveis dos problemas?

- **Falta de dreno profundo**



# Quais as causas prováveis dos problemas?

- **Falta de dreno profundo**
- **Dreno profundo entupido ou deslocamento do tubo dreno**



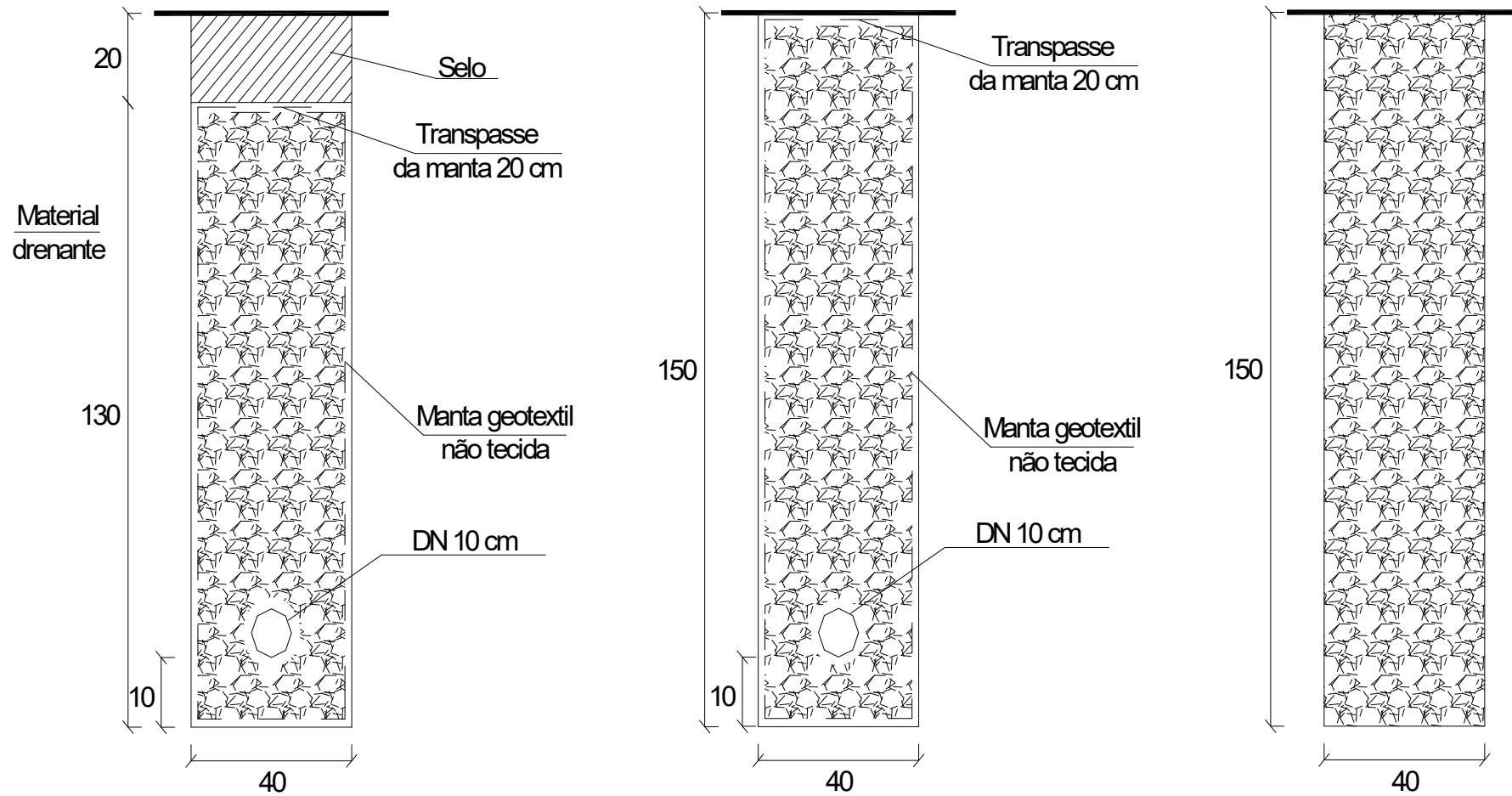




# Quais as causas prováveis dos problemas?

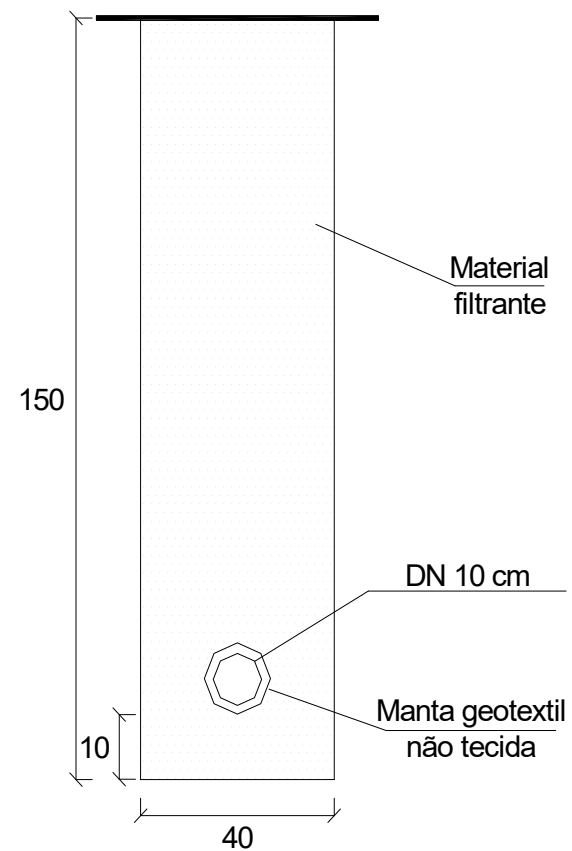
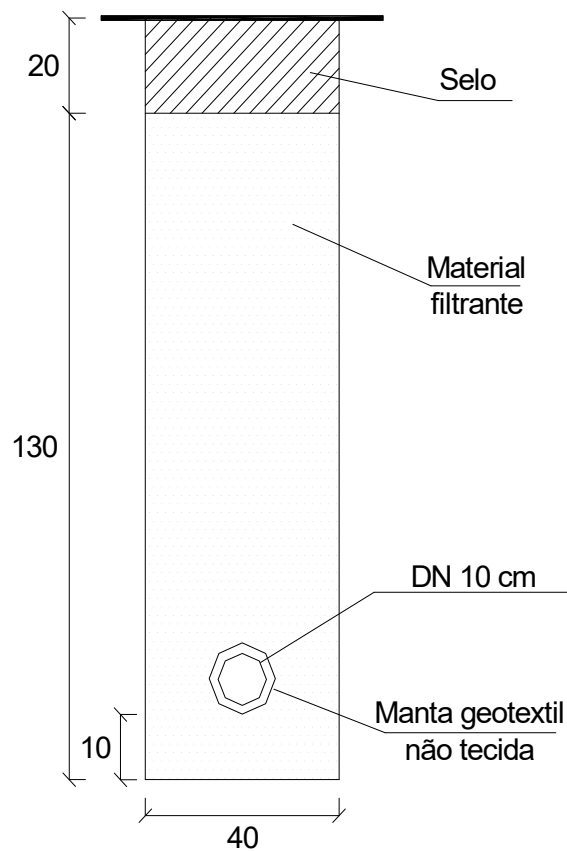
- **Falta de dreno profundo**
- **Dreno profundo entupido**
- **Dreno com concepção errada**

# Dreno c/ Material Drenante (brita)



# Dreno c/ Material Filtrante (areia)

## DNIT: DPS-01 E DPS-02





# Quais as causas prováveis dos problemas?

- **Falta de dreno profundo**
- **Dreno profundo entupido**
- **Dreno com concepção errada**
- **Terminal de dreno entupido**

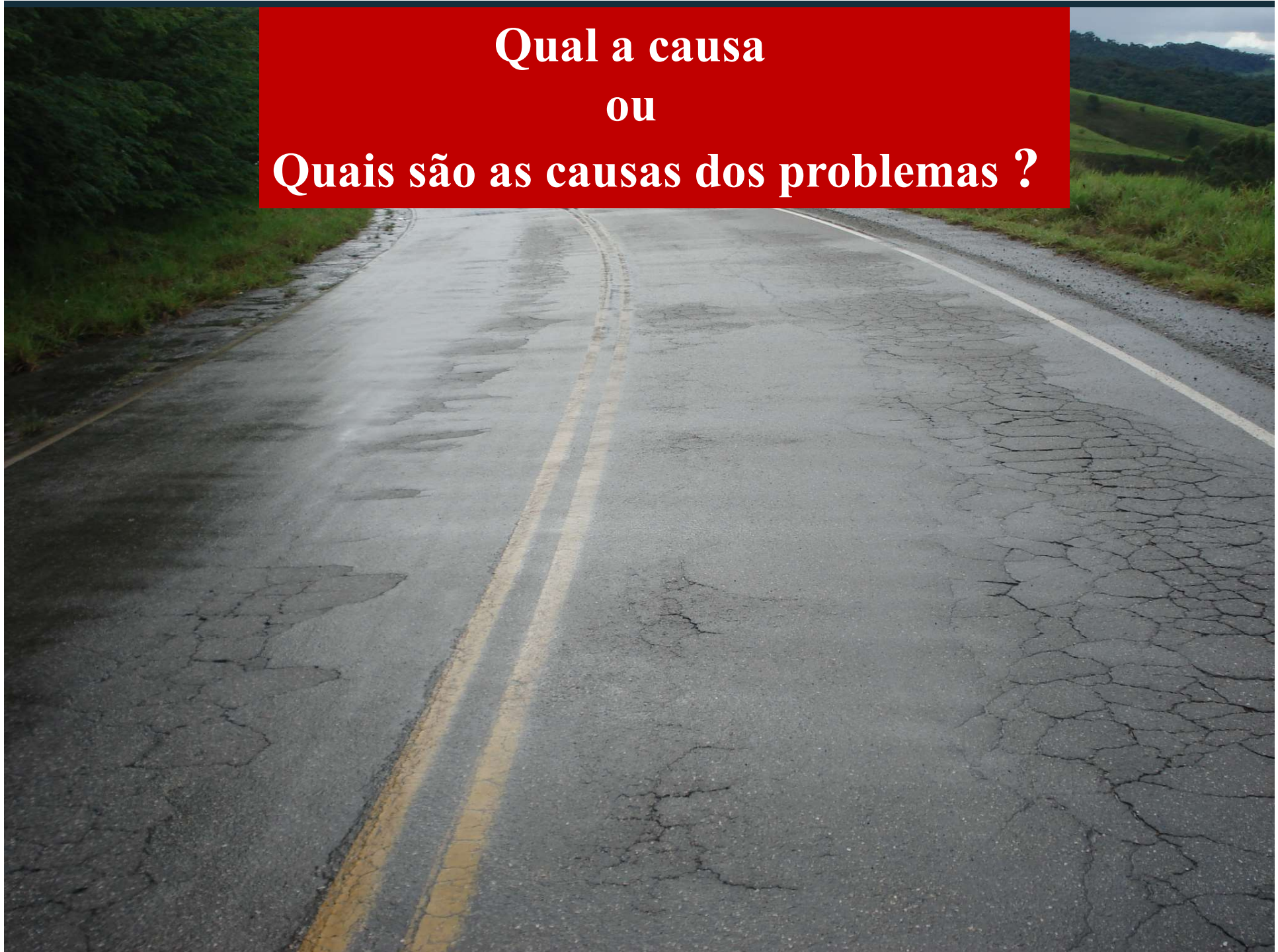






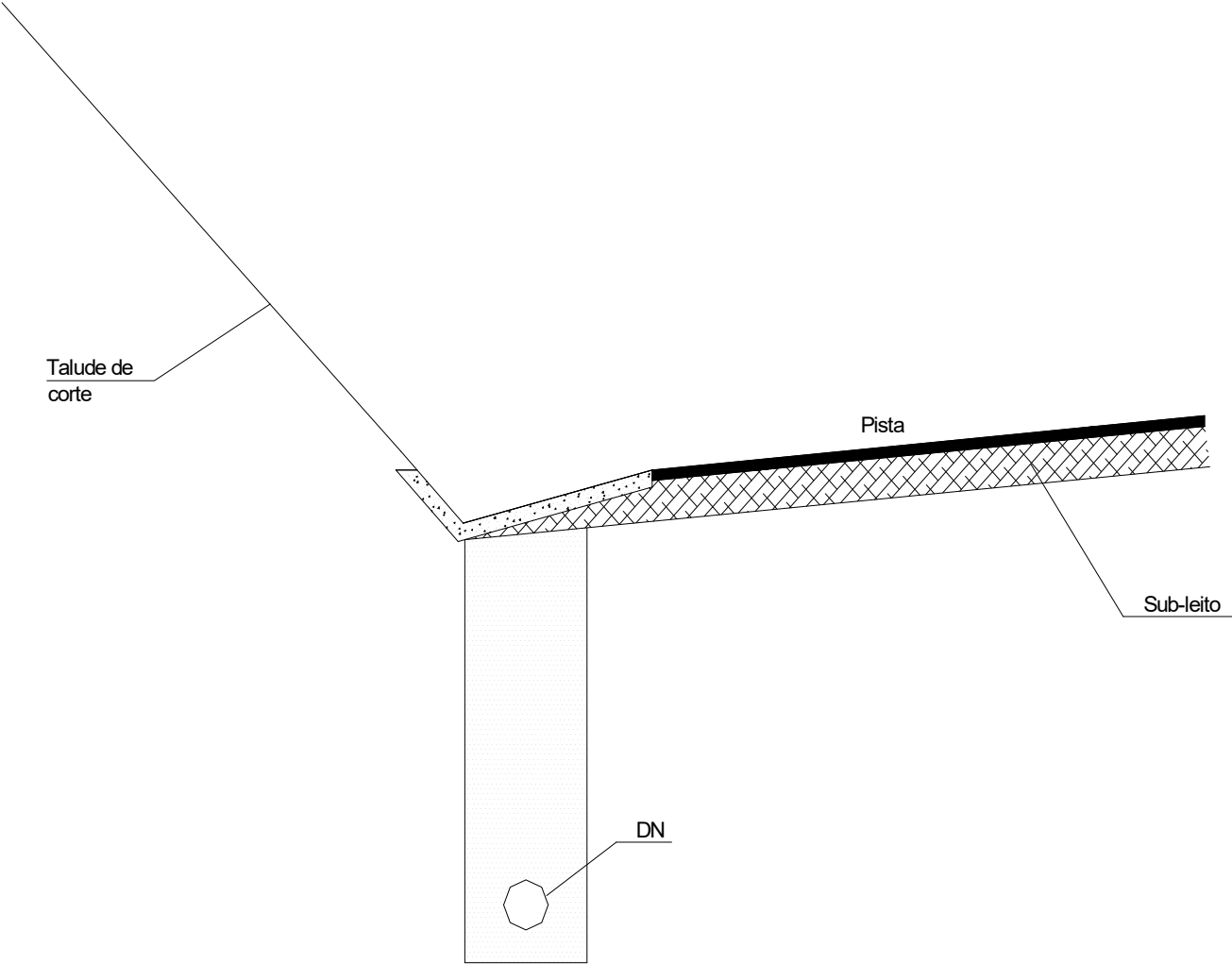


**Qual a causa  
ou  
Quais são as causas dos problemas ?**



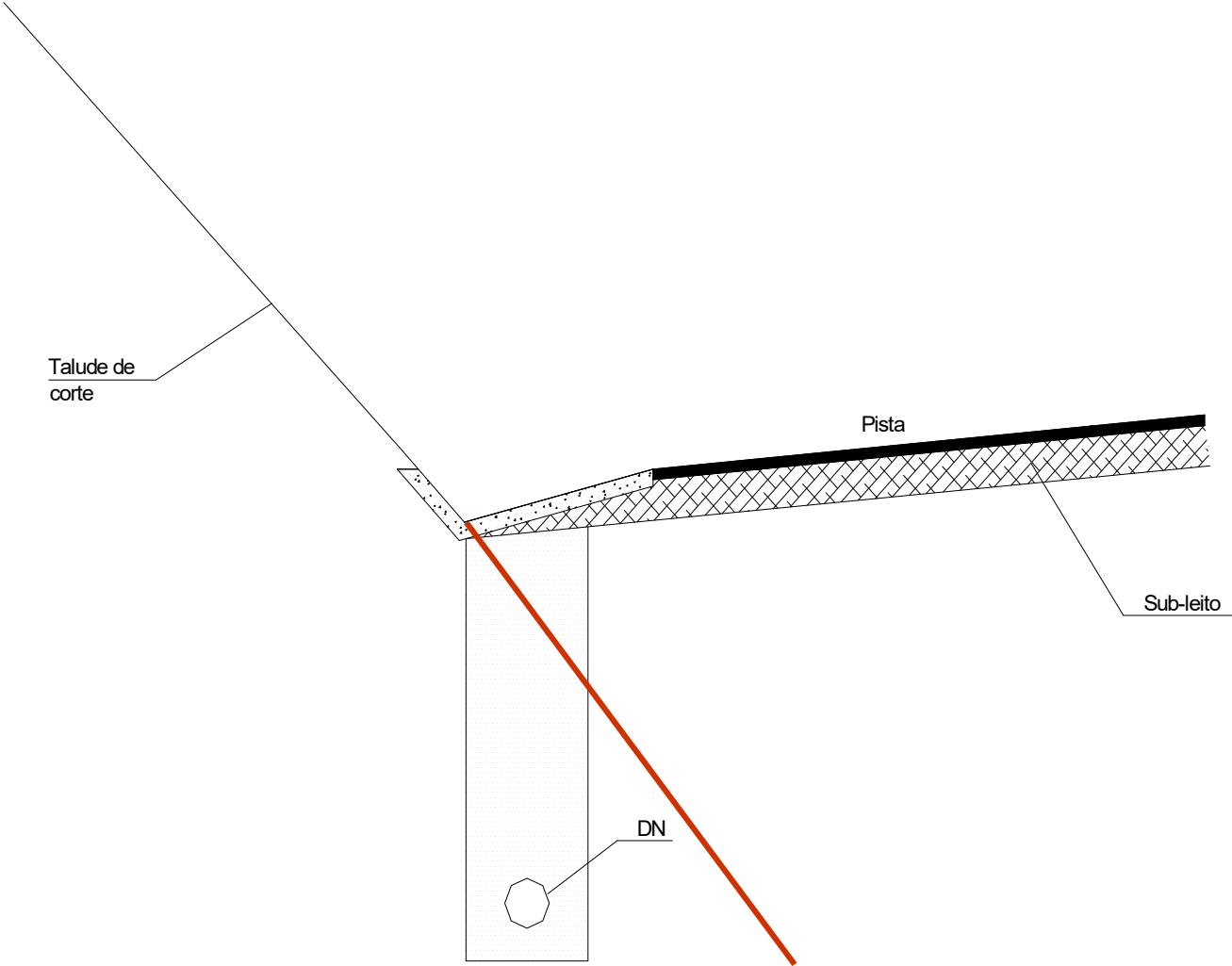
DPS - DRENO PROFUNDO LONGITUDINAL PARA CORTE EM SOLO - POSICIONAMENTO

POSICIONAMENTO DO DRENO  
CORTE TRANSVERSAL



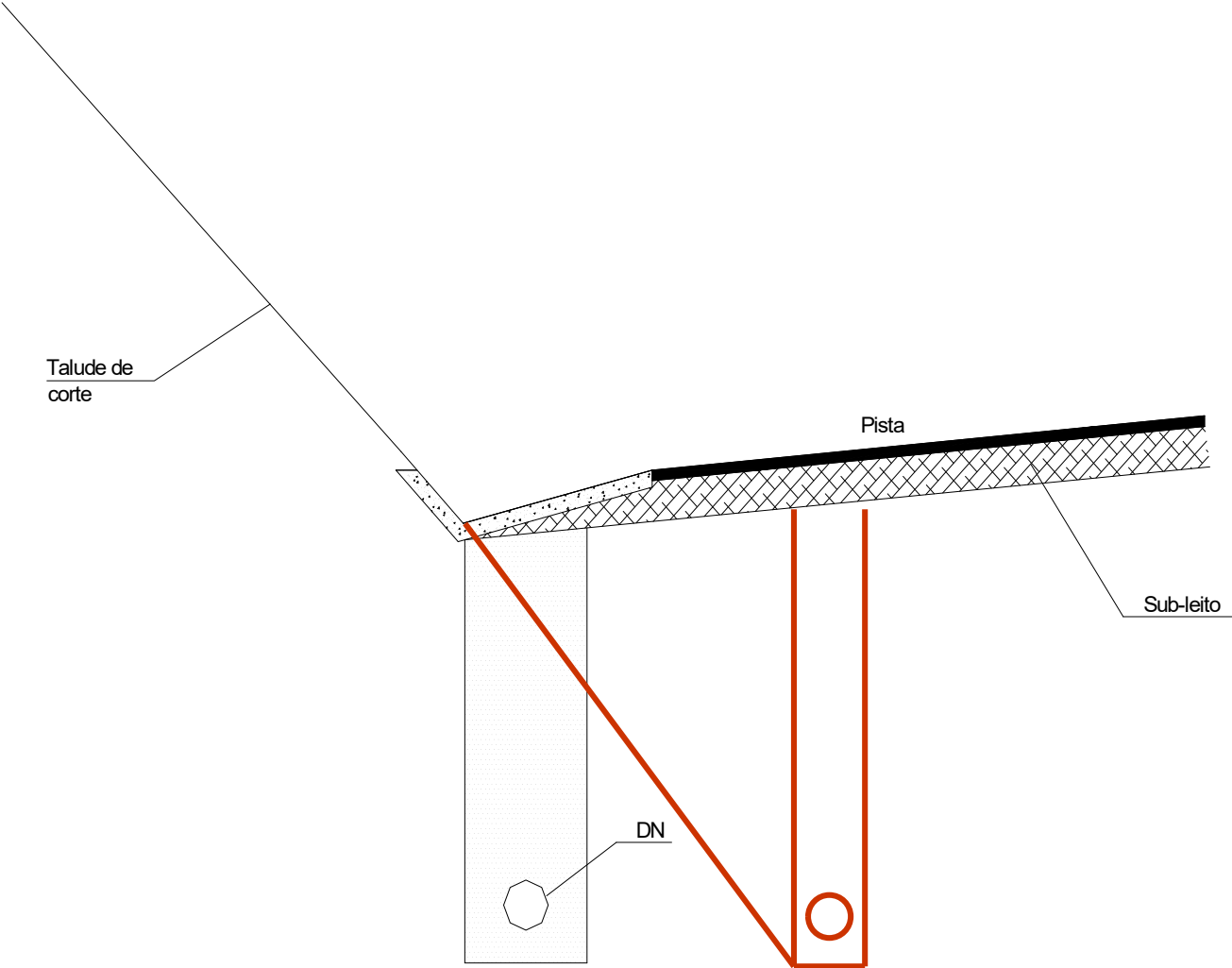
# DPS - DRENO PROFUNDO LONGITUDINAL PARA CORTE EM SOLO - POSICIONAMENTO

## POSICIONAMENTO DO DRENO CORTE TRANSVERSAL

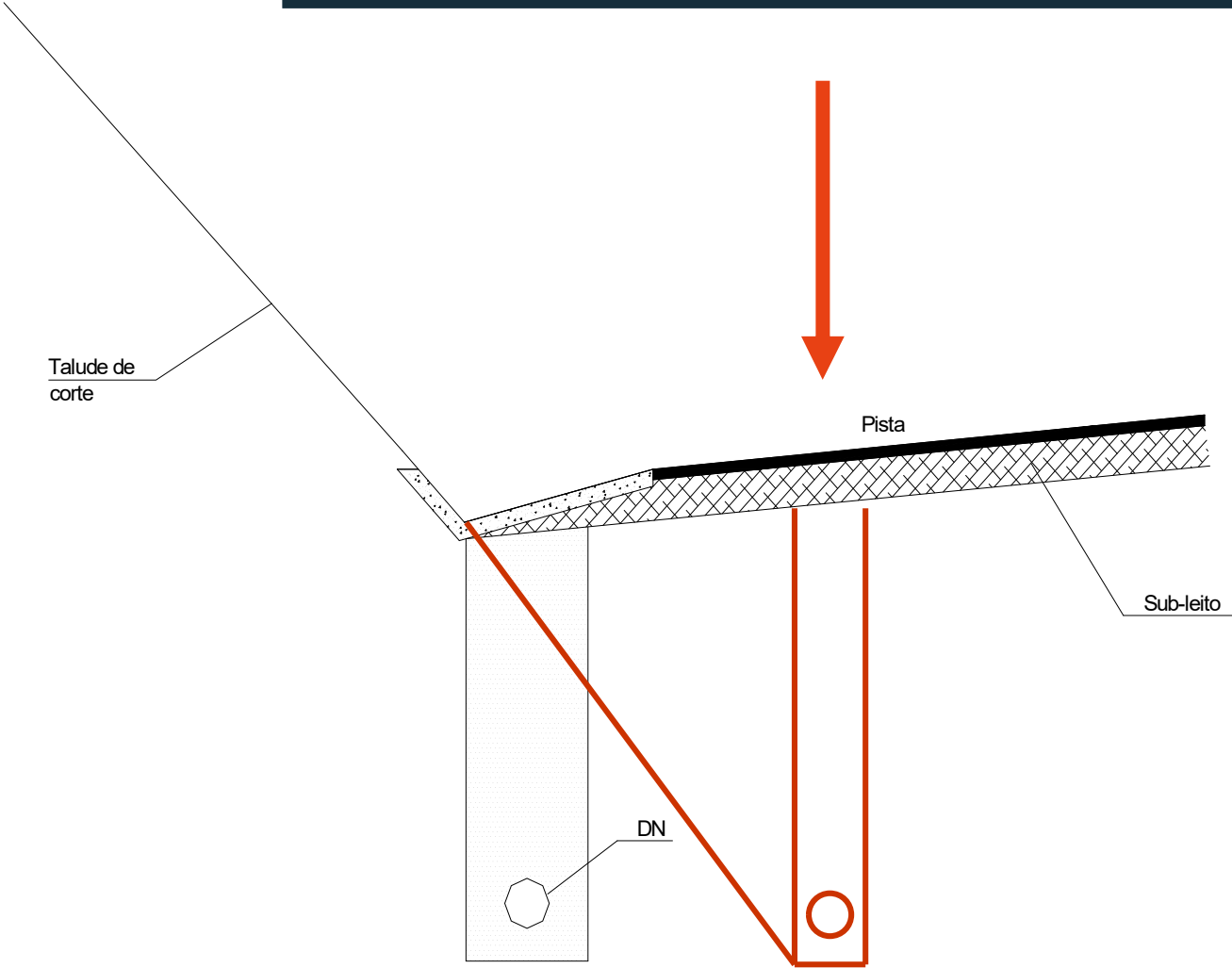


# DPS - DRENO PROFUNDO LONGITUDINAL PARA CORTE EM SOLO - POSICIONAMENTO

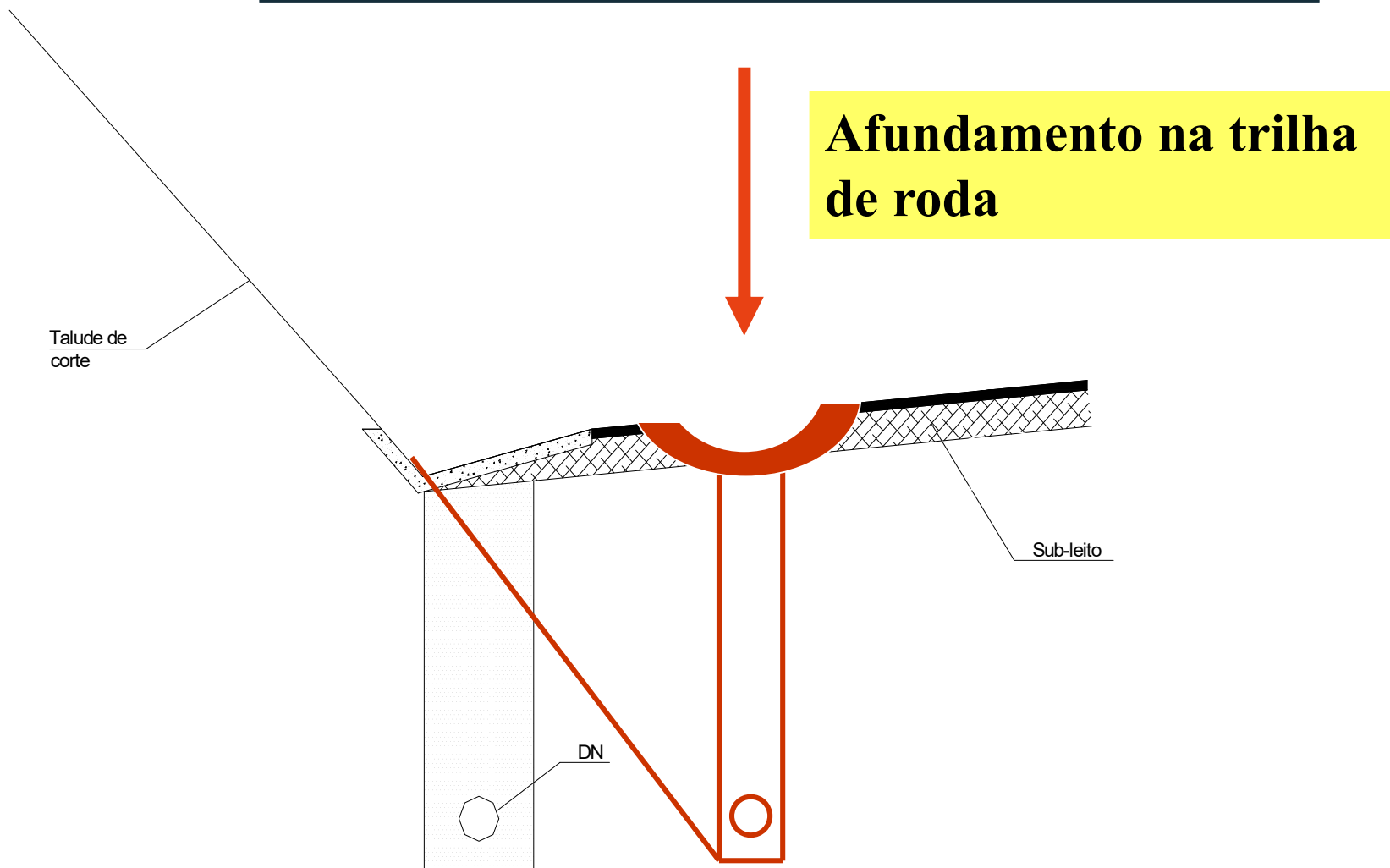
## POSICIONAMENTO DO DRENO CORTE TRANSVERSAL



# Posicionamento teoricamente correto



## Posicionamento teoricamente correto





# Posicionamento Dreno Profundo Plataforma largas





# Posicionamento Dreno Profundo Plataforma largas

**Dreno no pé do corte.  
Está correto?**



# Posicionamento Dreno Profundo Plataforma largas

**Posicionamento correto**



# Posicionamento Dreno Profundo Plataforma largas

**Dreno no pé do corte.**



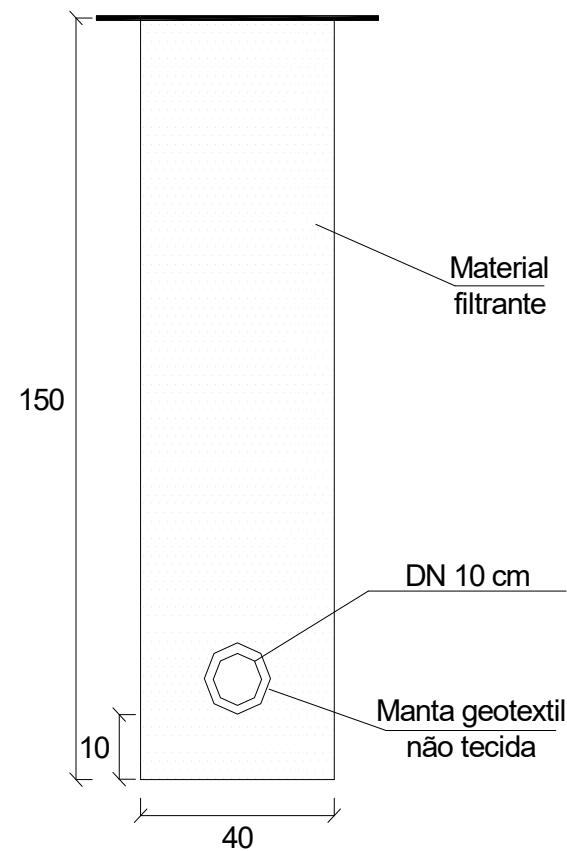
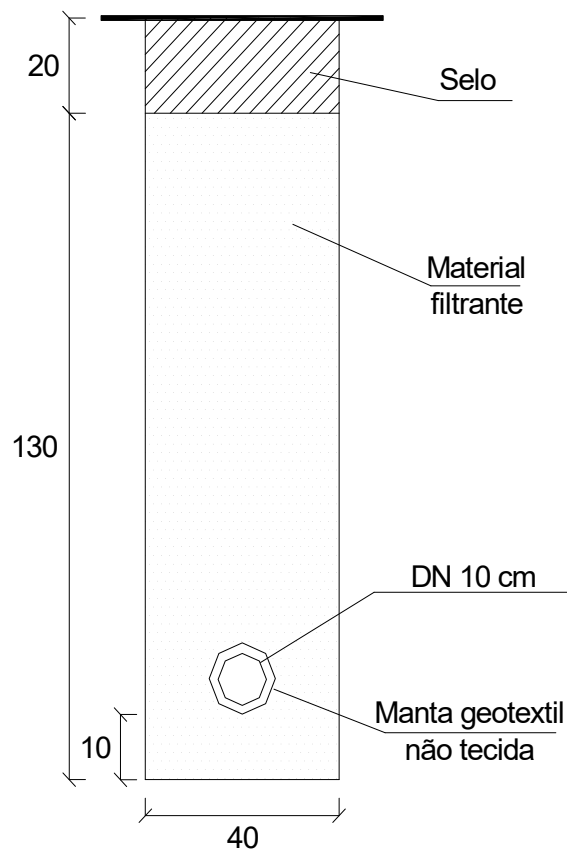
# Posicionamiento Dreno Profundo Plataforma largas

**Dreno**



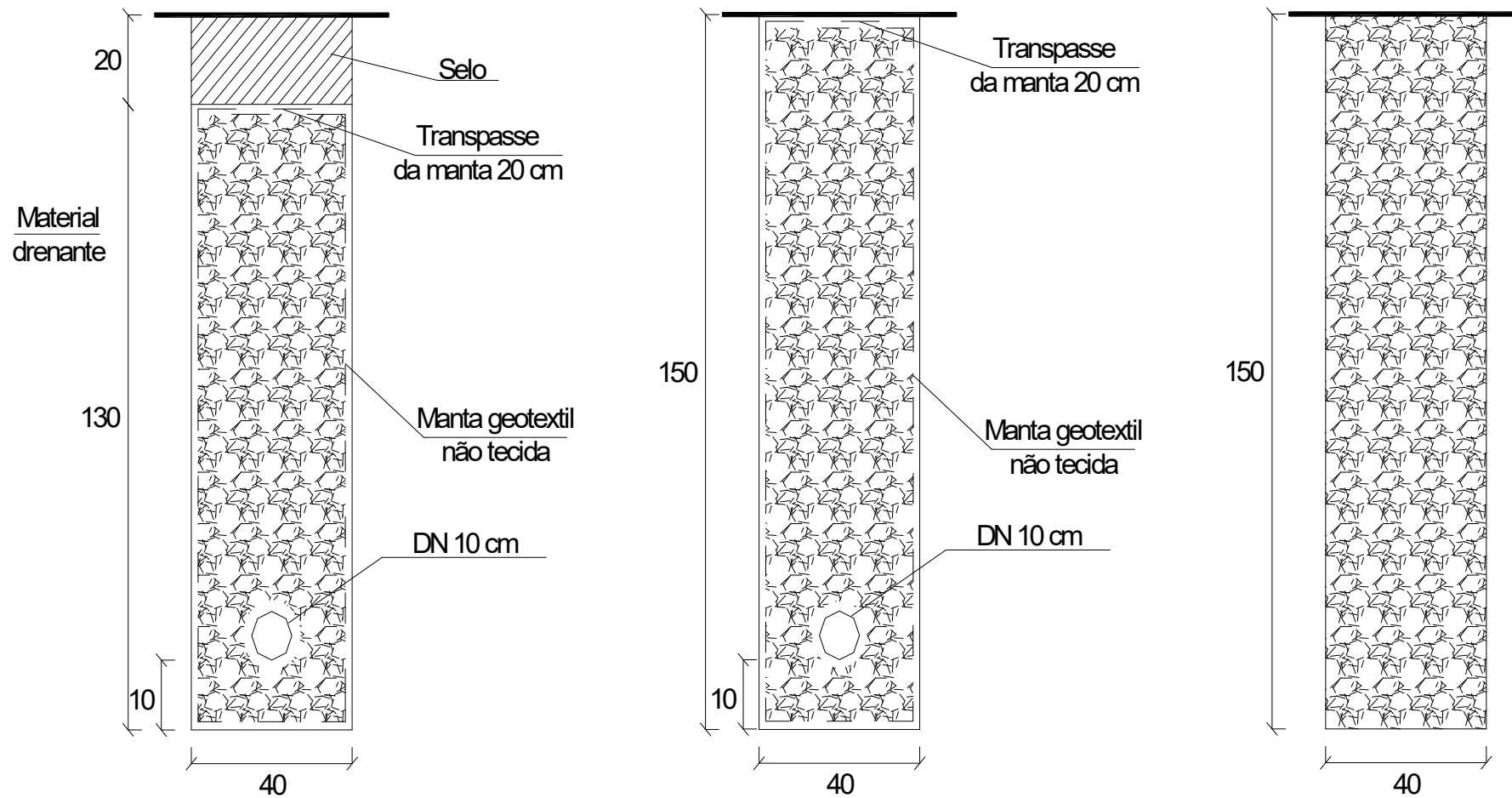
# Dreno c/ Material Filtrante (areia)

## DNIT: DPS-01 E DPS-02



# Dreno c/ Material Drenante (brita)

DNIT: DPS-07, DPS-08 E DPS-06







## **Anel Rodoviário de Belo Horizonte**





**Dreno Profundo Longitudinal**

**Geocomposto - Mac Drain**





Limite de solda  
do Núcleo

Área sem solda  
geotextil/núcleo

Continuidade

Tubo Dreno





**Slide apresentação Eng. Petrucio - Maccaferri**



**Slide apresentação Eng. Petrucio - Maccaferri**



**Slide apresentação Eng. Petrucio - Maccaferri**



# VOLUME DE CORTE INCOMPARÁVEL!!!



Slide apresentação Eng. Petrucio - Maccaferri

**“Dreno Profundo Longitudinal”**

**PROJETO**

## **No Projeto de Drenagem Profunda devem ser considerados os seguintes aspectos:**

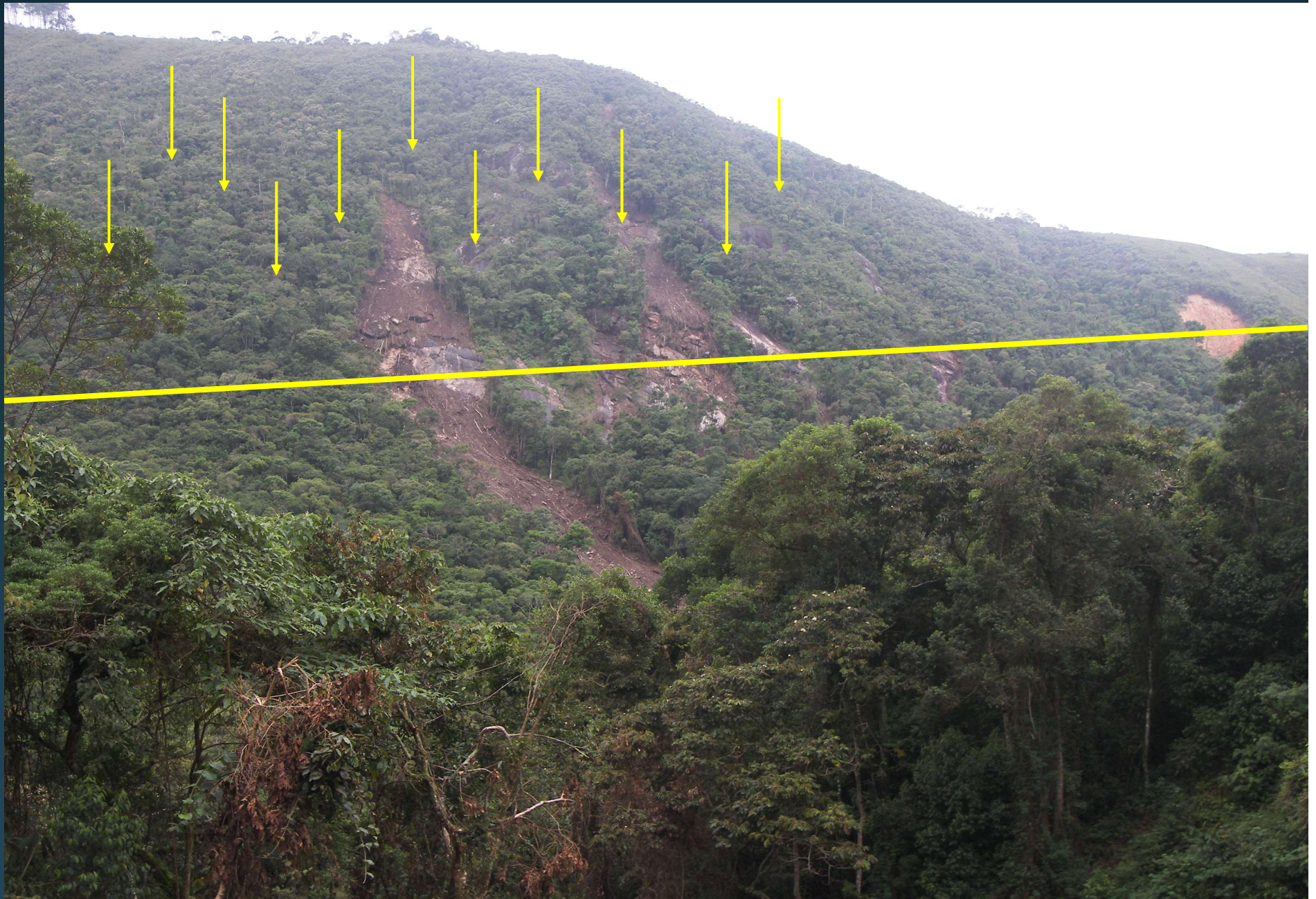
- **Altura dos cortes ou extensão da encosta;**









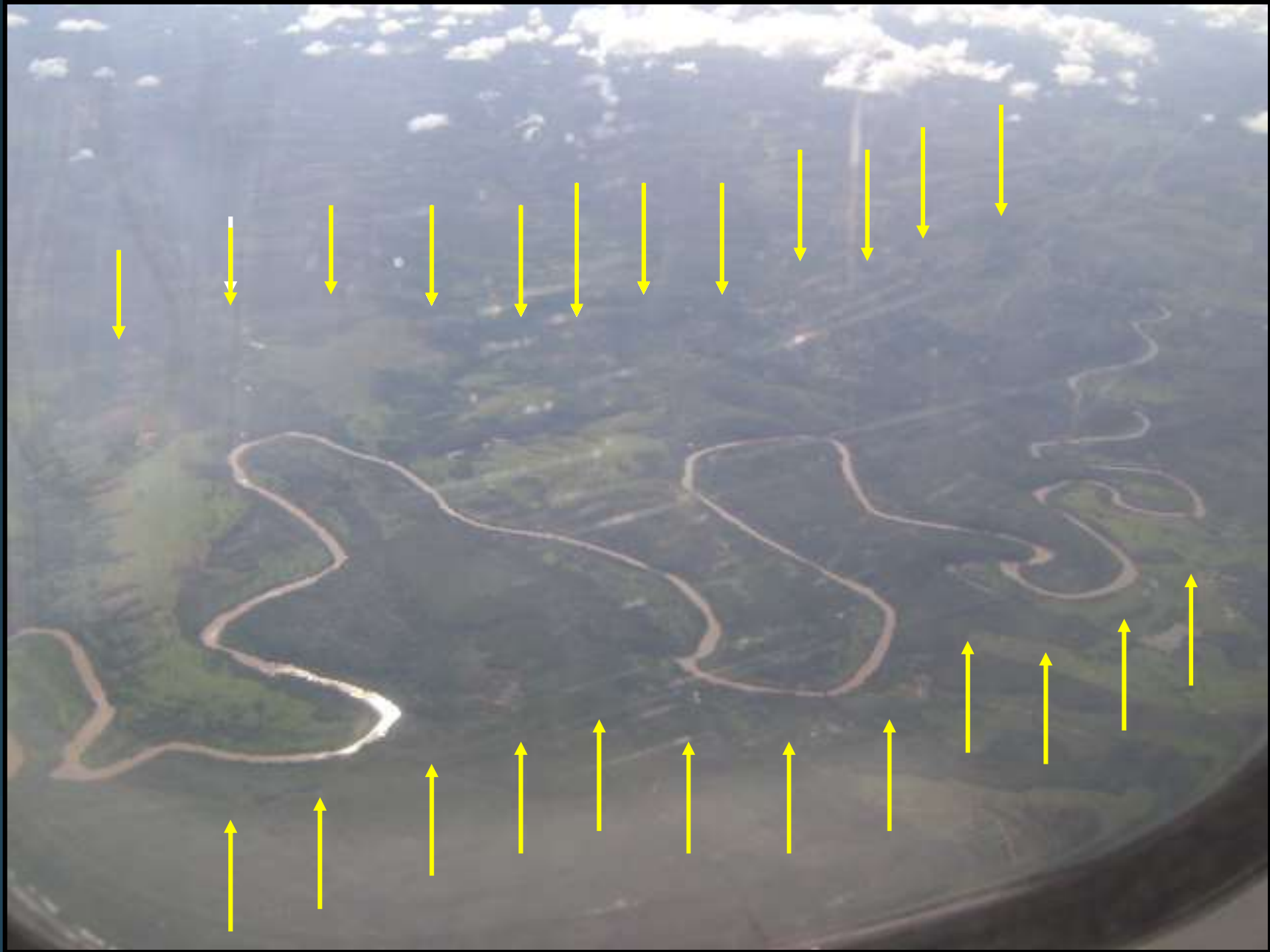


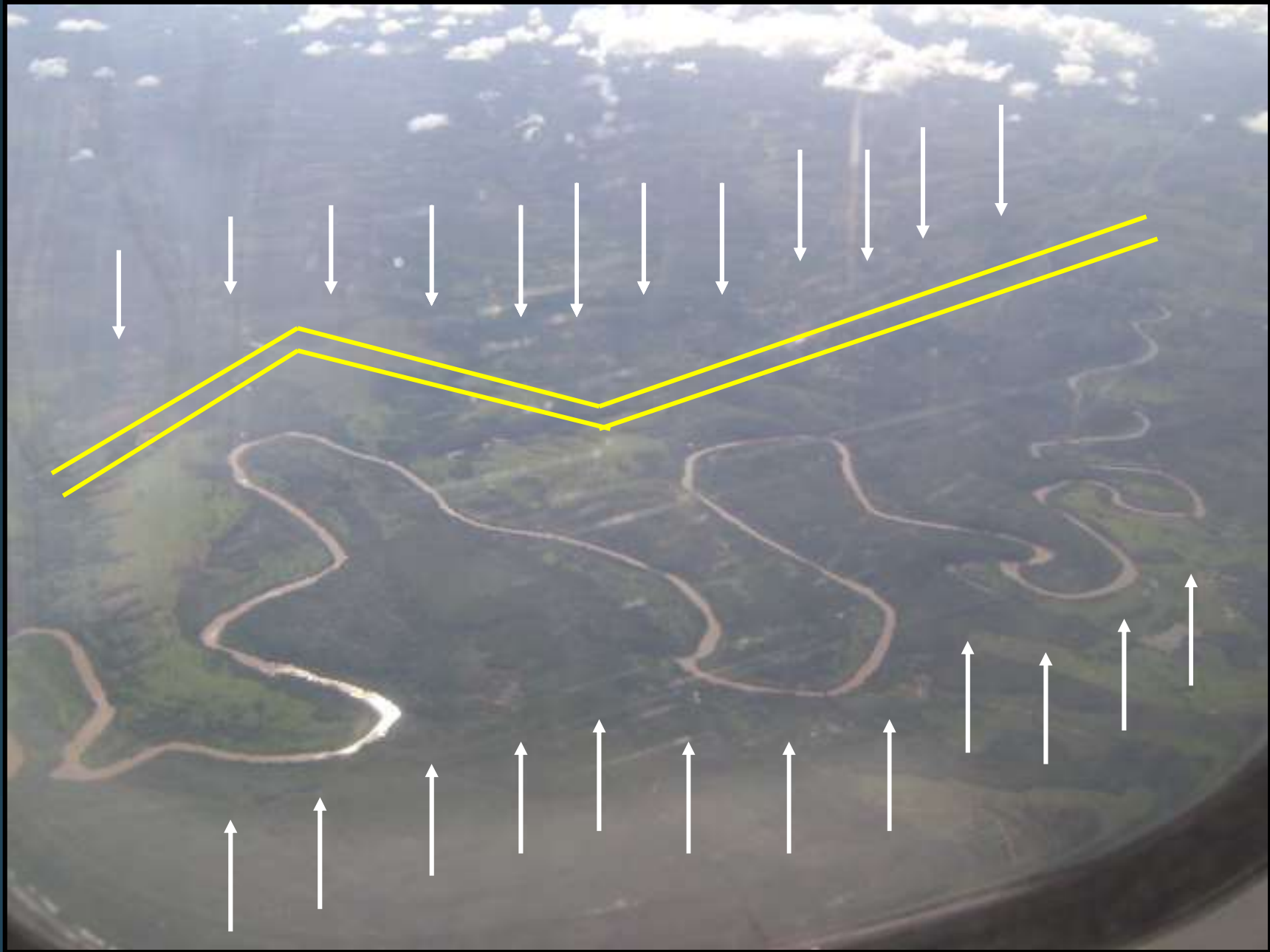


## **No Projeto de Drenagem Profunda devem ser considerados os seguintes aspectos:**

- **Rios e córregos margeando a rodovia;**









## **No Projeto de Drenagem Profunda devem ser considerados os seguintes aspectos:**

- **Visita a campo, onde deverão ser observados os seguintes aspectos: excesso de umidade no pé do corte, vegetação existente (algumas tem a característica de se desenvolverem somente com a presença de muita umidade, ex: Samambaia), comportamento do leito natural da rodovia.**

**Para a elaboração de um “Projeto de Drenagem Profunda” deverão ser considerados os seguintes elementos:**

- **Sondagem dos cortes, normalmente, de 100 em 100 metros, ou de modo a permitir a caracterização de todos os solos existentes no corte;**

- Registrar nas planilhas de sondagem a profundidade das diversas camadas de solo encontradas e o nível d'água;
- Caso se verifique NA, deverá se feita leituras da sua cota a 24 horas, 48 horas e 72 horas



- **Sondagem do sub leito:**
  1. **umidade natural;**
  2. **comparar a umidade natural x umidade com a ótima;**
  3. **Análise do CBR de projeto do sub leito, na curva de compactação**

## **O projeto de drenagem profunda exige o conhecimento dos seguintes elementos:**

- **caracterização granulométrica dos solos constituintes dos diversos horizontes do subleito dos cortes até uma profundidade de 1,50 m.**

## **O projeto de drenagem profunda exige o conhecimento dos seguintes elementos:**

- **Caracterização granulométrica de areias e cascalhos que poderão ser, eventualmente, usadas nos drenos.**

## **O projeto de drenagem profunda exige o conhecimento dos seguintes elementos:**

- **localização do lençol freático e fontes de água no corte.**

# **Interatividade com outras áreas**

**“GEOMETRIA”**

## **Projeto geométrico:**

- **Greide(altura, ponto baixo)**
- **Eixo da rodovia em casos de alargamento, rodovias existente estreita e solo mole próximo**

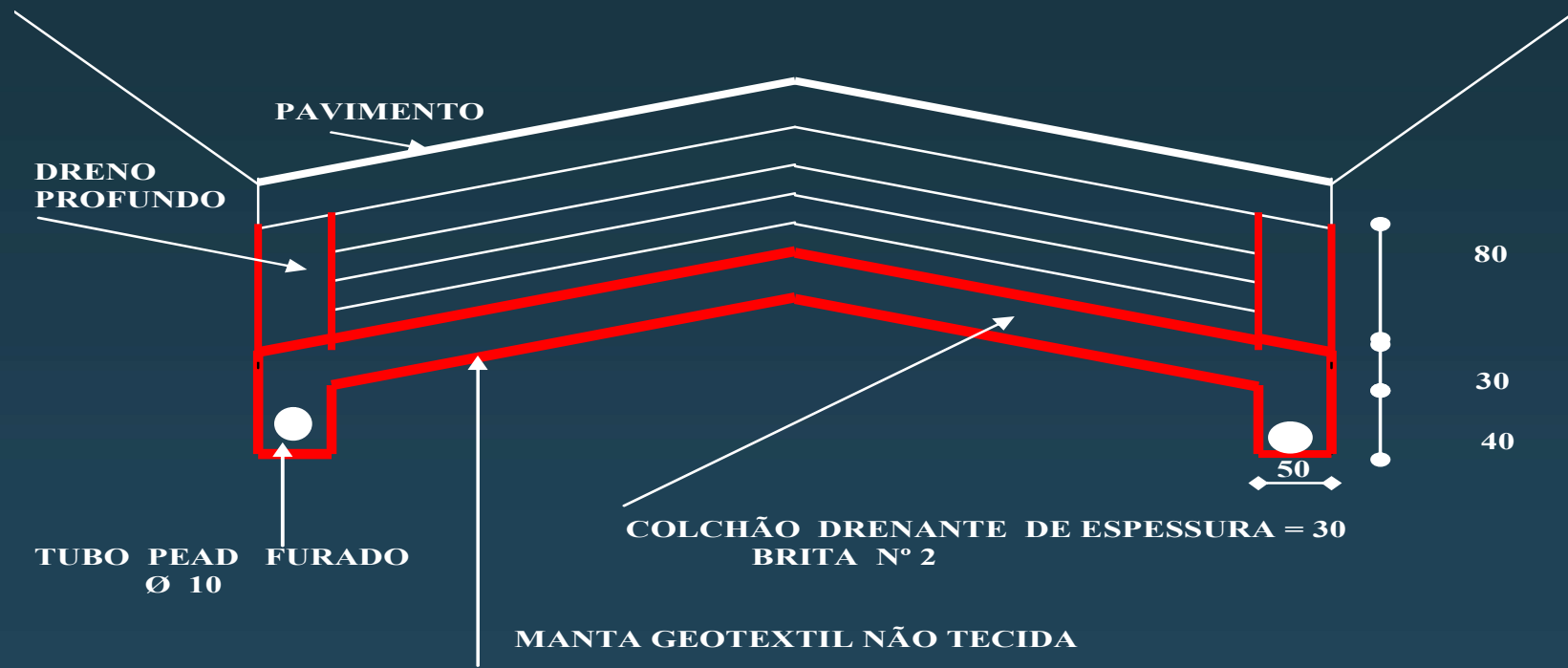








**DESENHO ESQUEMÁTICO DE COLCHÃO DRENANTE PARA CORTE EM SOLO**



OBS: DIMENSÕES EM CENTÍMETRO.

**Drenagem Profunda**  
**em**  
**Projetos de Reabilitação**

**A indicação de drenos longitudinais profundos é feita após análise conjunta dos seguintes elementos:**

- resultados de sondagens e ensaios;
- verificações de umidade;
- e observação de campo.



**Interatividade com outras áreas**

**“PAVIMENTAÇÃO”**

**Nos projetos de restauração além das análises já citadas, devemos incorporar a análise conjunta dos resultados das medições com Viga Benkelman e inventário da superfície do pavimento, PRO-08 / DNER.**





Valor da Deflexão **acima** da admissível?



Valor da Deflexão **abaixo** da admissível?





# Corte em caixão



# Corte em caixão





**Seção Mista**









**BOLETIM DE SONDAGEM DOS CORTES EXISTENTE**

**Rodovia:** BR-153/TO

**Trecho:** Entr. TO-164 (Div. PA/TO (Xambioá) - Entr. TO-416

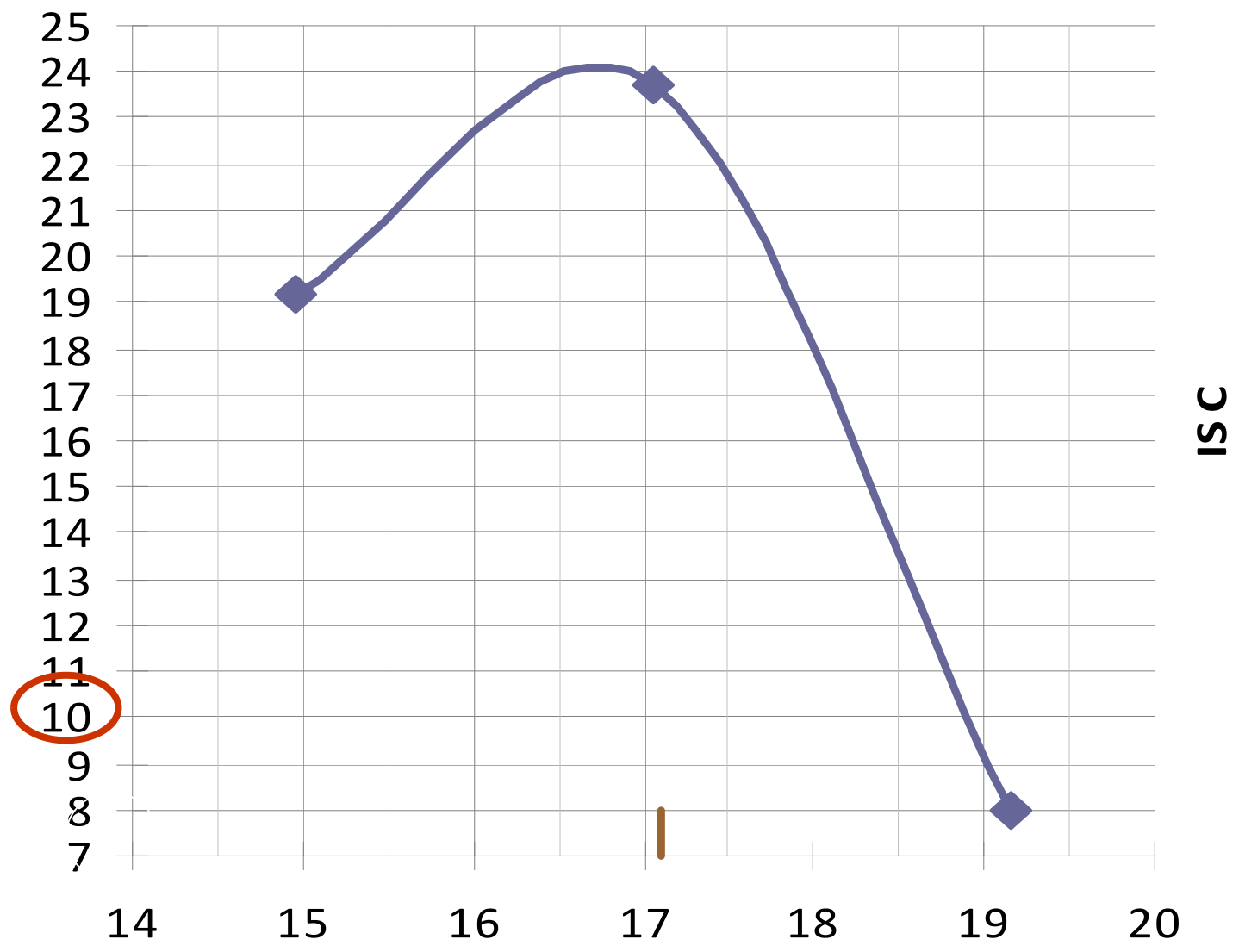
**Subtrecho:** Entr. BR-226/TO-010 (Vanderlândia) - Entr. TO-342/446 (Miranorte)

Estudo	Data	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação Expedita
Corte	10/06/09	5115	BD	0,00	1,50	Areia siltosa vermelha
Corte	11/06/09	5115	BD	0,00	1,50	Areia siltosa vermelha
Corte	12/06/09	5.115	BD	0,00	1,50	Areia siltosa vermelha
Corte	13/06/09	5.115	BD	0,00	1,50	Areia siltosa vermelha
Corte	11/06/09	5.950	BD	0,00	0,80	Silte Arenoso Variegado.
Corte	12/06/09	5.950	BD	0,80	Abaixo	NA
Corte	13/06/09	5.950	BD	0,79	Abaixo	NA
Corte	14/06/09	5.950	BD	0,79	Abaixo	NA

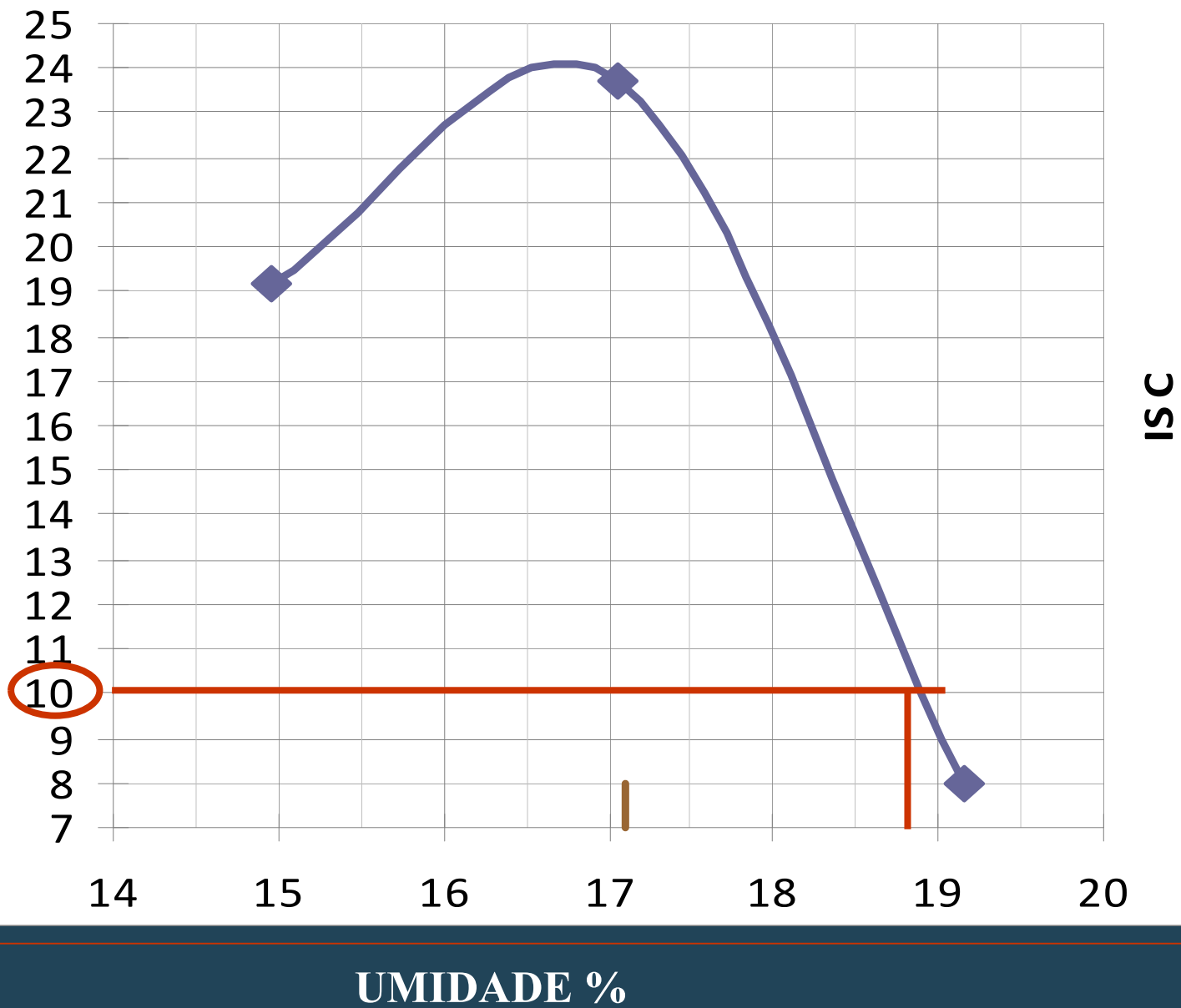
<b>Corte</b>	<b>24/06/09</b>	<b>15.125</b>	<b>BE</b>	<b>0,00</b>	<b>1,65</b>	Silte arenoso variado
<b>Corte</b>	<b>25/06/09</b>	<b>15.125</b>	<b>BE</b>	<b>1,65</b>	<b>Abaixo</b>	NA
<b>Corte</b>	<b>26/06/09</b>	<b>15.125</b>	<b>BE</b>	<b>1,50</b>	<b>Abaixo</b>	NA
<b>Corte</b>	<b>27/06/09</b>	<b>15.125</b>	<b>BE</b>	<b>1,46</b>	<b>Abaixo</b>	NA
<b>Corte</b>	<b>24/06/09</b>	<b>16.161</b>	<b>BE</b>	<b>0,00</b>	<b>0,60</b>	Camada do pavimento
<b>Corte</b>	<b>25/06/09</b>	<b>16.161</b>	<b>BE</b>	<b>0,60</b>	<b>2,10</b>	Areia siltosa amarela
<b>Corte</b>	<b>26/06/09</b>	<b>16.161</b>	<b>BE</b>	<b>0,60</b>	<b>2,10</b>	Areia siltosa amarela
<b>Corte</b>	<b>27/06/09</b>	<b>16.161</b>	<b>BE</b>	<b>0,60</b>	<b>2,10</b>	Areia siltosa amarela

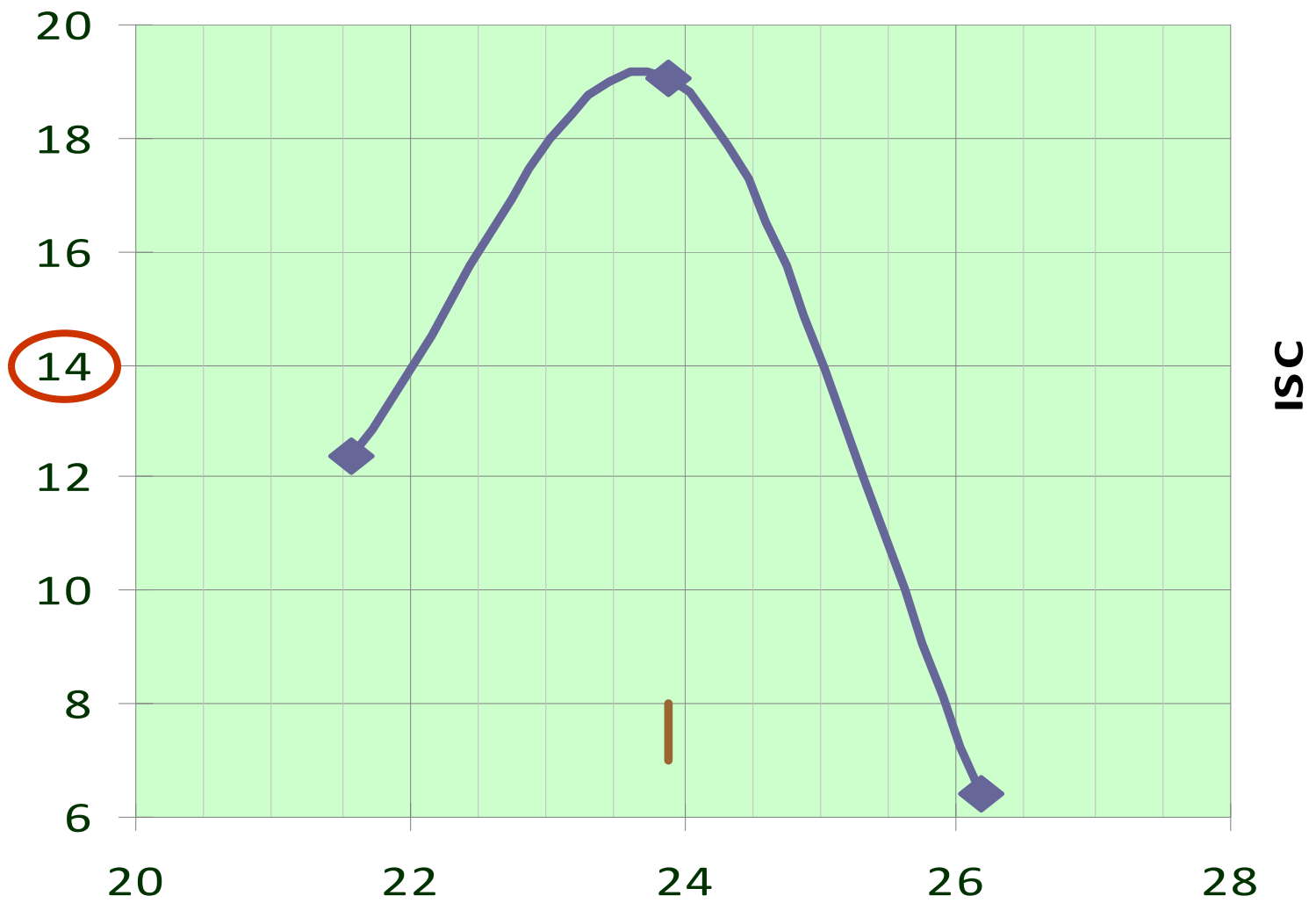
**Entr. BR-226/TO-010 (Vanderlândia) - Entr. TO-342/446 (Miranorte)**

<b>ESTUDO</b>		<b>Corte</b>	<b>Corte</b>	<b>Corte</b>	<b>Corte</b>	<b>Corte</b>	<b>Corte</b>	<b>Corte</b>	<b>Corte</b>	<b>Corte</b>
<b>ESTACA</b>		<b>15.030</b>	<b>15.062</b>	<b>15.125</b>	<b>16.161</b>	<b>16.261</b>	<b>16.360</b>	<b>17.062</b>	<b>17.810</b>	<b>18.110</b>
<b>POSIÇÃO EM RELAÇÃO AO EIXO</b>		<b>BE</b>	<b>BD</b>	<b>BE</b>	<b>BE</b>	<b>BE</b>	<b>BD</b>	<b>BD</b>	<b>BE</b>	<b>BD</b>
<b>CLASSIF. H.R.B.</b>										
<b>COMPACTAÇÃO DE LABORATÓRIO</b>	<b>UMID. (%)</b>	<b>18,2</b>	<b>17,3</b>		<b>7,6</b>	<b>13,9</b>	<b>13,4</b>			<b>14,7</b>
	<b>DENS.(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.558</b>	<b>1.749</b>		<b>1.666</b>	<b>1.764</b>	<b>1.896</b>			<b>1.985</b>
<b>ISC FINAL (%)</b>										
<b>EXPANSÃO (%)</b>										
<b>PISTA</b>	<b>DENS. SÊCA (kg/m<sup>3</sup>)</b>									
	<b>UMID. NATURAL (%)</b>	<b>28,7</b>	<b>10,0</b>	<b>NA</b>	<b>10,0</b>	<b>14,9</b>	<b>12,4</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>21,7</b>

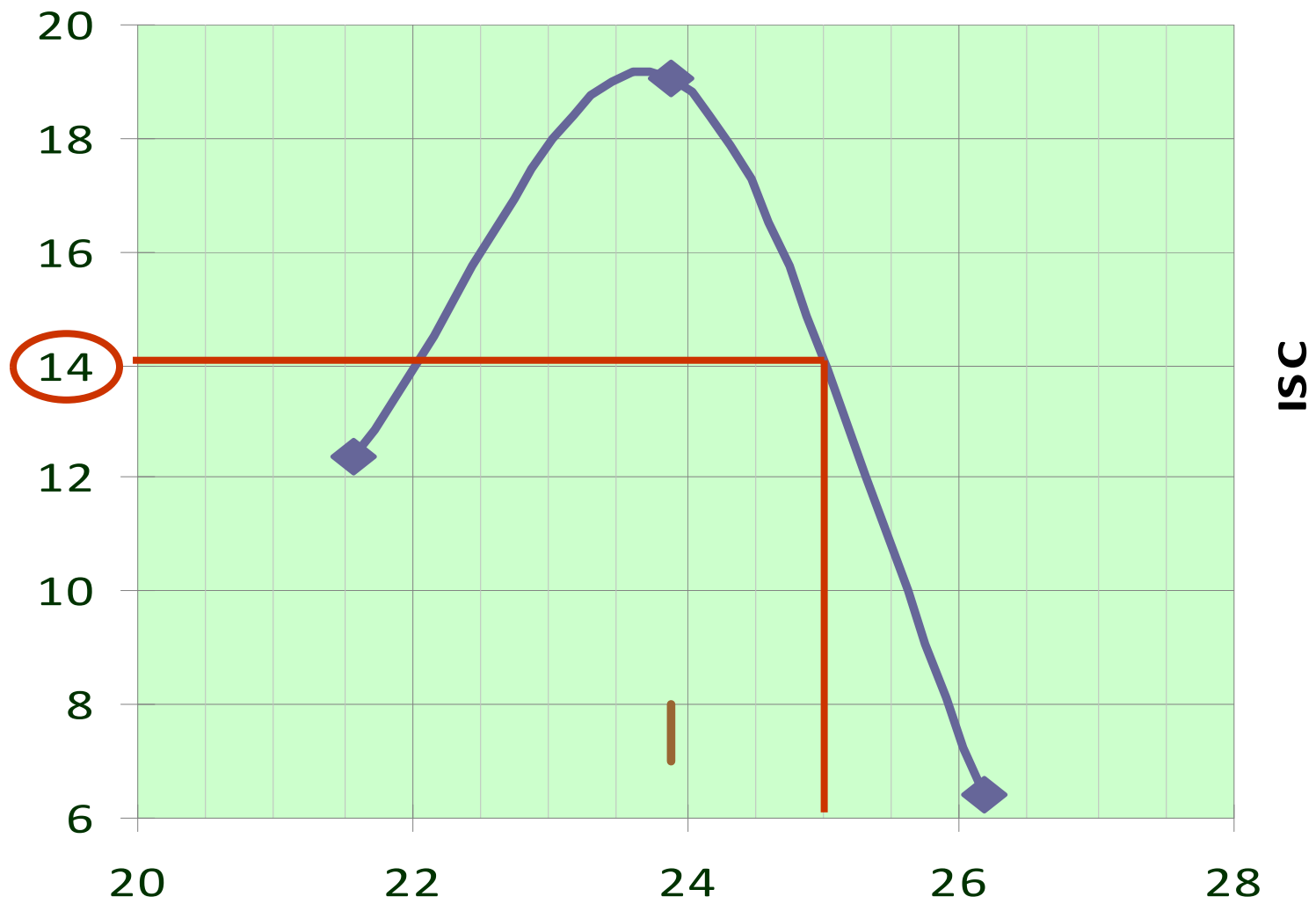


**UMIDADE %**





**UMIDADE %**



**UMIDADE %**



## Relação Subtrecho X Umidade Natural

Subtrecho	Umidade (%)	Umid. Ótima (%)	CBR(%)
Est. 06 a 26	35.10	15,6	24,0
Est. 46 a 56	26.40	19,3	43,0
Est. 56 a 71	33.20	14,8	50,9
Est. 92 a 97	38.90	18,0	56,0
Est. 129 a 136	29.70	27,00	18,0
Est. 136 a 148	23.20	27,00	18,0
Est. 158 a 165	28.00	24,8	34,0
Est. 165 a 175	37.00	23,00	19,0
Est. 212 a 214	47.00	16,7	25,8
Est. 392 a 395	37.00	26,3 / 23,9	14,0 105

# PERMEABILIDADE

Podemos definir permeabilidade como sendo a propriedade que os solos apresentam de permitir a passagem da água em maior ou menor quantidade.

# PERMEABILIDADE

Um apanhado dos métodos para a determinação da permeabilidade conforme o tipo de solo, feito por K. Terzaghi e R.B. Peck ( 1948), que elaboraram uma tabela de características de permeabilidade e drenagem de um solo, posteriormente atualizado por Casagrande e R.E. Fadum, é apresentado a seguir.

## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

10<sup>2</sup> 10<sup>1</sup> 1.0 10<sup>-1</sup> 10<sup>-2</sup> 10<sup>-3</sup> | 10<sup>-4</sup> 10<sup>-5</sup> | 10<sup>-6</sup> 10<sup>-7</sup> 10<sup>-8</sup> 10<sup>-9</sup>

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

## Permeabilidade

A granulometria deve ser tal que tenha suficiente permeabilidade para escoar a água, porém não deve permitir a realização do fenômeno de erosão interna do solo, causada pelo deslocamento da água em material poroso, cujos vazios sejam maiores que as partículas do solo. Vê-se facilmente, portanto, que a granulometria do filtro está estreitamente ligada à do solo a ser drenado. ( Trecho de São João Del REY)

# Permeabilidade

## Bertram-Terzaghi

O critério estabelecido por Terzaghi para filtros de proteção (K.von Terzaghi, Unpublished Report on Bou Hanifia Dam, North Africa) foi posteriormente constatado em laboratório, 1940, por G.E. Bertram sob orientação de Casagrande. Tal critério recebeu o nome de Critério de Bertram- Terzaghi, que estabelece as seguintes relações a serem obedecidas:

$$\frac{D_{15f}}{D_{85s}} \leq 4 \text{ a } 5 \dots\dots\dots (1.) \text{ anti-piping}$$

$$\frac{D_{15f}}{D_{15s}} \geq 4 \text{ a } 5 \dots\dots\dots(2.) \text{ permeabilidade}$$

# Permeabilidade

A inequação (1.) (relação anti-piping) assegura que os vazios de um material filtrante não sejam muito maiores do que as partículas do solo adjacente.

A inequação (2.) assegura que estes mesmos vazios sejam suficiente para que a drenagem se de livremente (garante a permeabilidade).

Neste estudo Bertram concluiu ainda que:

1 – Este critério é praticamente independente da forma dos grãos do solo.

2 – Embora os filtros tenham sido ensaiados com 70% de compactação, esse critério pode ser aplicável para filtros com um mínimo de 50% de compactação.

# **SOLOS COM MAIS DE 35% EM PESO PASSANDO NA PENEIRA Nº 200**

Para enchimento da vala de drenagem

<b>Peneiras</b>	<b>% em peso passando</b>
<b>3/8"</b>	<b>mínimo 60</b>
<b>nº 10</b>	<b>mínimo 15</b>
<b>nº 40</b>	<b>máximo 15</b>

Para enchimento da vala de drenagem e envolvimento do tubo

<b>Peneiras</b>	<b>% em peso passando</b>
<b>3/4"</b>	<b>mínimo 85</b>
<b>3/8"</b>	<b>mínimo 60</b>
<b>nº 10</b>	<b>mínimo 15</b>
<b>nº 40</b>	<b>máximo 15</b>

# **SOLOS COM MENOS DE 35% EM PESO PASSANDO NA PENEIRA Nº 200**

Para enchimento da vala de drenagem

<b>Peneiras</b>	<b>% em peso passando</b>
<b>1 1/2"</b>	<b>mínimo 60</b>
<b>3/8</b>	<b>mínimo 15</b>
<b>nº 10</b>	<b>máximo 15</b>

Para enchimento da vala de drenagem e envolvimento do tubo

<b>Peneiras</b>	<b>% em peso passando</b>
<b>1 1/2"</b>	<b>mínimo 60</b>
<b>3/4"</b>	<b>máximo 85</b>
<b>3/8"</b>	<b>mínimo 15</b>
<b>nº10</b>	<b>máximo 15</b>



## Dificuldades no Projeto de Drenagem Profunda

- os espaços vazios (poros) dos materiais constituintes do dreno em contato com o solo devem ser muito pequenos, a fim de impedir o carreamento das partículas do solo para o seu interior – **condição anti piping;**

$$\frac{D_{15f}}{D_{85s}} \leq 4 \text{ a } 5 \dots\dots\dots \text{ anti-piping}$$

## Dificuldades no Projeto de Drenagem Profunda

- os espaços vazios (poros) devem ser bastantes grandes a fim de permitir o fluxo livre da água através dos materiais drenantes/filtrantes e possibilitar, assim, o alívio das forças de percolação e de pressões hidrostáticas - **condição de permeabilidade.**

$$\frac{D_{15f}}{D_{15s}} \geq 4 \text{ a } 5 \dots\dots\dots \text{ permeabilidade}$$

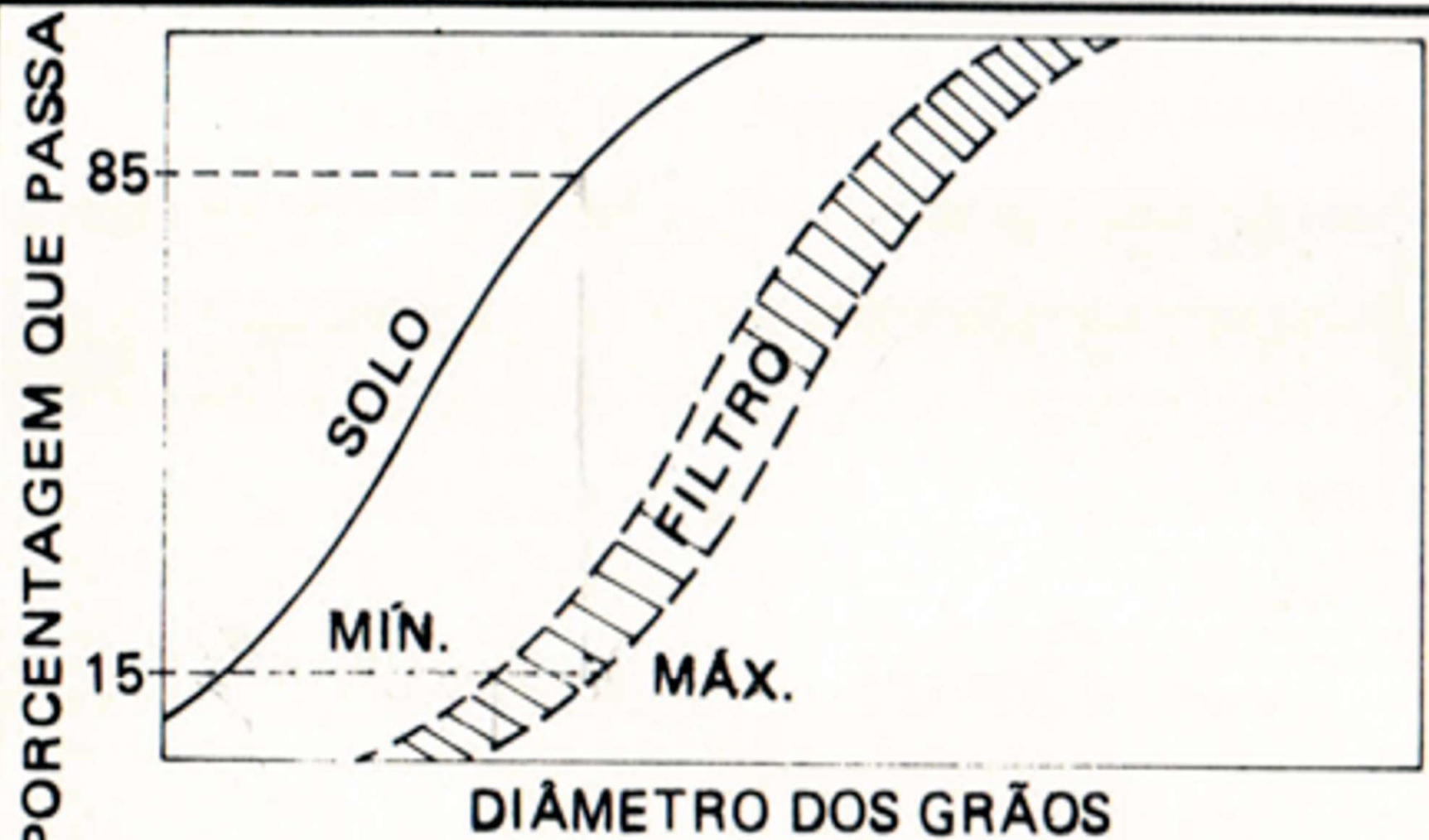
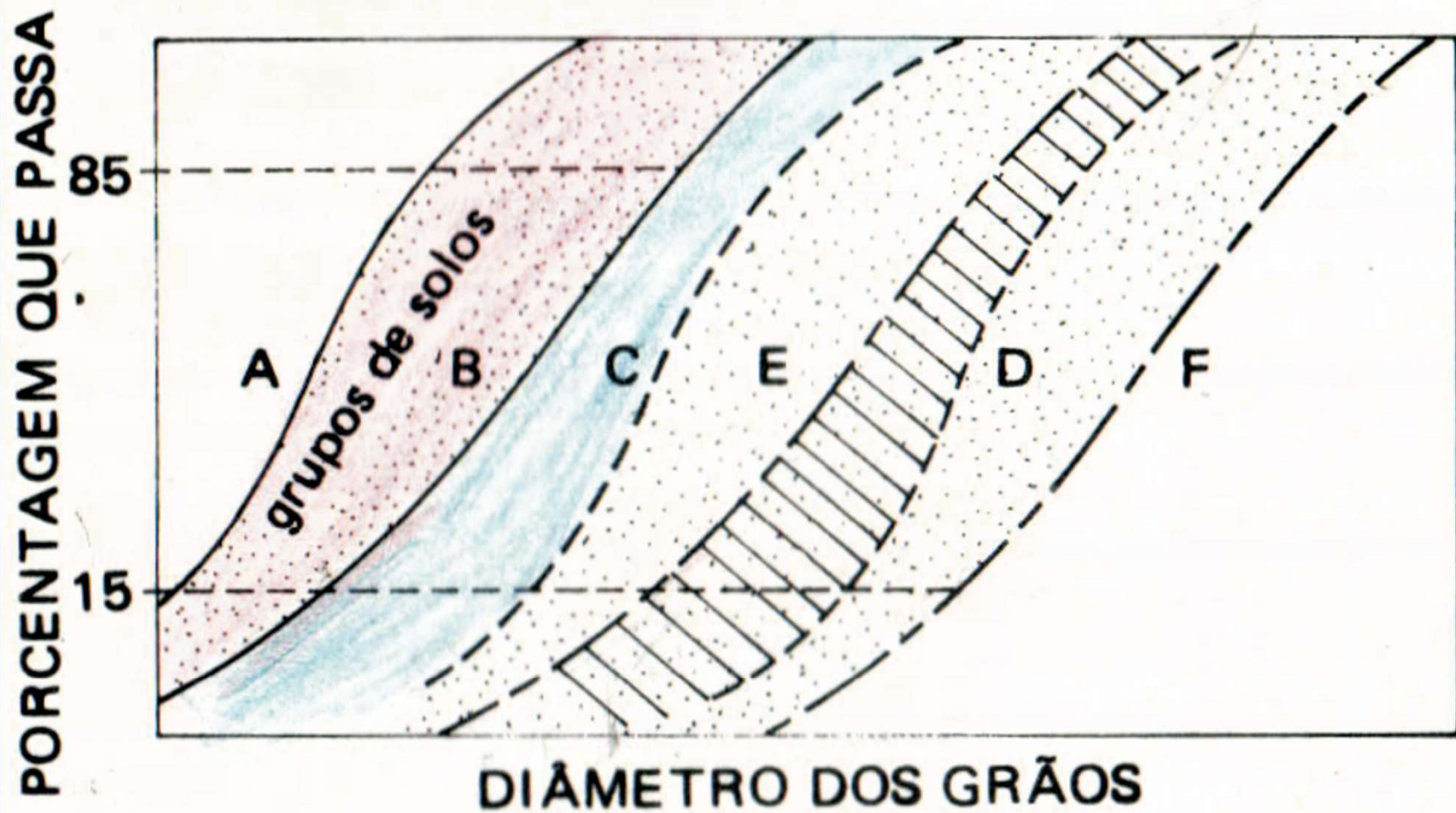


Fig. 2.21 – Faixa granulométrica de filtro adequada para um determinado solo.



**Fig. 2.22** – *Faixa granulométrica de filtro adequada para um grupo de solos.*

# Dreno Profundo Longitudinal

- Os drenos profundos são instalados, preferencialmente com profundidade de 1,50 m;

# Dreno Profundo Longitudinal

Os drenos profundos mais usuais são:

- Projeto tipo DNIT, DPS-01 (Material filtrante e tubo), é indicado nos locais onde a **umidade natural estiver acima da ótima**, porém sem a presença de N.A;

# Dreno Profundo Longitudinal

Os drenos profundos mais usuais são:

- Projeto tipo DNIT, DPS-01 (Material filtrante e tubo), é indicado nos locais onde a umidade natural estiver acima da ótima, porém sem a presença de N.A;
- Projeto tipo DNIT, DPS-07 e DPS-08 (Material drenante, tubo e manta geotextil não tecida envolvendo a vala), **nos locais com presença de N.A.**

# Construção

- Na execução dos drenos profundos, a fiscalização deverá fazer com que a construção esteja de acordo com as especificações de obra;



## Construção

- Na execução dos drenos profundos, a fiscalização deverá fazer com que a construção esteja de acordo com as especificações de obra;
- O dreno profundo deverá ser posicionado, sempre que possível, sob a sarjeta ,o mais distante possível do bordo do pavimento, a fim de evitar futuros abatimentos;

## **Drenagem Profunda - Construção**

- Sempre que na execução de um dreno profundo for encontrada a presença de água, este deverá ser executado com tubo, brita e manta geotêxtil não tecida envolvendo a vala(quando o solo não for coesivo). Caso haja somente presença de umidade o dreno poderá ser construído somente com tubo poroso e areia;

## **Drenagem Profunda - Construção**

- Sempre que na execução de um dreno profundo for encontrada a presença de água, este deverá ser executado com tubo, brita e manta geotêxtil não tecida envolvendo a vala (quando o solo não for coesivo). Caso haja somente presença de umidade o dreno poderá ser construído somente com tubo poroso e areia;
- Nos drenos profundos onde for utilizada areia no preenchimento da vala, ela deverá ser adensada com água em duas etapas (meia vala e vala inteira);

## **Drenagem Profunda - Construção**

- Sempre que na execução de um dreno profundo for encontrada a presença de água, este deverá ser executado com tubo, brita e manta geotêxtil não tecida envolvendo a vala (quando o solo não for coesivo). Caso haja somente presença de umidade o dreno poderá ser construído somente com tubo poroso e areia;
- Nos drenos profundos onde for utilizada areia no preenchimento da vala, ela deverá ser adensada com água em duas etapas (meia vala e vala inteira);
- Quando utilizar tubos de concreto poroso ou perfurado, deverá ser feito o rejuntamento dos tubos com argamassa com traço de 1:3;









10 12:25 AM





















































# DRENO DE PAVIMENTO



# **DRENOS DE PAVIMENTO OU DRENOS SUBSUPERFICIAIS**

**São dispositivos que tem como objetivos, receber as águas drenadas pela camada do pavimento de maior permeabilidade e conduzir até o local de deságue.**



# PERMEABILIDADE

Podemos definir permeabilidade como sendo a propriedade que os solos apresentam de permitir a passagem da água em maior ou menor quantidade.

# PERMEABILIDADE

Um apanhado dos métodos para a determinação da permeabilidade conforme o tipo de solo, feito por K. Terzaghi e R.B. Peck ( 1948), que elaboraram uma tabela de características de permeabilidade e drenagem de um solo, posteriormente atualizado por Casagrande e R.E. Fadum, é apresentado a seguir.

## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	1.0	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
Drenagem	<b>BOA</b>						<b>MÁ</b>		<b>Praticamente Impermeável</b>			

# PERMEABILIDADE

Um apanhado dos métodos para a determinação da permeabilidade conforme o tipo de solo, feito por K. Terzaghi e R.B. Peck ( 1948), que elaboraram uma tabela de características de permeabilidade e drenagem de um solo, posteriormente atualizado por Casagrande e R.E. Fadum, é apresentado a seguir.

## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	1.0	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
Drenagem	<b>BOA</b>						<b>MÁ</b>		<b>Praticamente Impermeável</b>			

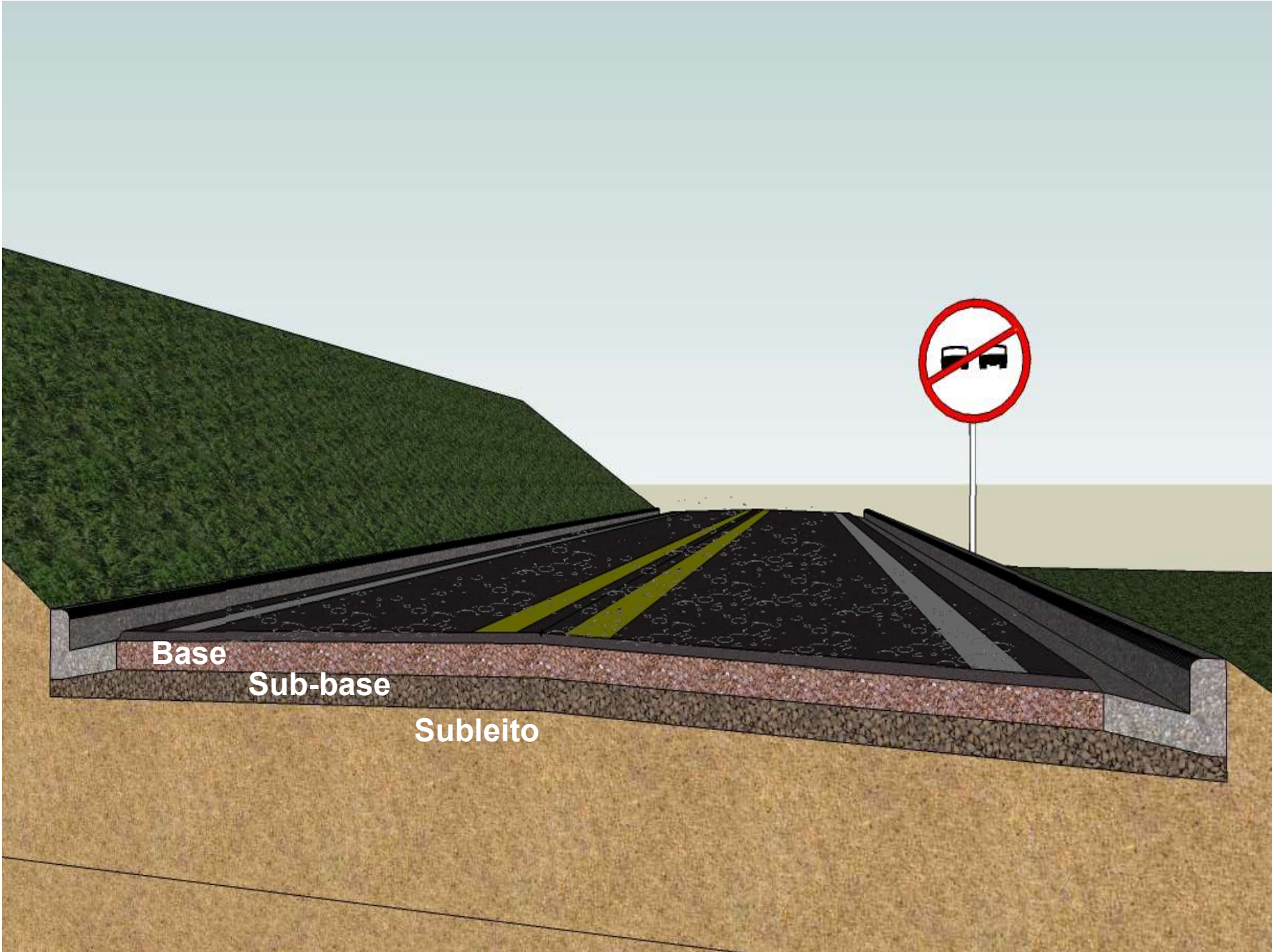
# PERMEABILIDADE

Um apanhado dos métodos para a determinação da permeabilidade conforme o tipo de solo, feito por K. Terzaghi e R.B. Peck ( 1948), que elaboraram uma tabela de características de permeabilidade e drenagem de um solo, posteriormente atualizado por Casagrande e R.E. Fadum, é apresentado a seguir.

## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

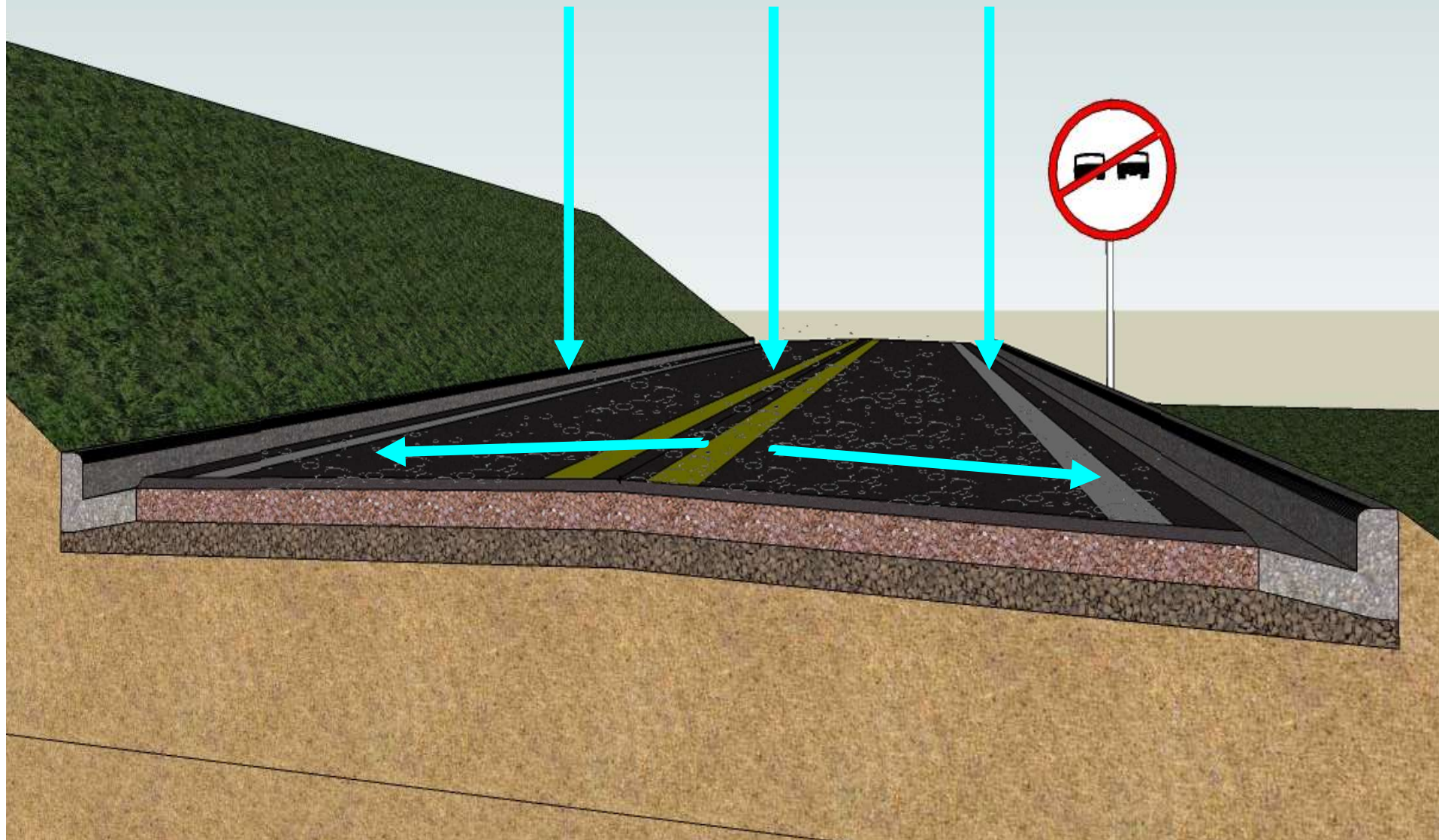
	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	1.0	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
Drenagem	BOA						MÁ		Praticamente Impermeável			





# PAVIMENTO NOVO: REVESTIMENTO IMPERMEÁVEL

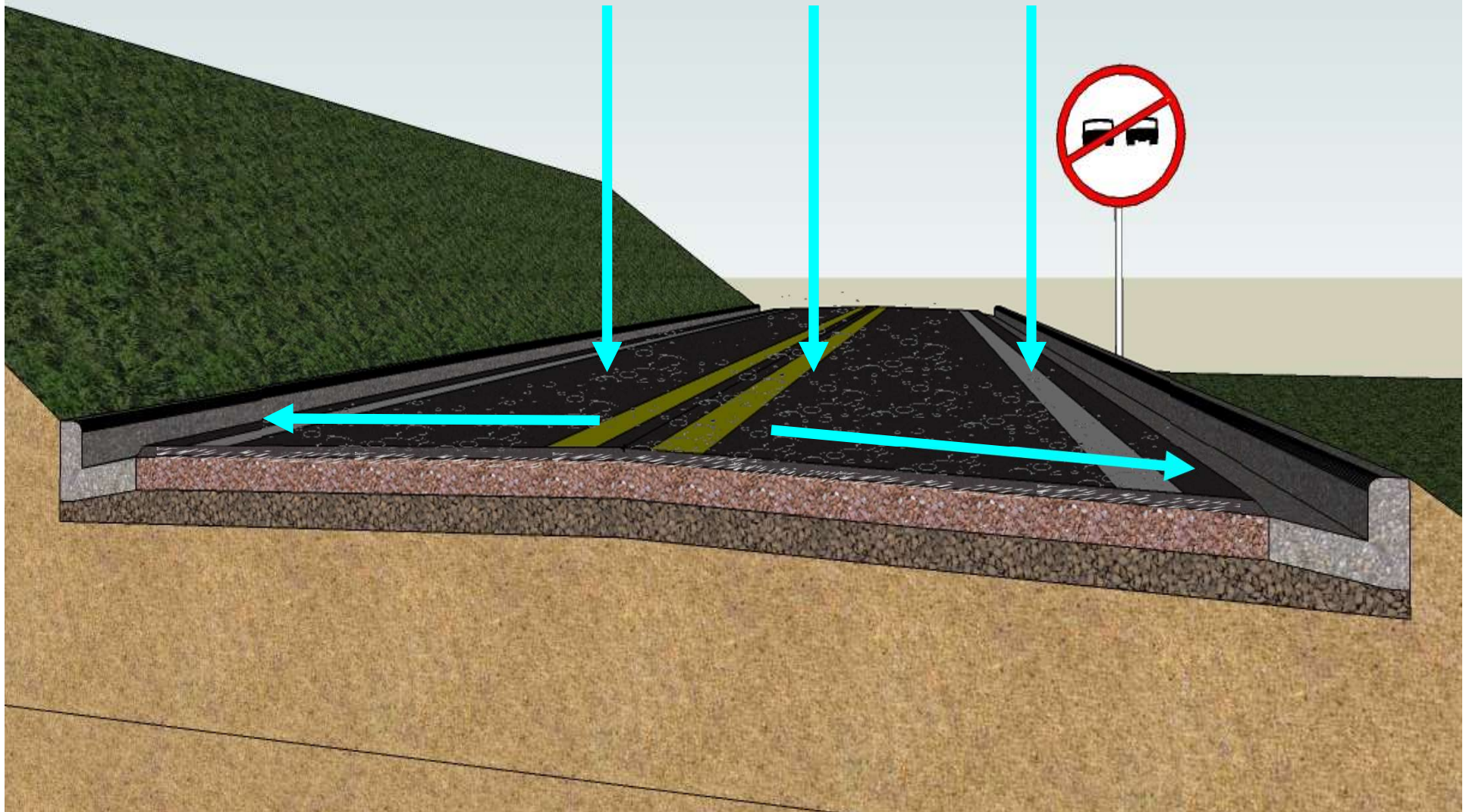
$$K < 10^{-6} \text{ cm/s}$$



# REVESTIMENTO PERMEÁVEL ( a partir do 4º ano de vida)

**BASE IMPERMEÁVEL**

$K < 10^{-6} \text{ cm/s}$



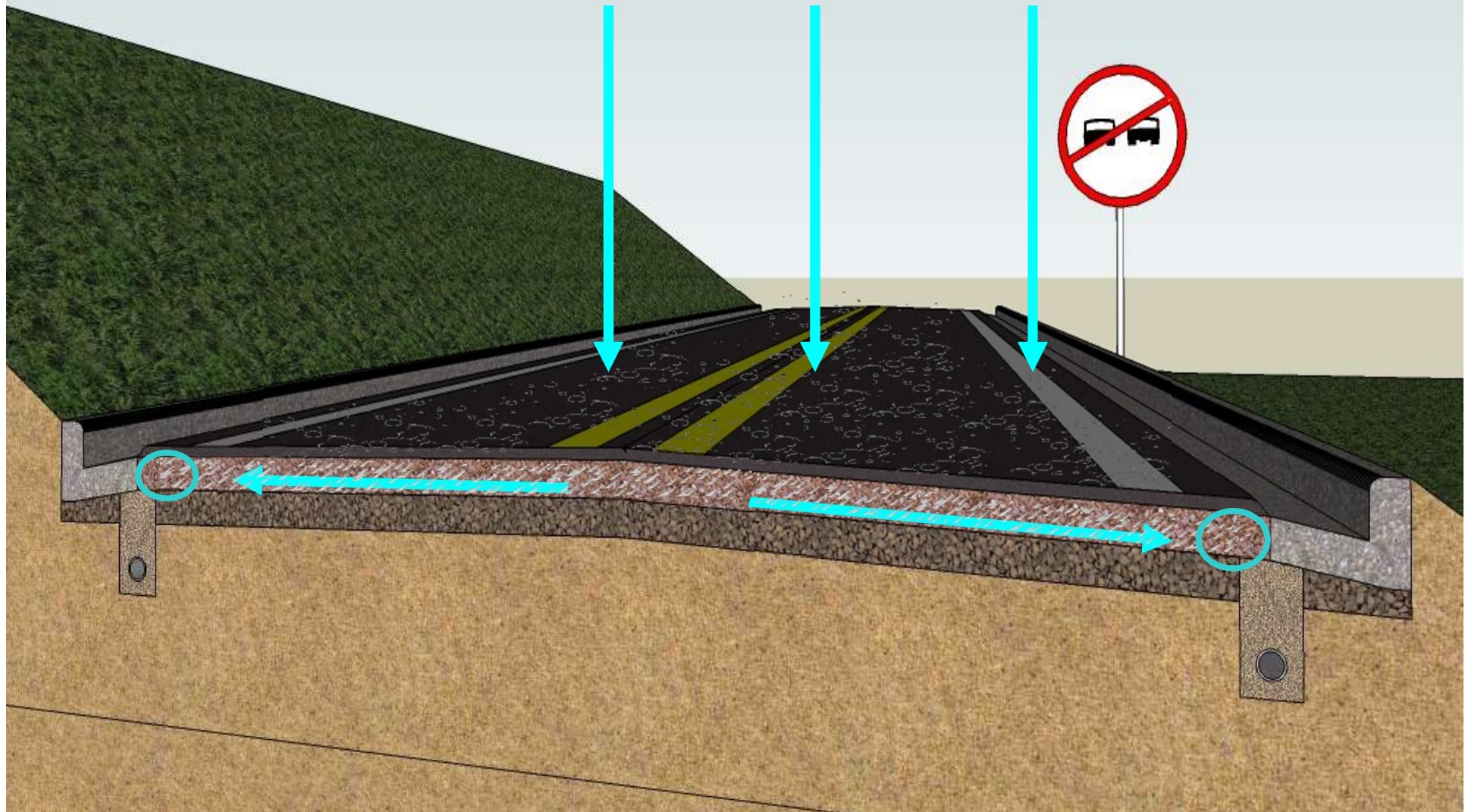


# REVESTIMENTO PERMEÁVEL ( a partir do 4º ano de vida)

**BASE PERMEÁVEL**

$K > 10^{-3} \text{ cm/s}$

**SUB-BASE IMPERMEÁVEL**

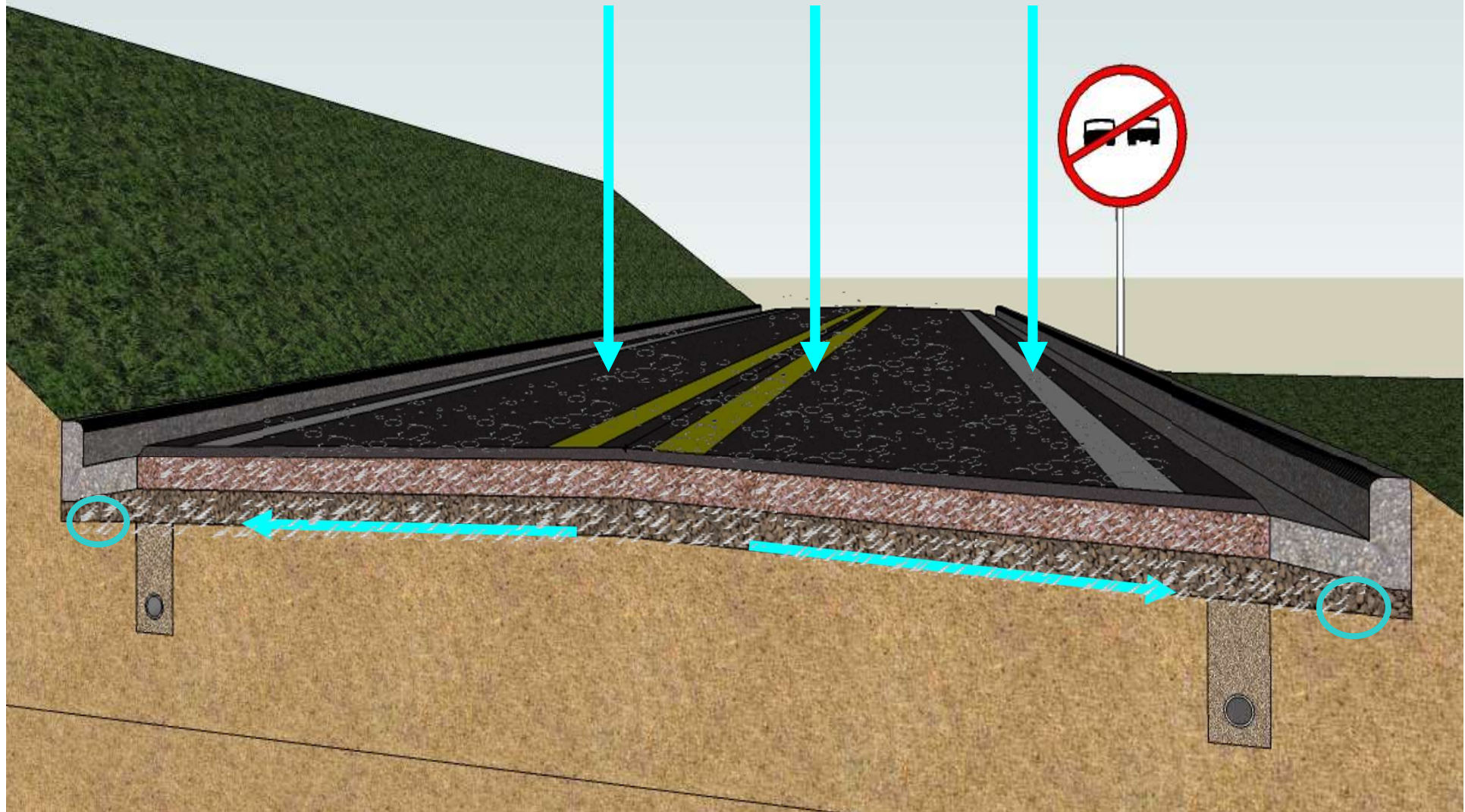


# REVESTIMENTO PERMEÁVEL ( a partir do 4º ano de vida)

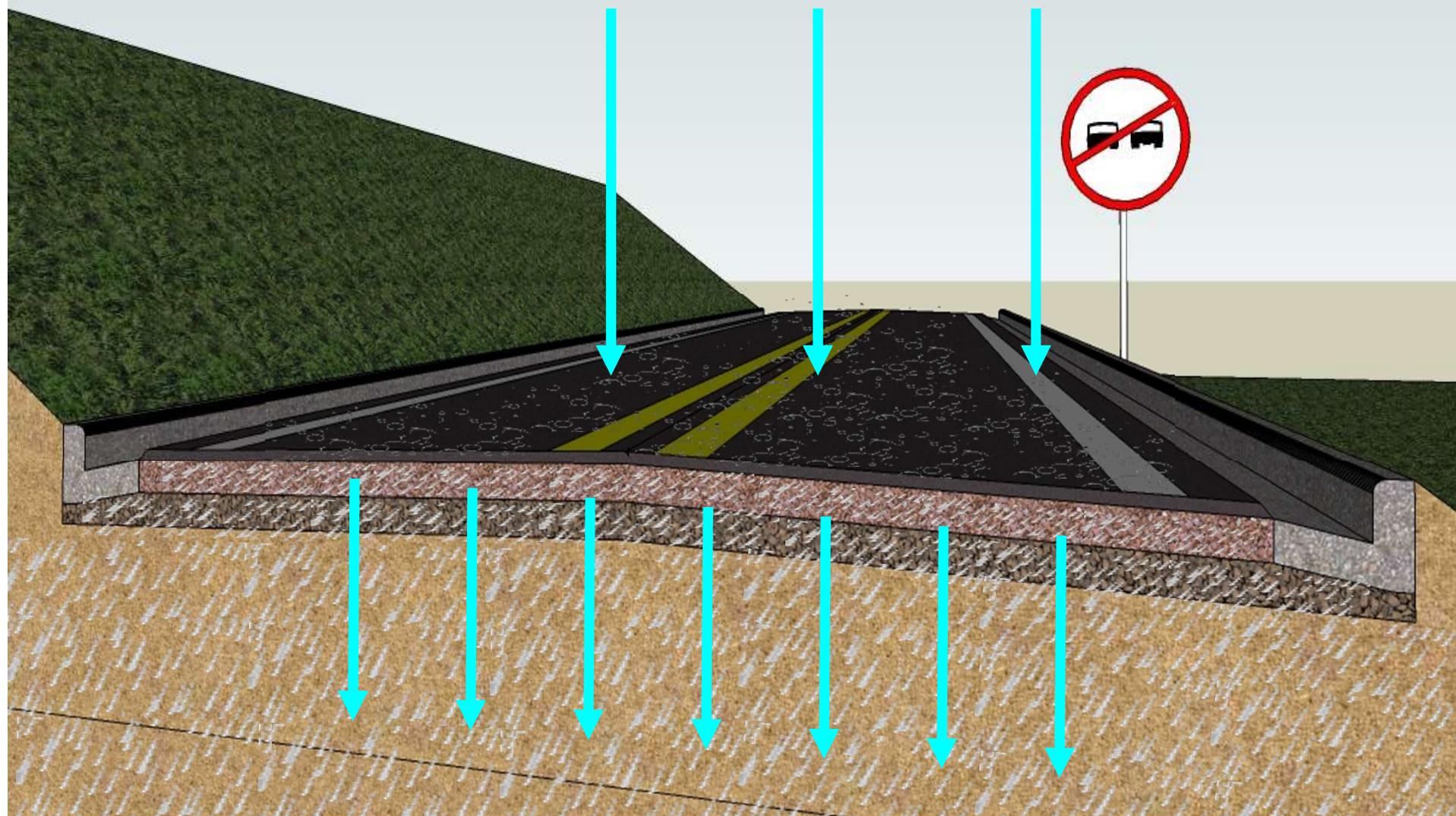
SUB - BASE E BASE PERMEÁVEL

$K > 10^{-3} \text{ cm/s}$

SUBLEITO IMPERMEÁVEL



# TUDO PERMEÁVEL



# **TIPOS DE DRENOS DE PAVIMENTO**

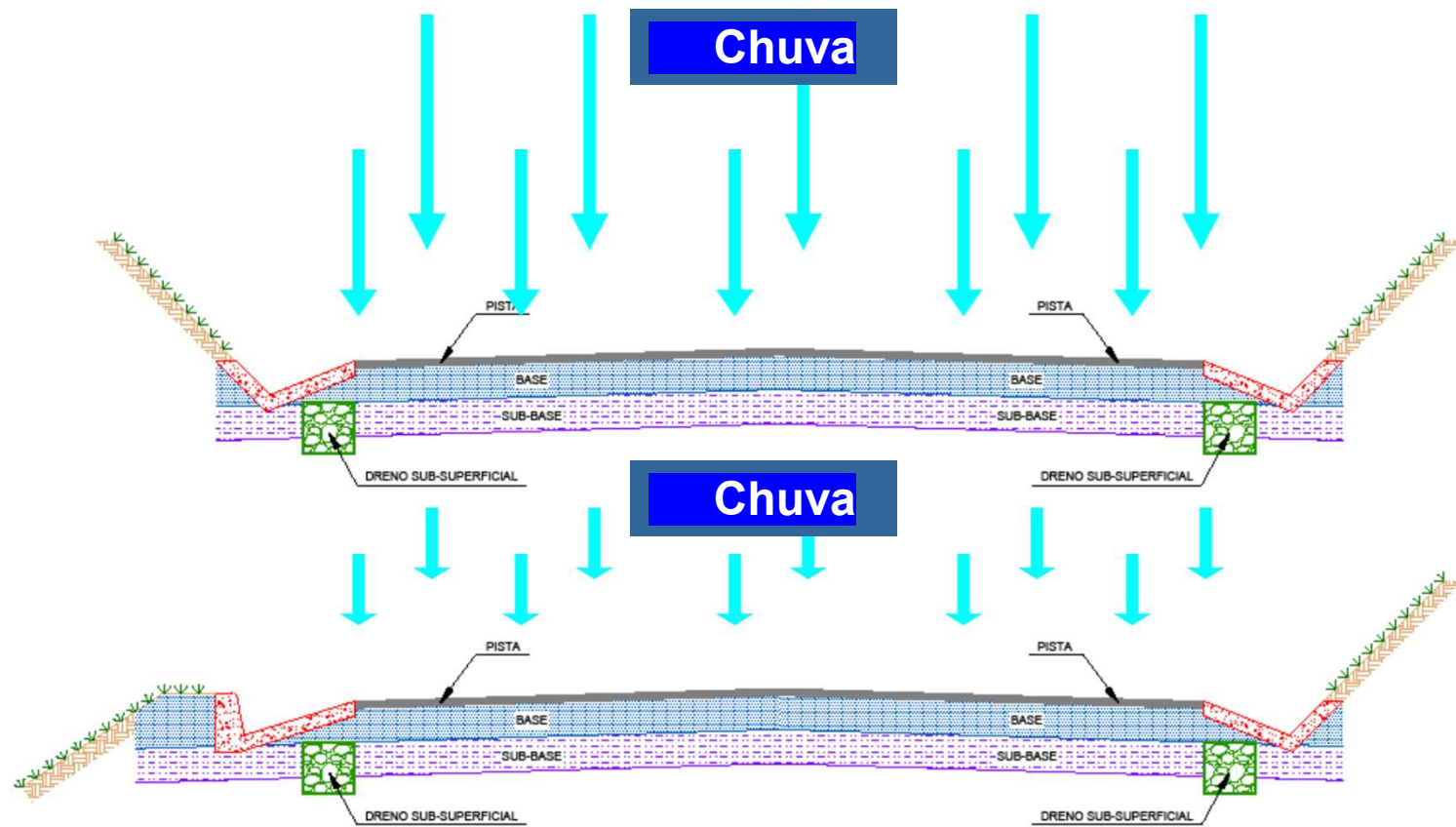
- **DRENOS LATERAIS DE BASE**
- **DRENOS TRANSVERSAIS**

**Dreno Lateral de Base**

**ou**

**Dreno Subsuperficial Longitudinal**

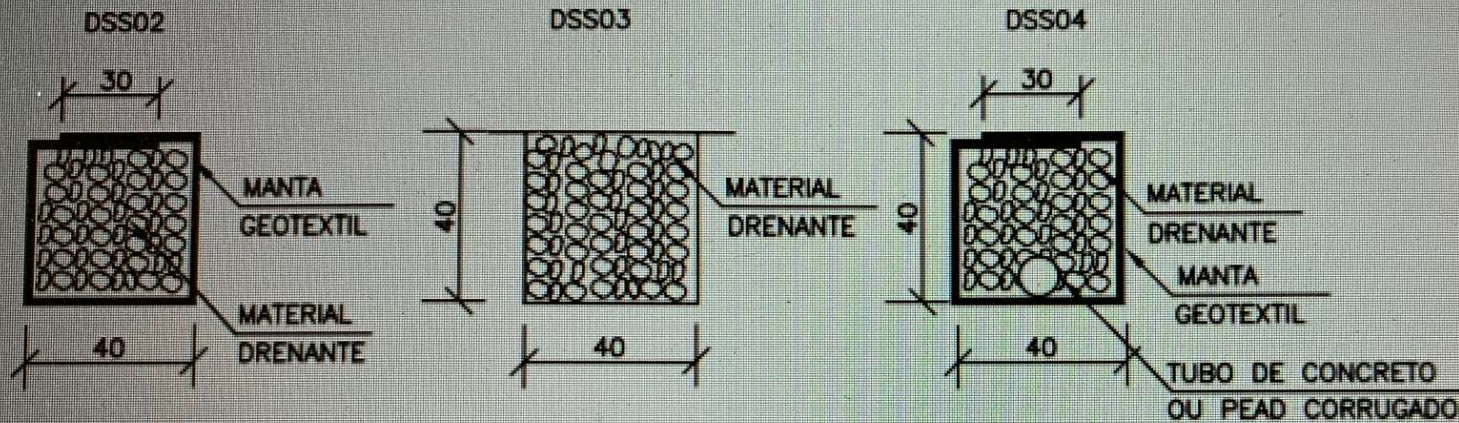
O dreno subsuperficial longitudinal/dreno lateral de base é indicado nos locais onde a solução de pavimento para a camada de base prevê um material com permeabilidade **muito superior** a da camada de sub-base e **esteja confinado** ou quando as camadas de base e sub-base possuem uma permeabilidade muito superior a do subleito e esteja confinado.







# DRENOS SUBSUPERFICIAIS E DETALHES COMPLEMENTARES



CONSUMOS MÉDIOS PARA DRENOS SUB-SUPERFICIAIS					
DISCRIMINAÇÃO	UNID	DSS 01	DSS 02	DSS 03	DSS 04
ESCAVAÇÃO	m <sup>3</sup> /m	0.16	0.16	0.16	0.16
MANTA GEOTEXTIL	m <sup>2</sup> /m	-	2.15	-	2.15
MATERIAL DRENANTE	m <sup>3</sup> /m	-	0.16	0.16	0.16
MATERIAL FILTRANTE	m <sup>3</sup> /m	0.16	-	-	-
TUBO DE CONCRETO OU PEAD CORRUGADO	m /m	1.00	-	-	1.00

DOS DRENOS SUBSUPERFICIAIS

EM ATERROS





**Slide apresentação Eng. Petrucio - Maccaferri**



SP 323, Concessionária Tebe, Bebedouro – SP - 2007



Rodovia Transbrasiliana, Concessionária Via Rondon, Lins – SP - 2011

## PERMEABILIDADE

Um apanhado dos métodos para a determinação da permeabilidade conforme o tipo de solo, feito por K. Terzaghi e R.B. Peck ( 1948), que elaboraram uma tabela de características de permeabilidade e drenagem de um solo, posteriormente atualizado por Casagrande e R.E. Fadum, é apresentado a seguir.

### Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

<b>Drenagem</b>	<b>BOA</b>	<b>MÁ</b>	<b>Praticamente Impermeável</b>
-----------------	------------	-----------	-------------------------------------

EMPREITEIRA: -	PROFUNDIDADE: -
OBRA: [REDACTED]	CLASSIFICAÇÃO: REVESTIMENTO
BR 495	PROCEDÊNCIA: ESTACA 1527+10 PD
SUB-TRECHO: -	REGISTRO: -
FURO: -	OPERADOR: WARLEY

ENERGIA DE COMPACTAÇÃO			
PROCTOR		NORMAL	
Coluna d'água	cm	49,1	-
Grad.Hidrau	l	5,4	-
Bureta Nº.		1	
Diâmetro	cm	2,54	-
Área	cm <sup>2</sup>	5,07	a
Corpo de Prova		-	
Comprimento	cm	9,10	L
Área	cm <sup>2</sup>	120,76	A
Peso	cm	2553	Pn

CONSTANTE DO ENSAIO	cm	-	$2,3 \times \frac{axL}{A}$
DENSIDADE REAL DOS GRÃOS	g/cm <sup>3</sup>	-	$\bar{\rho}$
ÍNDICE DE VAZIOS MÁXIMO	-	-	e min
ÍNDICE DE VAZIOS MÍNIMO	-	-	e max
VOLUME DO CORPO DE PROVA	cm <sup>3</sup>	1048	V = L x A
DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO	g/cm <sup>3</sup>	2,436	$\rho_u$
DENSIDADE DO SOLO SECO	g/cm <sup>3</sup>	2,436	$\rho_s$
UMIDADE HOTIMA	%	0,0	-
ÍNDICE DE VAZIOS	%		$e_u = \frac{\rho_u}{\rho_s} - 1$
GRAU DE COMPACTAÇÃO	%	100,0	RELAÇÃO AO PN

Hora de Leitura	Tempo "t" Seg	Leitura da Bureta	Altura Inicial	Altura Final	$h_0/h_1$	$\log \frac{h_0}{h_1}$	Coeficiente de Permeabilidade "K <sub>T</sub> " cm/seg	Temperatura "T" °C	Coef. de Correção "Ck"	Coeficiente de Permeabilidade "K <sub>20</sub> " cm/seg
			"h <sub>0</sub> " cm	"h <sub>1</sub> " cm						
			59,1							
	118900	1,0	59,1	58,1	1,01721	0,007411	0,000000055	23,0	0,930	5,10 X 10 <sup>-8</sup>
	18600	0,2	58,1	57,9	1,00345	0,001498	0,000000071	23,0	0,930	6,58 X 10 <sup>-8</sup>
	72000	0,4	57,9	57,5	1,00696	0,003011	0,000000037	23,0	0,930	3,42 X 10 <sup>-8</sup>
	81000	0,2	57,5	57,3	1,00349	0,001513	0,000000016	23,0	0,930	1,53 X 10 <sup>-8</sup>

RESULTADO DO ENSAIO DE PERMEABILIDADE					
KT =	0,000000045	$\frac{2,3 axL}{A \Delta t} \log \frac{h_0}{h_1}$	K <sub>20</sub>	4,16 x 10 <sup>-8</sup>	$C_k K_T$

TABELA DE RELAÇÃO DE CORREÇÃO NA TEMPERATURA DE ENSAIO E A VISCOSIDADE DA ÁGUA A 20 °C																			
TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C	TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C	TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C	TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C	TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C	TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C	TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C	TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C	TEMP °C	R <sub>T</sub> 20 °C		
20	1,000	21	0,975	22	0,952	23	0,930	24	0,908	25	0,887	26	0,867	27	0,847	28	0,828	29,0	0,811
20,1	0,998	21,1	0,973	22,1	0,950	23,1	0,928	24,1	0,906	25,1	0,885	26,1	0,865	27,1	0,845	28,1	0,826	29,1	0,809
20,2	0,995	21,2	0,971	22,2	0,948	23,2	0,926	24,2	0,904	25,2	0,883	26,2	0,863	27,2	0,843	28,2	0,825	29,2	0,807
20,3	0,993	21,3	0,968	22,3	0,945	23,3	0,923	24,3	0,902	25,3	0,881	26,3	0,861	27,3	0,841	28,3	0,823	29,3	0,806
20,4	0,991	21,4	0,966	22,4	0,943	23,4	0,921	24,4	0,900	25,4	0,879	26,4	0,859	27,4	0,839	28,4	0,821	29,4	0,804
20,5	0,989	21,5	0,964	22,5	0,941	23,5	0,919	24,5	0,898	25,5	0,877	26,5	0,857	27,5	0,838	28,5	0,820	29,5	0,802
20,6	0,986	21,6	0,961	22,6	0,939	23,6	0,917	24,6	0,895	25,6	0,875	26,6	0,855	27,6	0,836	28,6	0,818	29,6	0,800
20,7	0,984	21,7	0,959	22,7	0,937	23,7	0,915	24,7	0,893	25,7	0,873	26,7	0,853	27,7	0,834	28,7	0,816	29,7	0,798
20,8	0,982	21,8	0,957	22,8	0,934	23,8	0,912	24,8	0,891	25,8	0,871	26,8	0,851	27,8	0,832	28,8	0,814	29,8	0,797
20,9	0,979	21,9	0,954	22,9	0,932	23,9	0,910	24,9	0,889	25,9	0,869	26,9	0,849	27,9	0,830	28,9	0,813	29,9	0,795

**CBUQ**

## Permeabilidade

Revestimento - CBUQ

$4,16 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$



# Permeabilidade

Revestimento - CBUQ

$4,16 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$

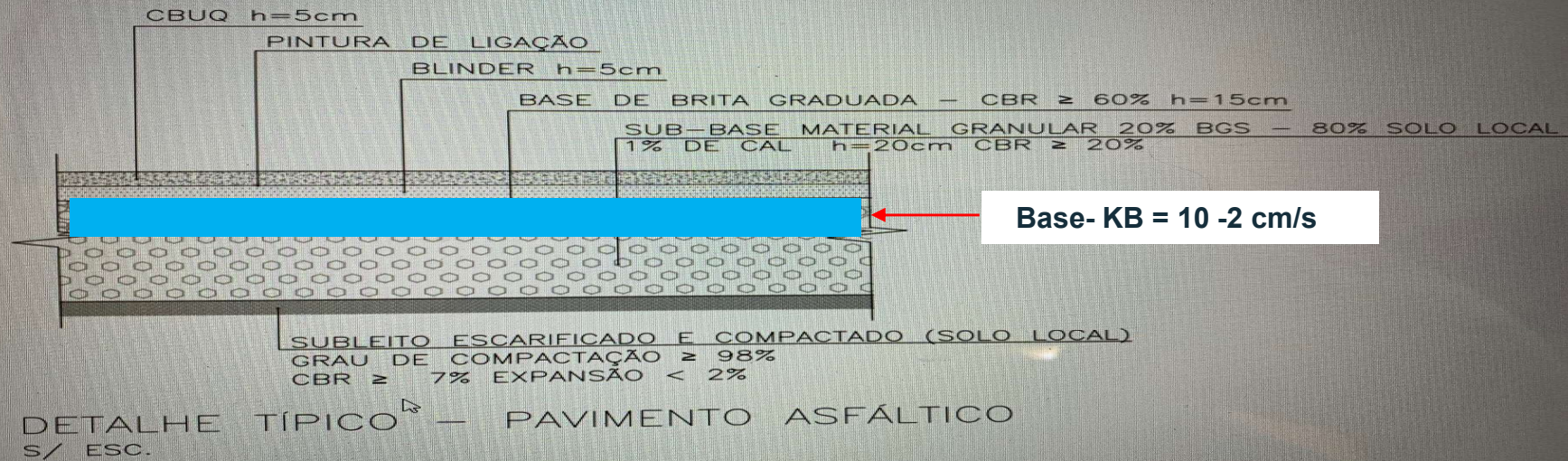
## COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE K (cm/s)

	$10^2$	$10^1$	1	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$
DRENAGEM	BOA PERMEABILIDADE					MÁ PERMEABILIDADE			PRATICAMENTE IMPERMEÁVEL			
	BRITA 5	BRITA 1		AREIA GROSSA		AREIA FINA		SILTE		ARGILA		



**Dreno de Pavimento**  
**Hipótesis para Implantar**

## HIPOTESE - 1

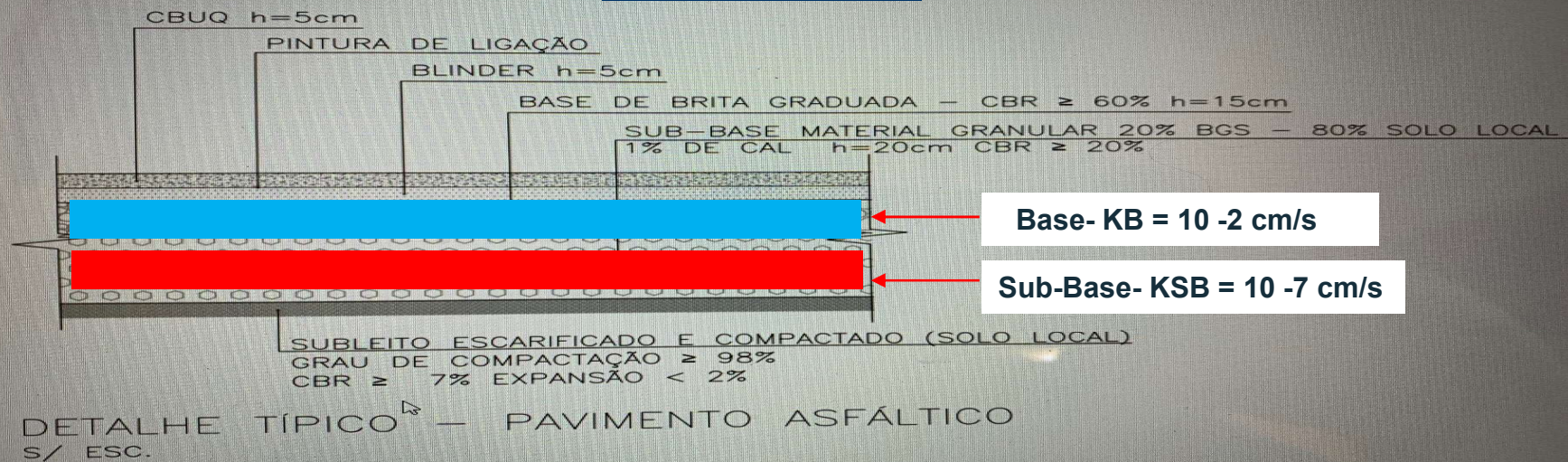


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   **$10^{-2}$**   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

## HIPOTESE - 1

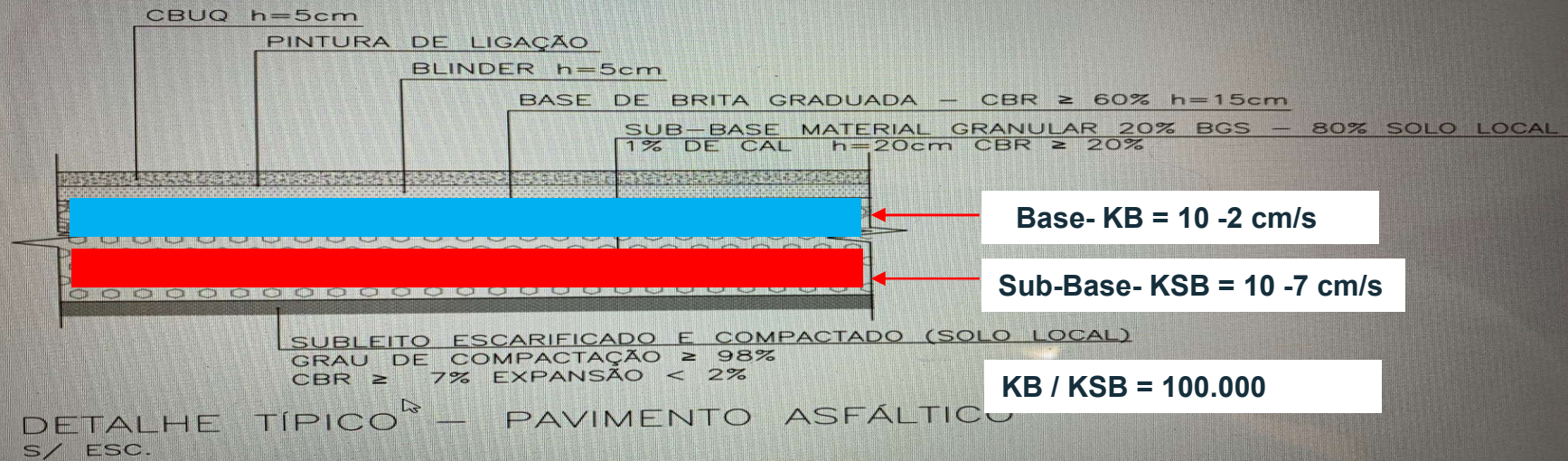


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

# HIPOTESE - 1

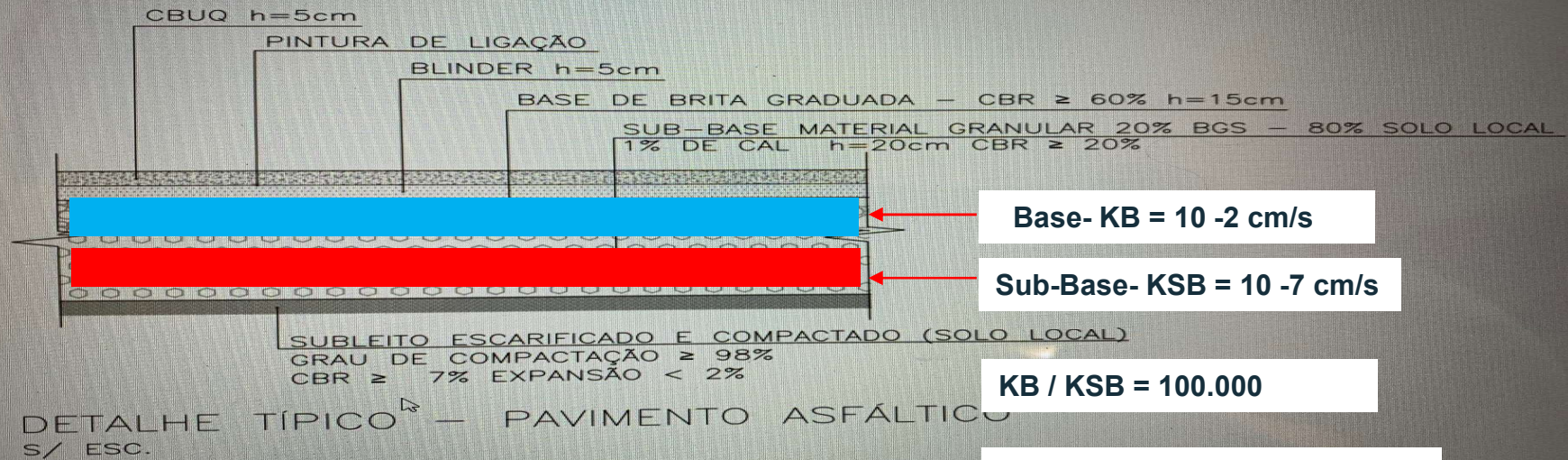


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

# HIPOTESE - 1



## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   **$10^{-2}$**   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   **$10^{-7}$**   $10^{-8}$   $10^{-9}$

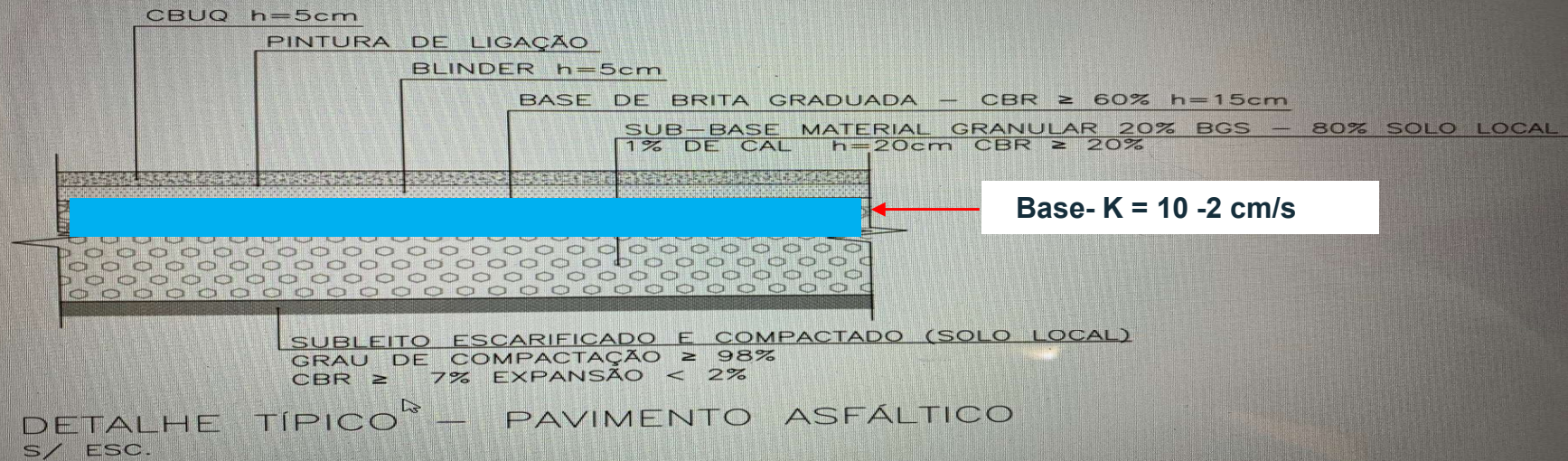
Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

Base

**Precisa de dreno**

Sub-Base

## HIPOTESE - 2



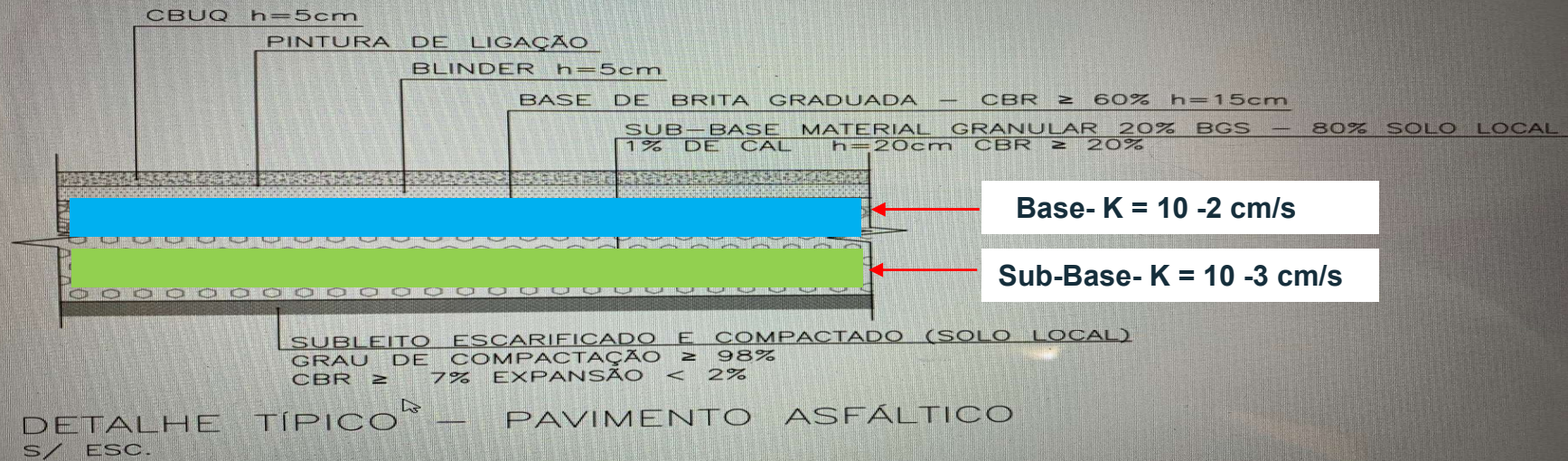
## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   **$10^{-2}$**   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------



## HIPOTESE - 2

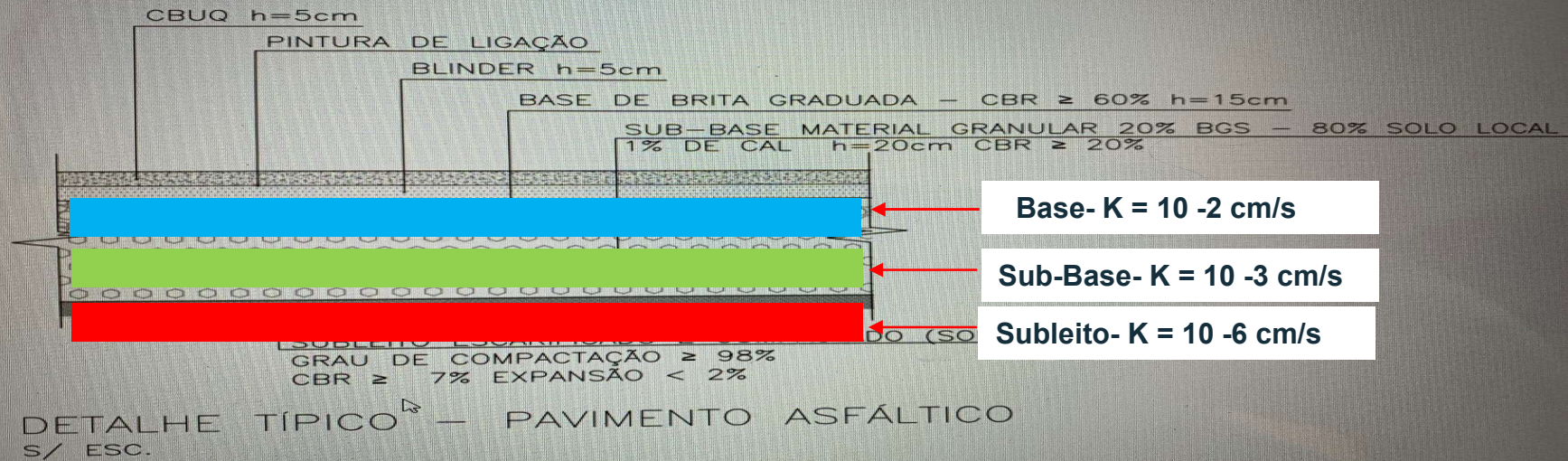


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável

## HIPOTESE - 2

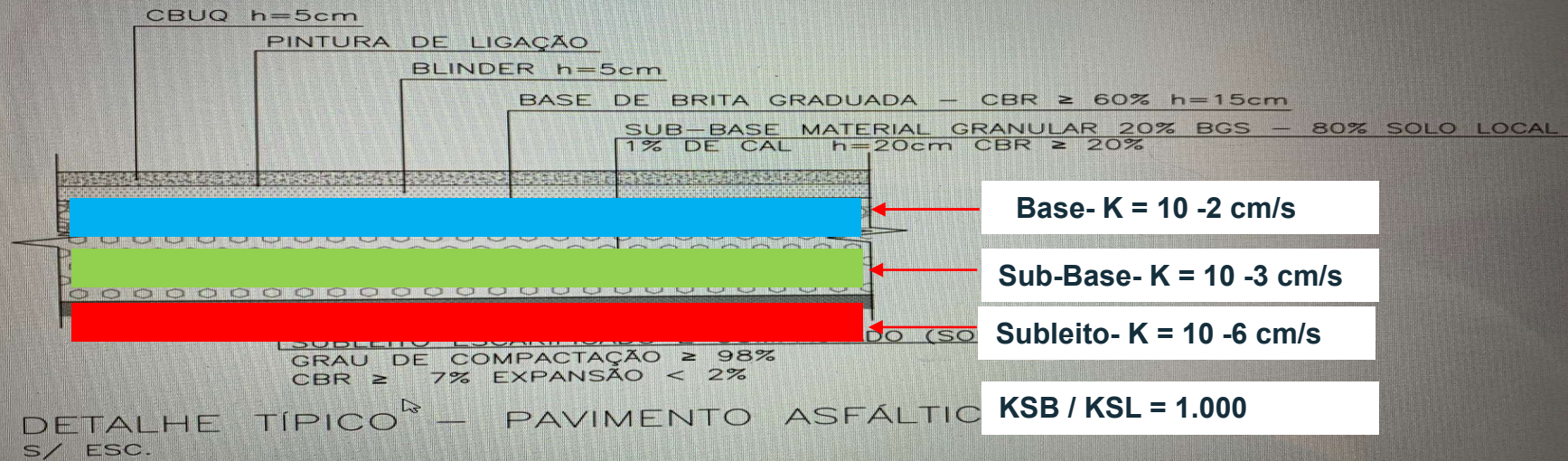


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável

## HIPOTESE - 2

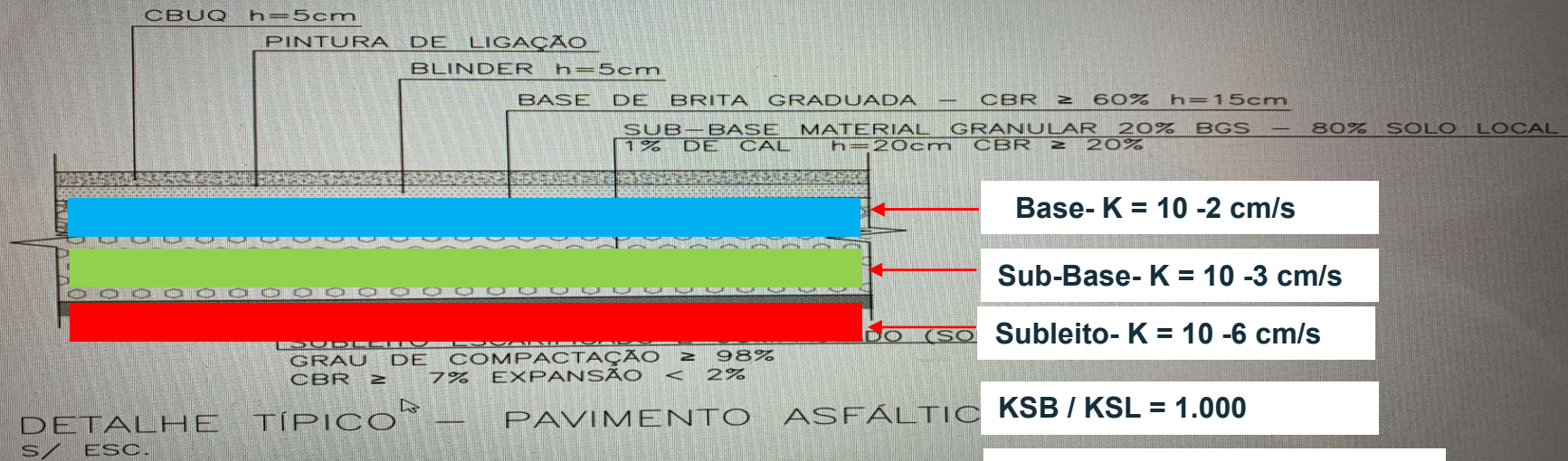


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

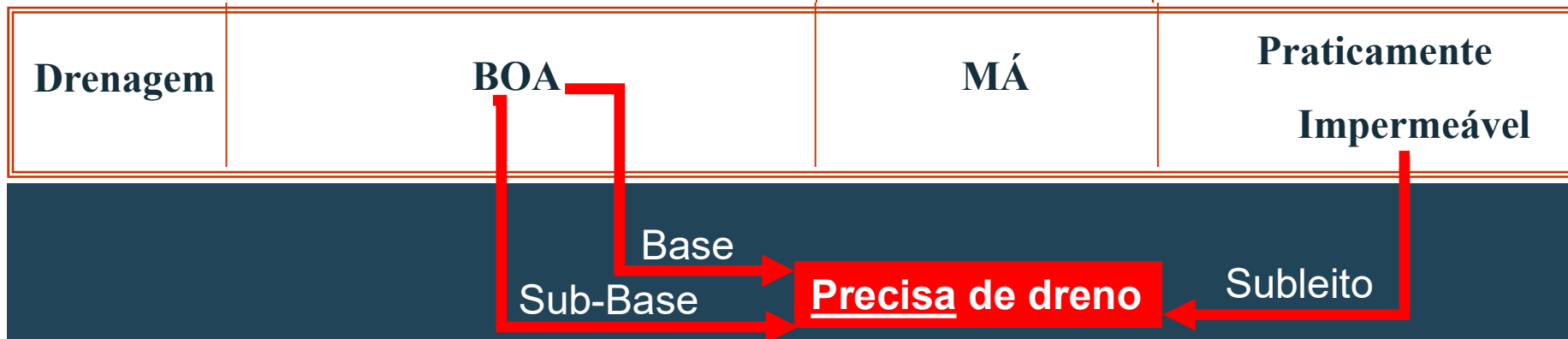
Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável

## HIPOTESE - 2



## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

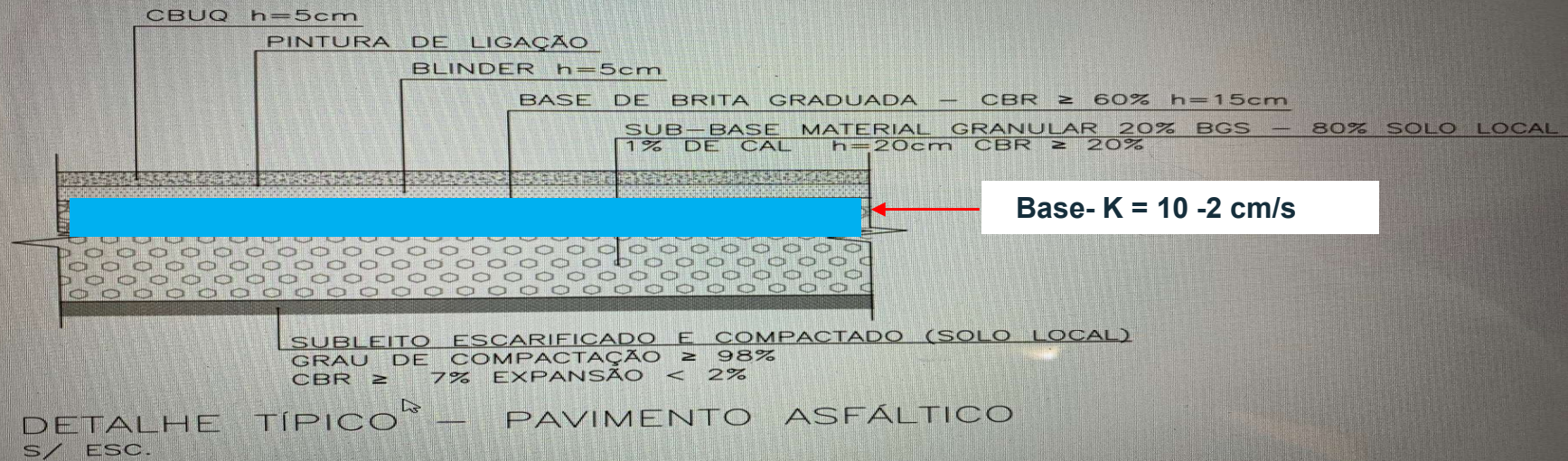
$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$



## Dreno de Pavimento

Hipóteses para **não** Implantar

## HIPOTESE - 1

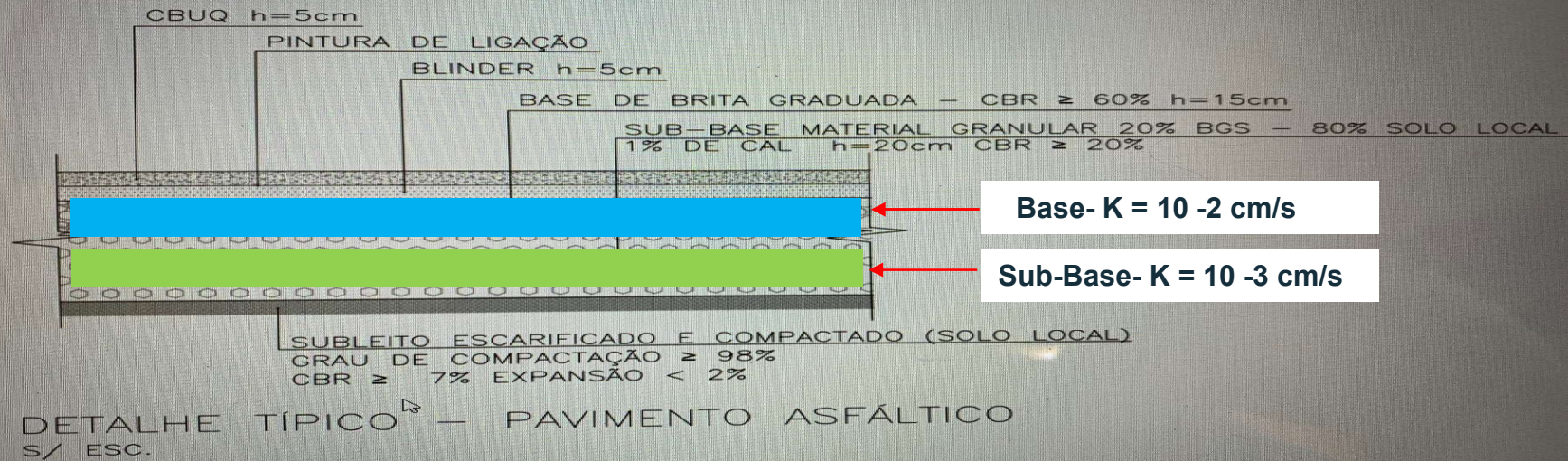


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   **$10^{-2}$**   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

# HIPOTESE - 1

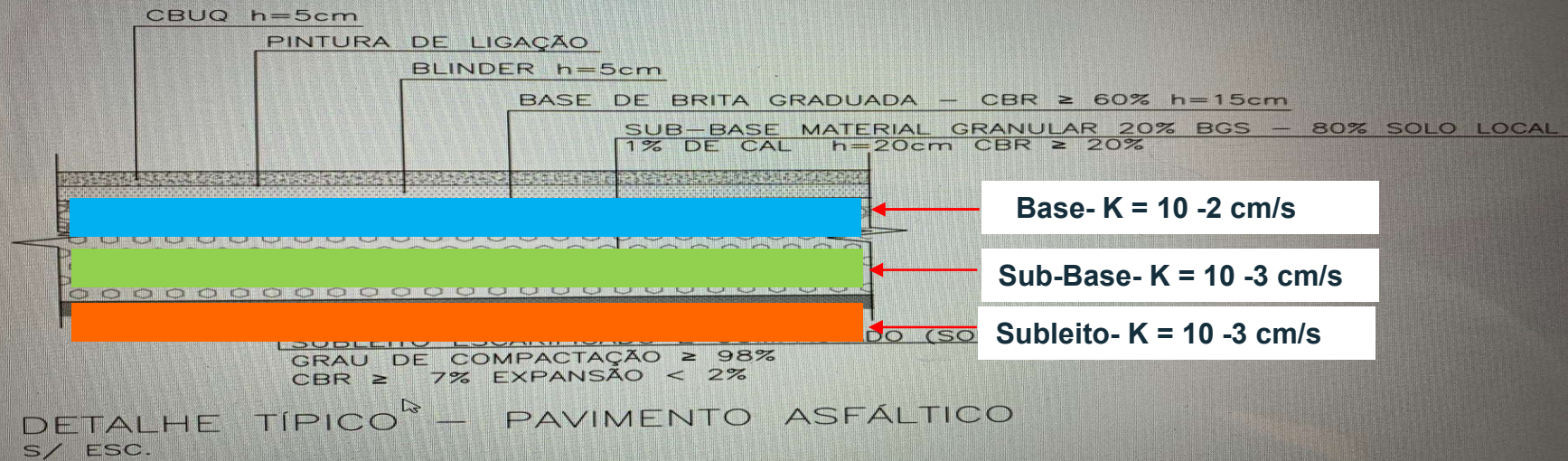


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

10<sup>2</sup> 10<sup>1</sup> 1.0 10<sup>-1</sup> 10<sup>-2</sup> 10<sup>-3</sup> 10<sup>-4</sup> 10<sup>-5</sup> 10<sup>-6</sup> 10<sup>-7</sup> 10<sup>-8</sup> 10<sup>-9</sup>

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

# HIPOTESE - 1



## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

10<sup>2</sup> 10<sup>1</sup> 1.0 10<sup>-1</sup> 10<sup>-2</sup> 10<sup>-3</sup> 10<sup>-4</sup> 10<sup>-5</sup> 10<sup>-6</sup> 10<sup>-7</sup> 10<sup>-8</sup> 10<sup>-9</sup>

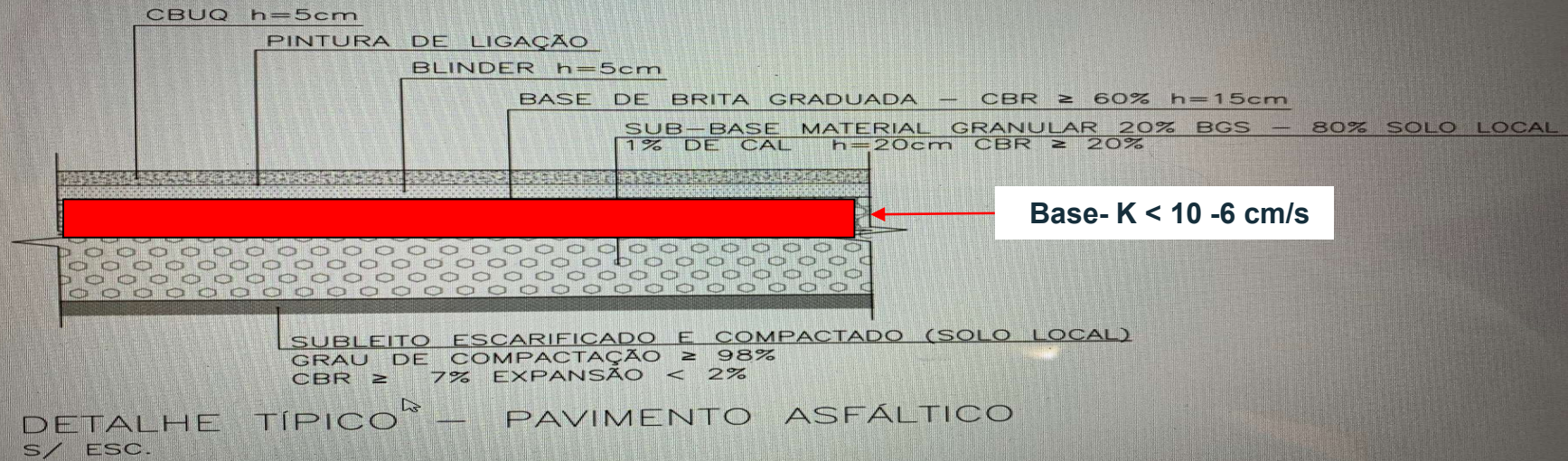
Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

Base  
 Sub-Base  
 Subleito

**NÃO Precisa de dreno**



## HIPOTESE - 2

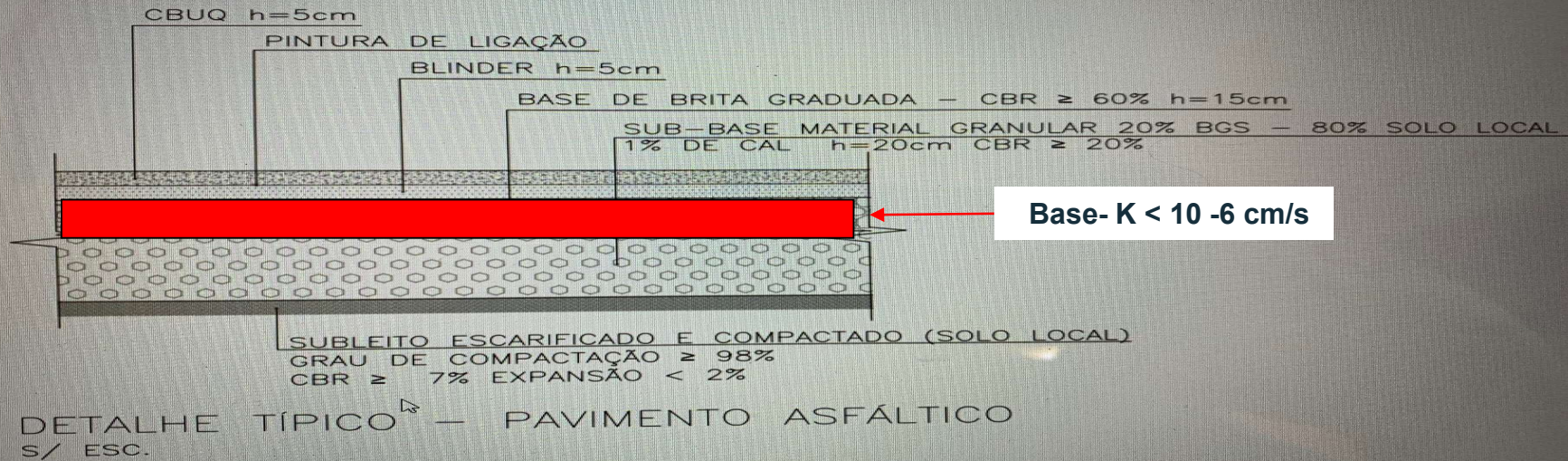


## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   **$10^{-6}$**   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

## HIPOTESE - 2



## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

10<sup>2</sup> 10<sup>1</sup> 1.0 10<sup>-1</sup> 10<sup>-2</sup> 10<sup>-3</sup> 10<sup>-4</sup> 10<sup>-5</sup> 10<sup>-6</sup> 10<sup>-7</sup> 10<sup>-8</sup> 10<sup>-9</sup>

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

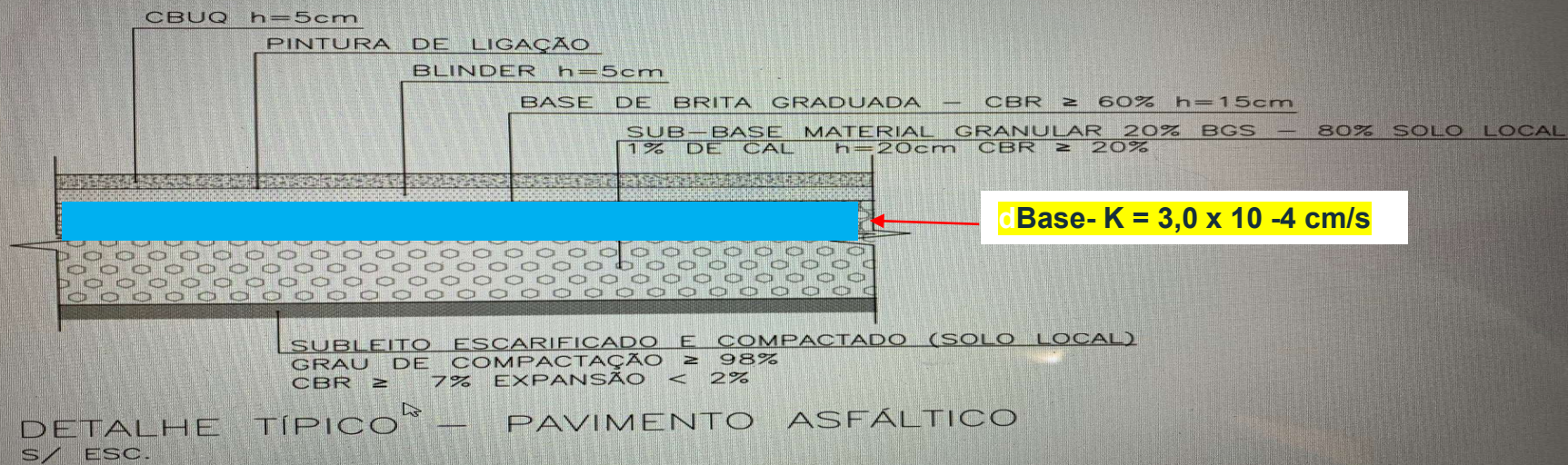
**NÃO** precisa de dreno



## Dreno de Pavimento

**Quando não utilizar o material  
na Base do Pavimento**

# HIPOTESE



## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

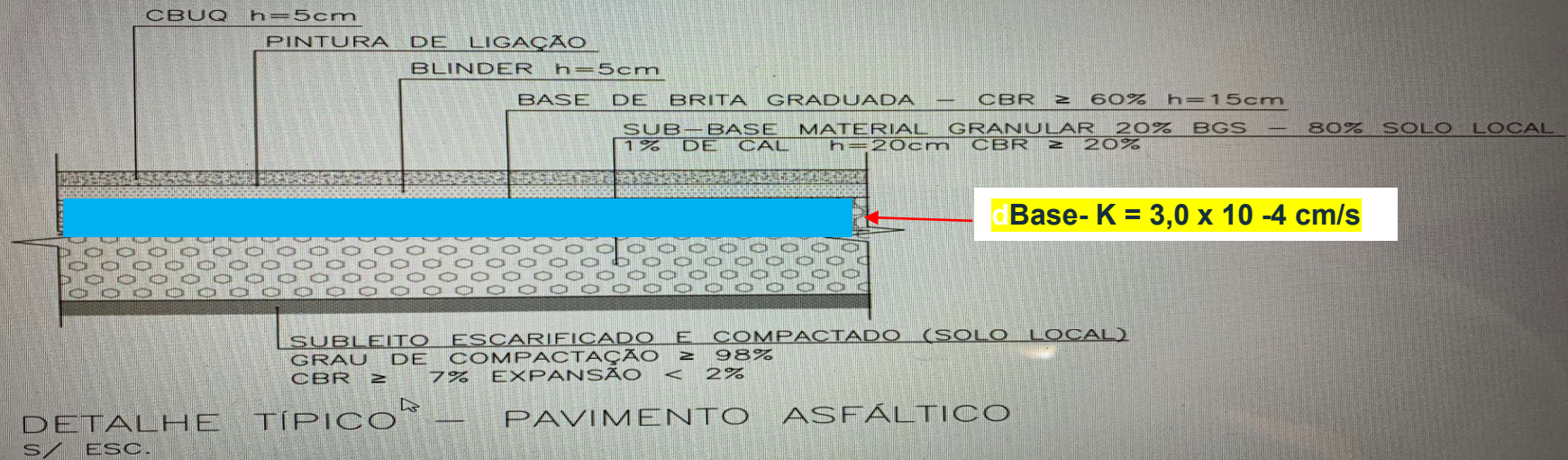
10<sup>2</sup> 10<sup>1</sup> 1.0 10<sup>-1</sup> 10<sup>-2</sup> 10<sup>-3</sup> 10<sup>-4</sup> 10<sup>-5</sup> 10<sup>-6</sup> 10<sup>-7</sup> 10<sup>-8</sup> 10<sup>-9</sup>

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------



??????????????

# HIPOTESE



## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   **$10^{-4}$**   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

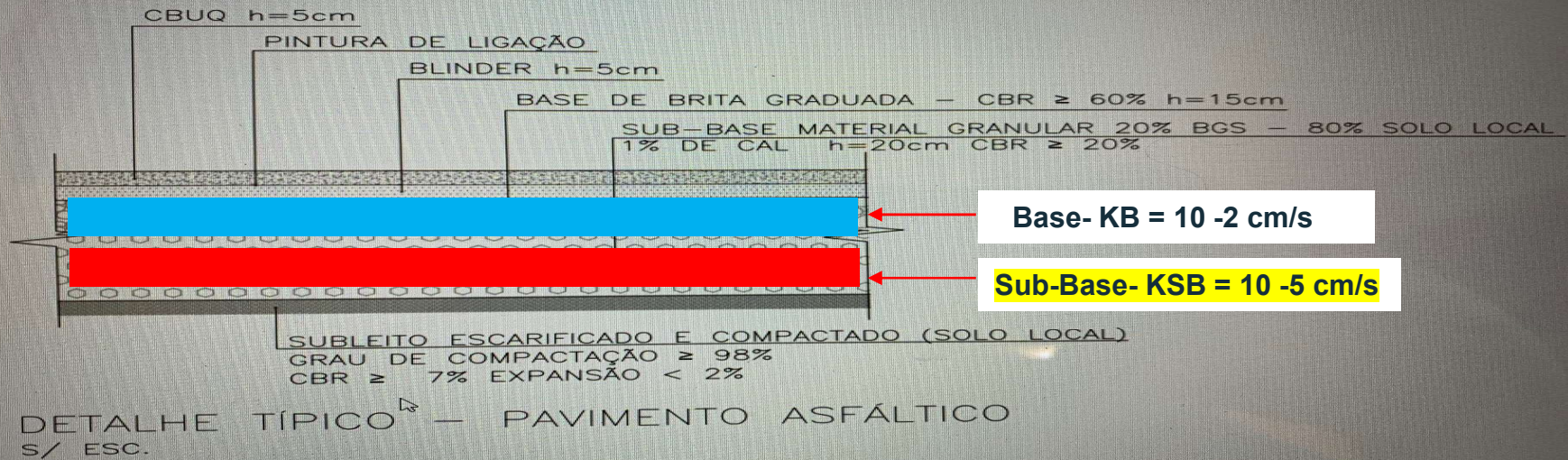
**Não utilizar na Base**

**NUNCA**

## Dreno de Pavimento

**Quando não utilizar o material  
na Sub-Base do Pavimento**

# HIPOTESE - 1



## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

**Não utilizar na Sub-Base**

**NUNCA**



# PERMEABILIDADE

Um apanhado dos métodos para a determinação da permeabilidade conforme o tipo de solo, feito por K. Terzaghi e R.B. Peck ( 1948), que elaboraram uma tabela de características de permeabilidade e drenagem de um solo, posteriormente atualizado por Casagrande e R.E. Fadum, é apresentado a seguir.

## Coeficiente de permeabilidade K ( cm/s)

$10^2$   $10^1$  1.0  $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$   $10^{-4}$   $10^{-5}$   $10^{-6}$   $10^{-7}$   $10^{-8}$   $10^{-9}$

Drenagem	BOA	MÁ	Praticamente Impermeável
----------	-----	----	--------------------------

Precisa de dreno

Não utilizar na Base.  
Não utilizar na sub-base,  
quando a Base apresentar  
boa permeabilidade

NÃO precisa de dreno



# Percolação Superficial Através do Revestimento











21 8:02 PM





# Infiltração Lateral

















# Água confinada no bordo pela vegetação

**Kanaflex**<sup>®</sup>  
S/A INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS

**ADS**   
**TIGRE**

**MACCAFERRI**









# Solução







**Solução?**







# **Presença de Lençol Freático**

**(Dreno Profundo Longitudinal)**









## Estudo de Caso









**Abrir Janela**



**Abrir Janela**

**Coleta dos materiais e ensaio de permeabilidade**



**Abrir Janela**

**Coleta dos materiais e ensaio de permeabilidade**

**Umidade natural: 1,0m abaixo da cota do subleito**







## Dreno de Pavimento - Geocomposto





**Corte da vala**



**Corte da vala**



**Corte da vala**



**Instalando o MacDrain**



**Areia na vala**







# Drenos Transversais

# LOCALIZAÇÃO

## Drenos Transversais:

Locais indicados para sua utilização:

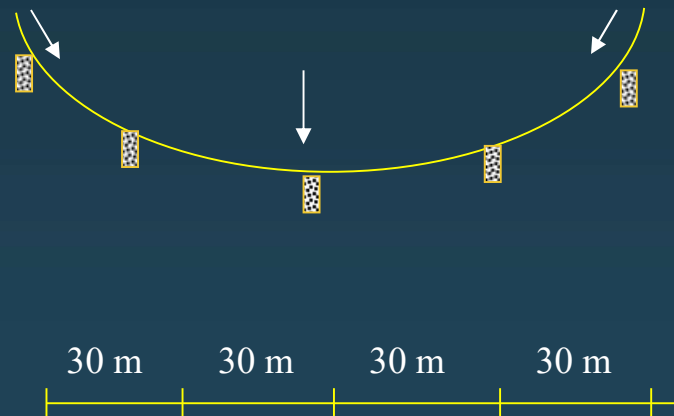
1. Pontos baixos de curvas verticais côncavas;
2. Próximo às pontes.
3. Em locais onde existem águas acumuladas nas bases permeáveis(sangrias). Situações encontradas nas restaurações de pavimentos;

# Pontos Baixos de Curvas Verticais Côncavas

# LOCALIZAÇÃO

## DRENOS TRANSVERSAIS

### Pontos baixos de curvas verticais côncavas



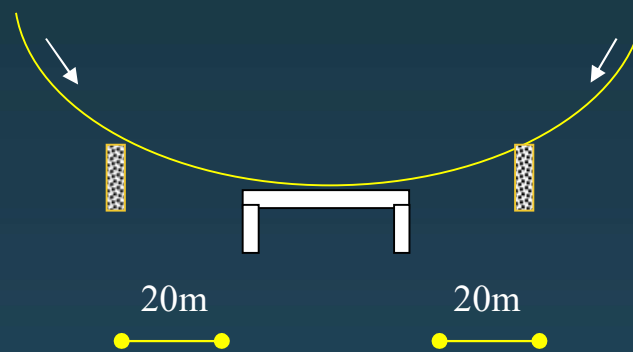




# LOCALIZAÇÃO

## DRENOS TRANSVERSAIS

Próximo às pontes.







**Locais onde existem águas acumuladas nas bases permeáveis(sangrias)**

**Situações encontradas nas restaurações de pavimentos**









# Manutenção de Dreno Profundo e de Pavimento



A manutenção dos **drenos profundos longitudinais** e **drenos de pavimento** deverá ser feita anualmente limpando, desobstruindo os terminais para garantir o perfeito escoamento d'água.













# **Restauração do Pavimento**

## **Cuidados no Processo Construtivo**









**Cuidados nos Serviços  
de  
Conservação e Manutenção**













# Colchão Drenante



**O colchão drenante tem como objetivo drenar as águas existentes situadas à pequena profundidade do corpo estradal.**

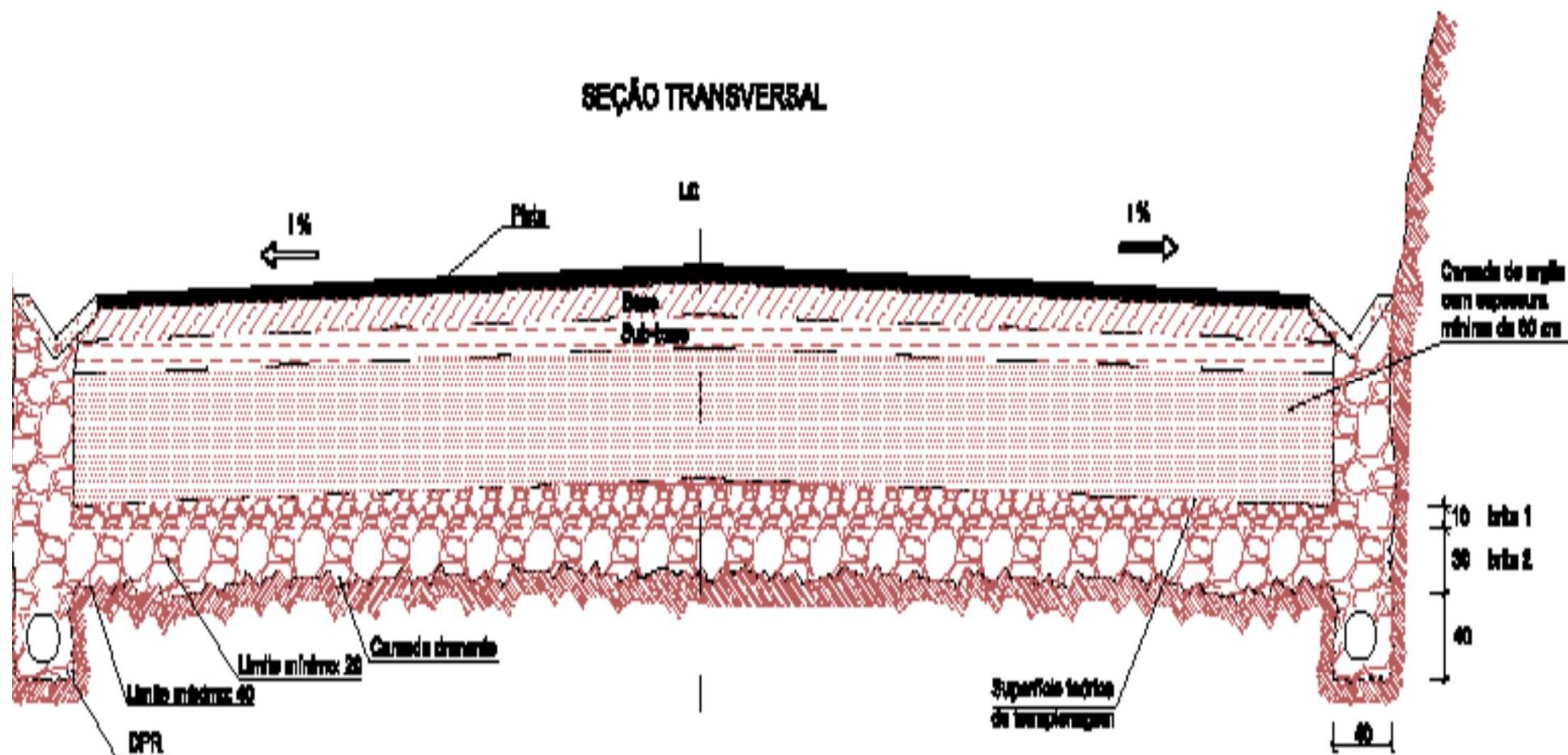


**O colchão drenante tem como objetivo drenar as águas existentes situadas à pequena profundidade do corpo estradal.**

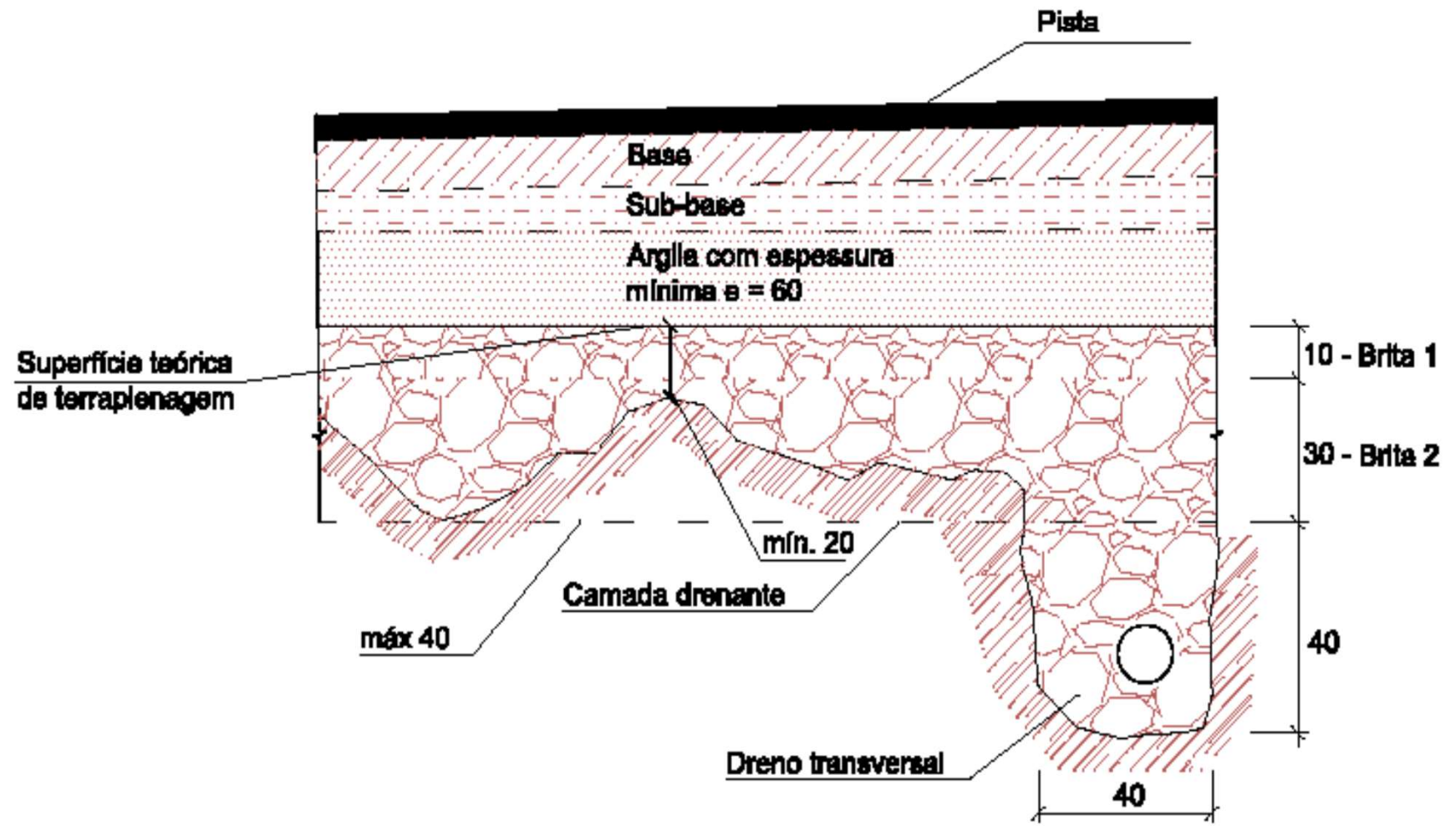
**São utilizados:**

- **Nos cortes em rocha;**

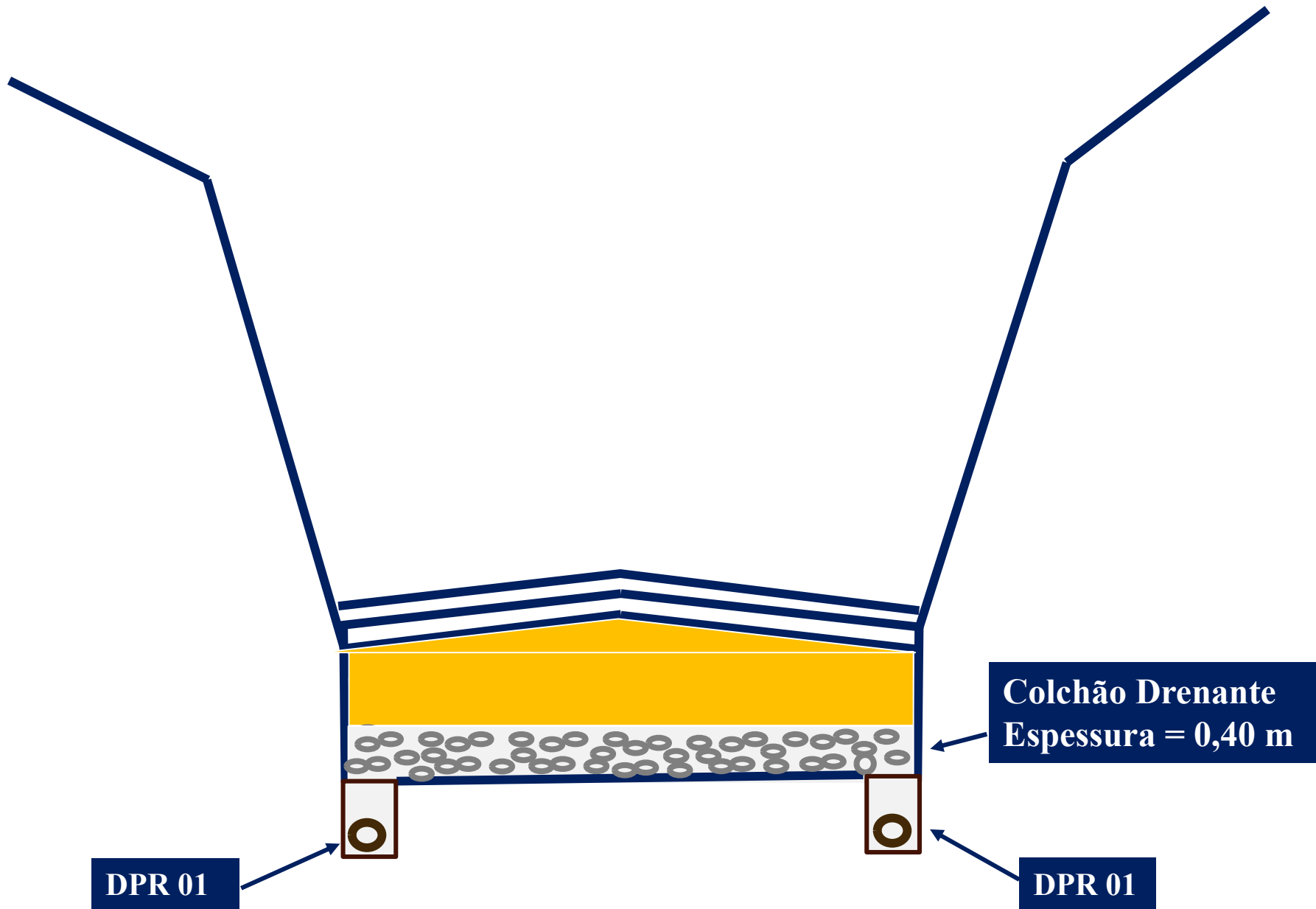
# SEÇÃO TRANSVERSAL



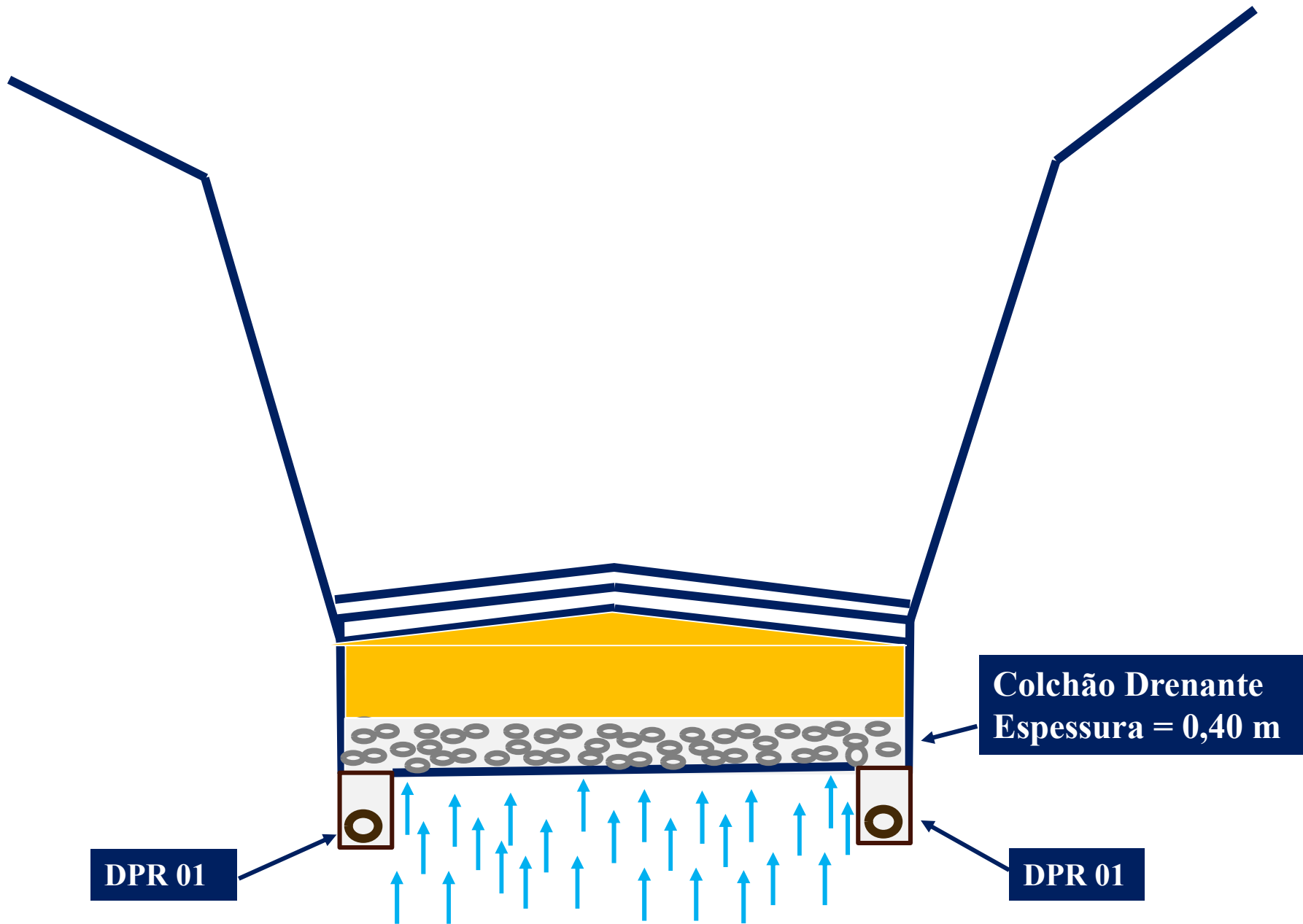
# DRENO TRANSVERSAL CORTE AA



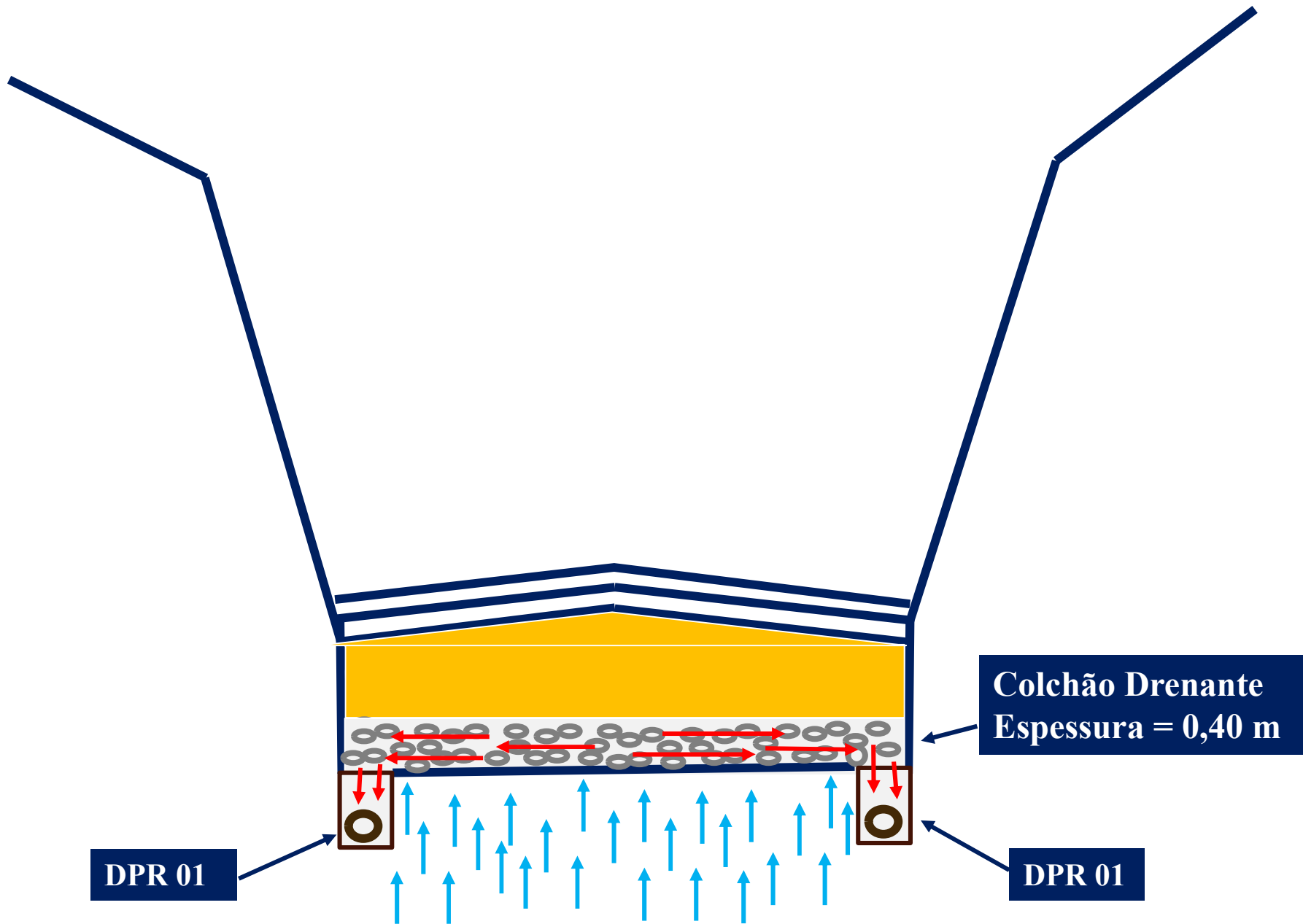
# Colchão Drenante em Corte em Rocha



# Colchão Drenante em Corte em Rocha



# Colchão Drenante em Corte em Rocha

















# Corte em Rocha- Pavimento em Bom Estado



## Corte em Rocha- Pavimento em Bom Estado



**Será necessário preocupar com o colchão drenante?**

# Corte em Rocha- Pavimento em condições ruins



# Corte em Rocha- Pavimento c/ problemas localizados





# Corte em Rocha- Pavimento c/ problemas localizados



**O colchão drenante tem como objetivo drenar as águas existentes situadas à pequena profundidade do corpo estradal.**

**São utilizados:**

- **Nos cortes em rocha;**
- **Nos cortes em que o lençol freático estiver próximo ao terreno natural;**

**O colchão drenante tem como objetivo drenar as águas existentes situadas à pequena profundidade do corpo estradal.**

**São utilizados:**

- **Nos cortes em rocha;**
- **Nos cortes em que o lençol freático estiver próximo ao terreno natural;**
- **Nos aterros sobre terrenos impermeáveis.**



**O colchão drenante tem como objetivo drenar as águas existentes situadas à pequena profundidade do corpo estradal.**

**São utilizados:**

- **Nos cortes em rocha;**
- **Nos cortes em que o lençol freático estiver próximo ao terreno natural;**
- **Nos aterros sobre terrenos impermeáveis.**

**A remoção das águas coletadas pelos colchões drenantes, deverá ser feita por drenos longitudinais.**

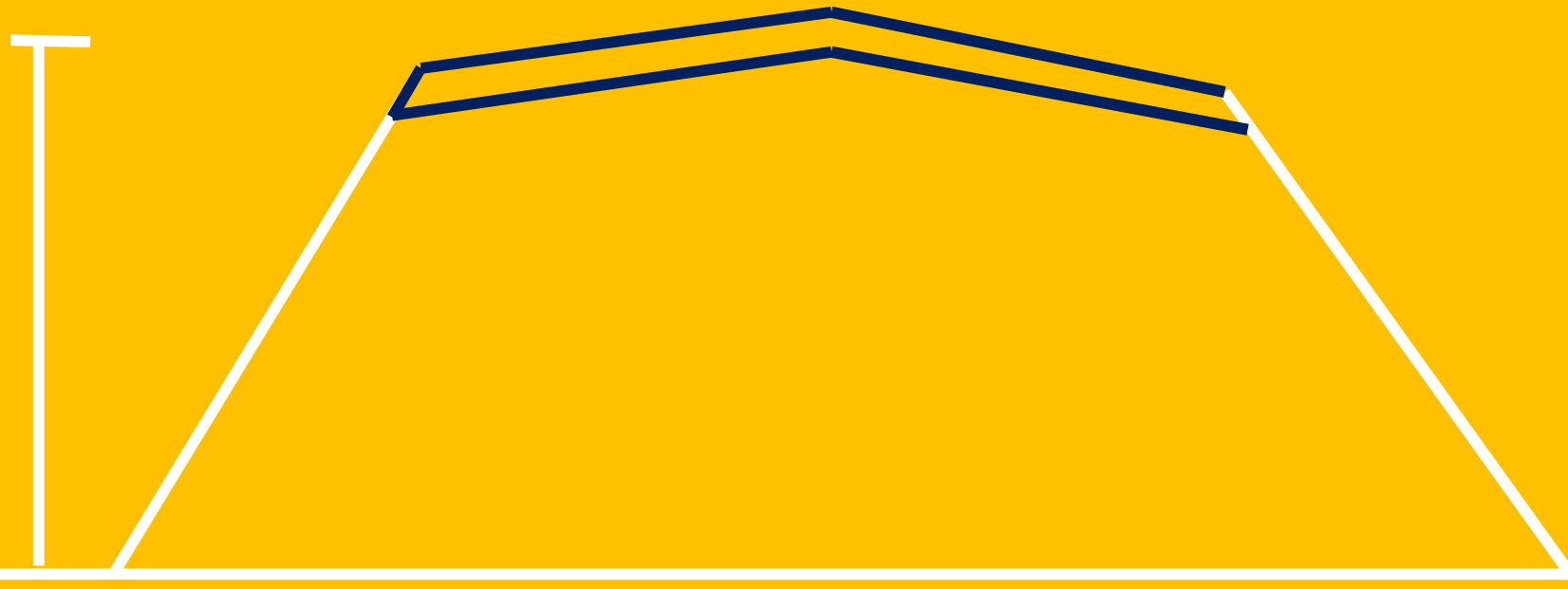


## Estudo de Caso



**Extensão de aterro pronto e  
pavimentado = 600,00,0 m**

**H=5,0 m**



**Extensão de aterro pronto e  
pavimentado = 600,00,0 m**

**H=5,0 m**



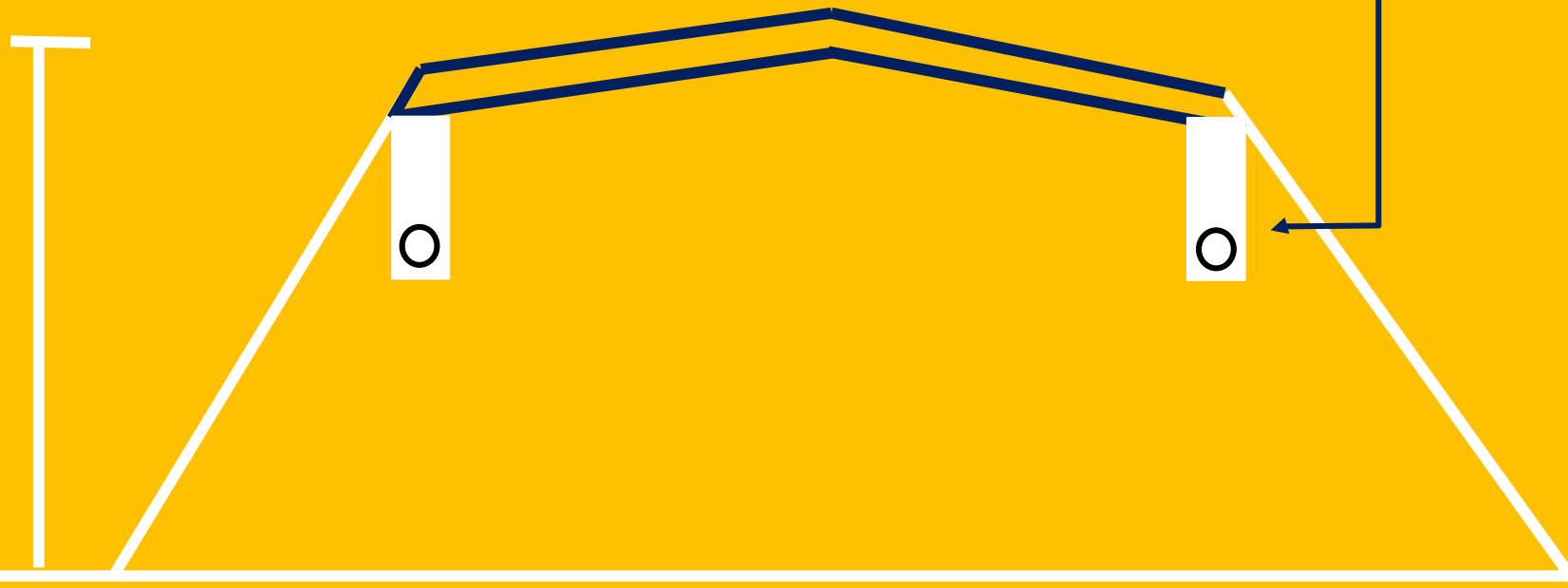
**Pouco tempo após concluído o trecho, o pavimento começou a  
apresentar problemas.  
Foi realizado sondagem e identificou excesso de umidade no subleito.**



**Extensão de aterro pronto e  
pavimentado = 600,00,0 m**

**H=5,0 m**

**Dreno Profundo = 0,50 x 1,50**

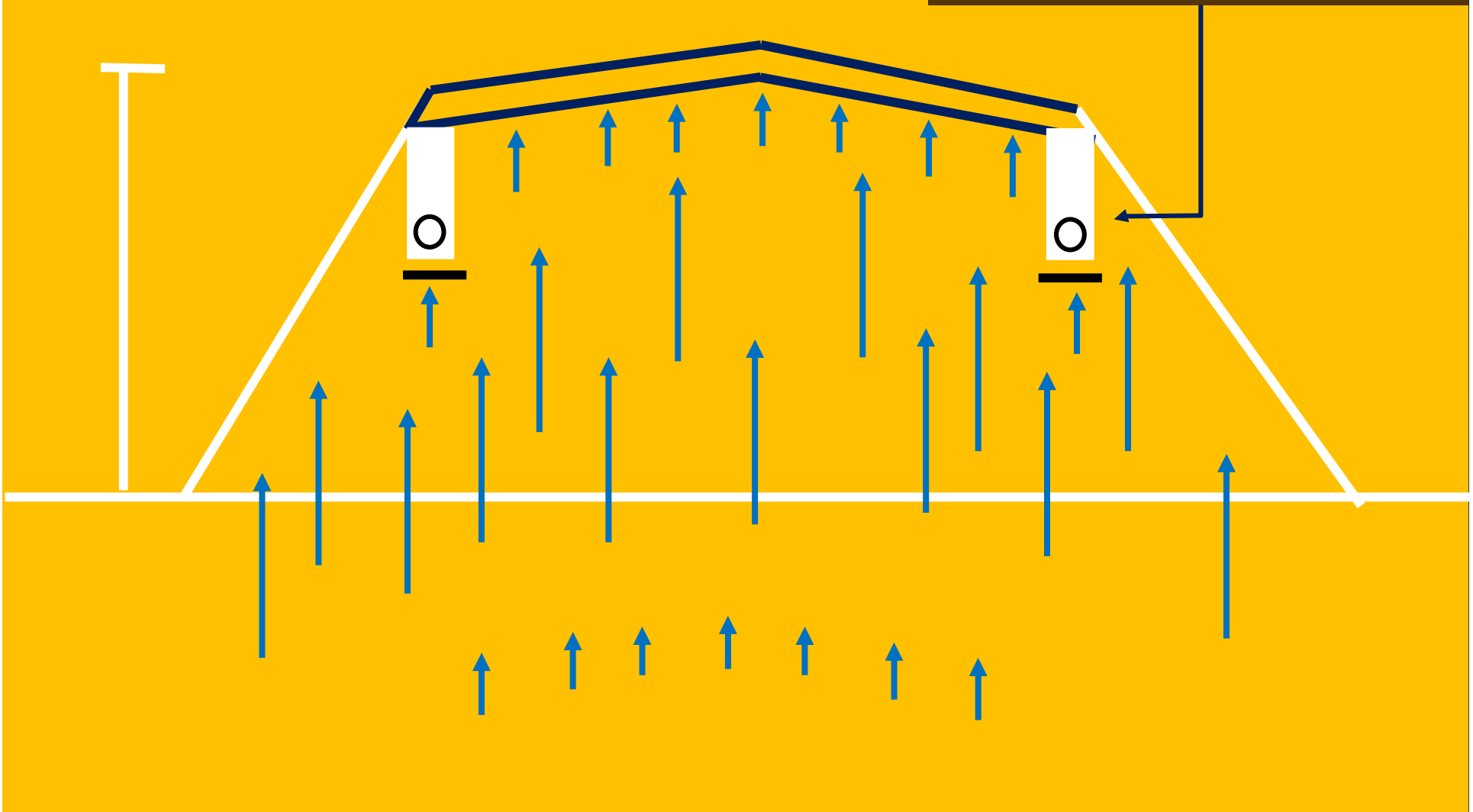


**Se implantar o dreno profundo conseguirei resolver o problema?**

**Extensao de aterro pronto e  
pavimentado = 600,00,0 m**

**H=5,0 m**

**Dreno Profundo = 0,50 x 1,50**



# Extensão de aterro pronto e pavimentado = 600,00,0 m

H=5,0 m

Dreno Profundo = 0,50 x 1,50

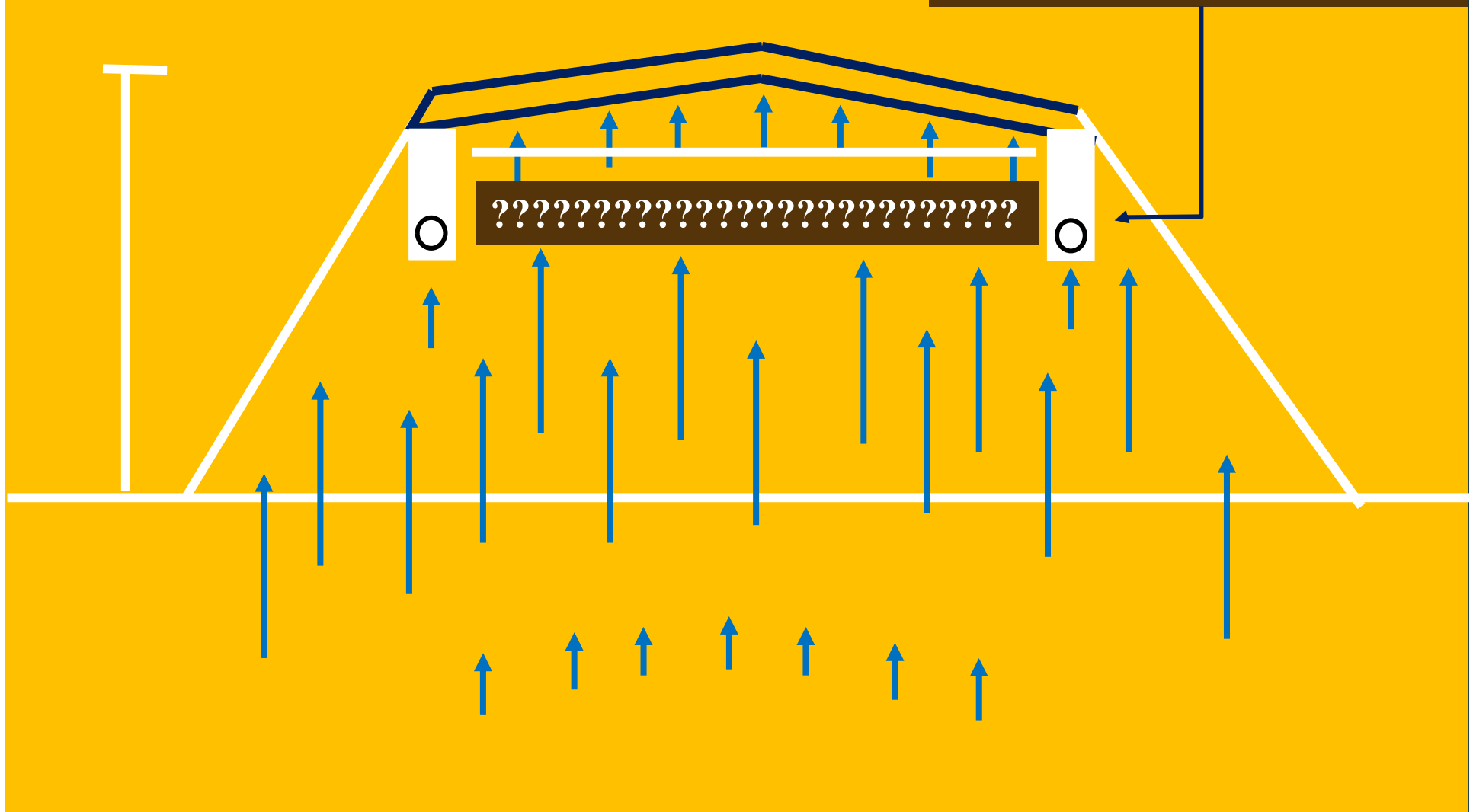


??

**Extensao de aterro pronto e  
pavimentado = 600,00,0 m**

**H=5,0 m**

**Dreno Profundo = 0,50 x 1,50**

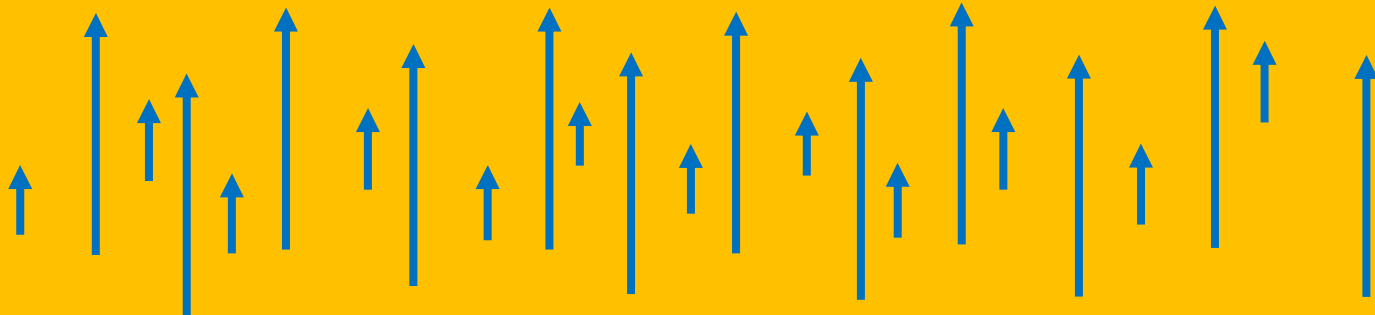


**Extensao de aterro pronto e  
pavimentado = 600,00,0 m**

**H=5,0 m**



**Colchão drenante**

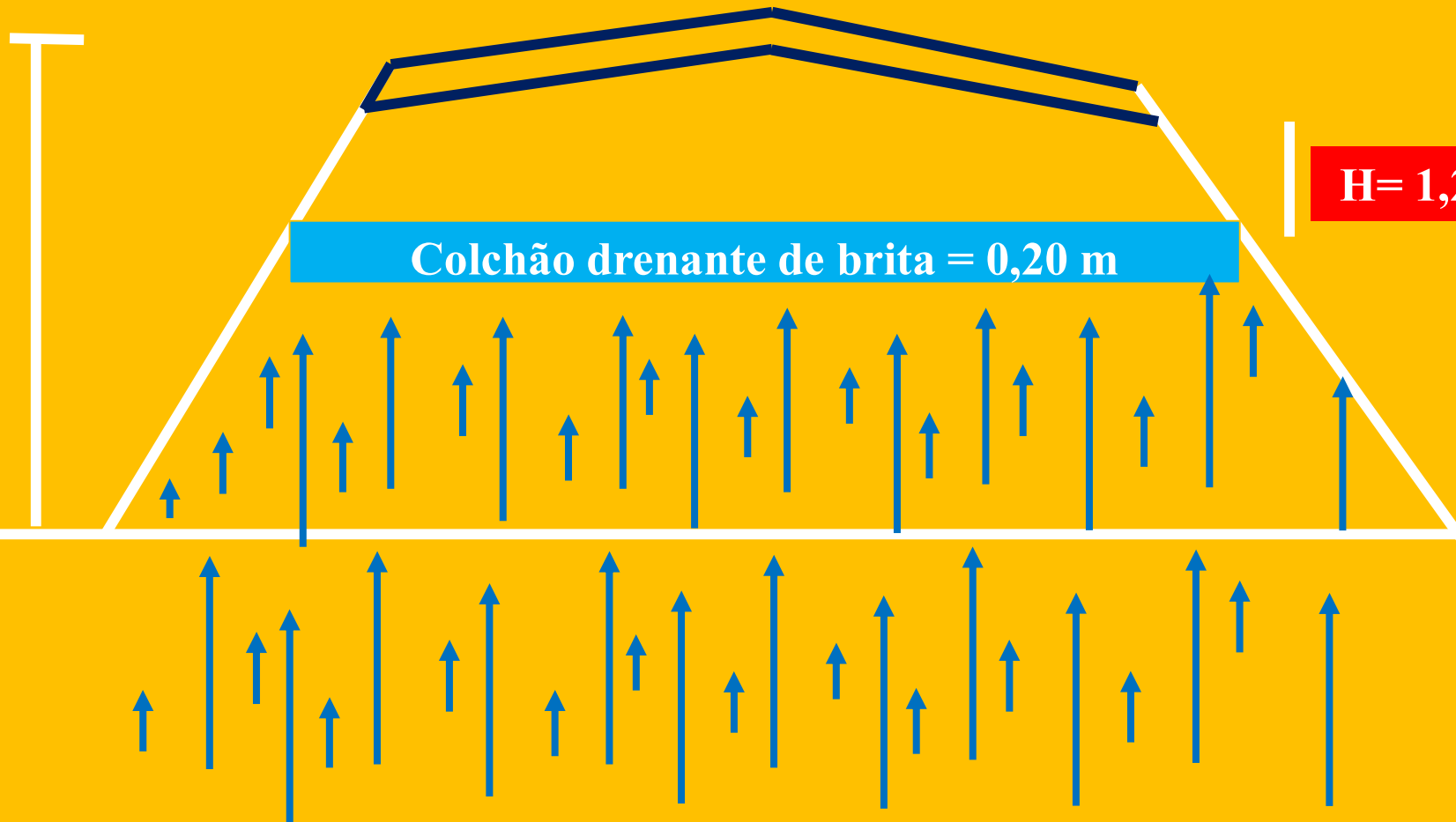


**Extensao de aterro pronto e  
pavimentado = 600,00,0 m**

**H=5,0 m**

**H= 1,20 m**

**Colchão drenante de brita = 0,20 m**





# Dreno Espinha de Peixe

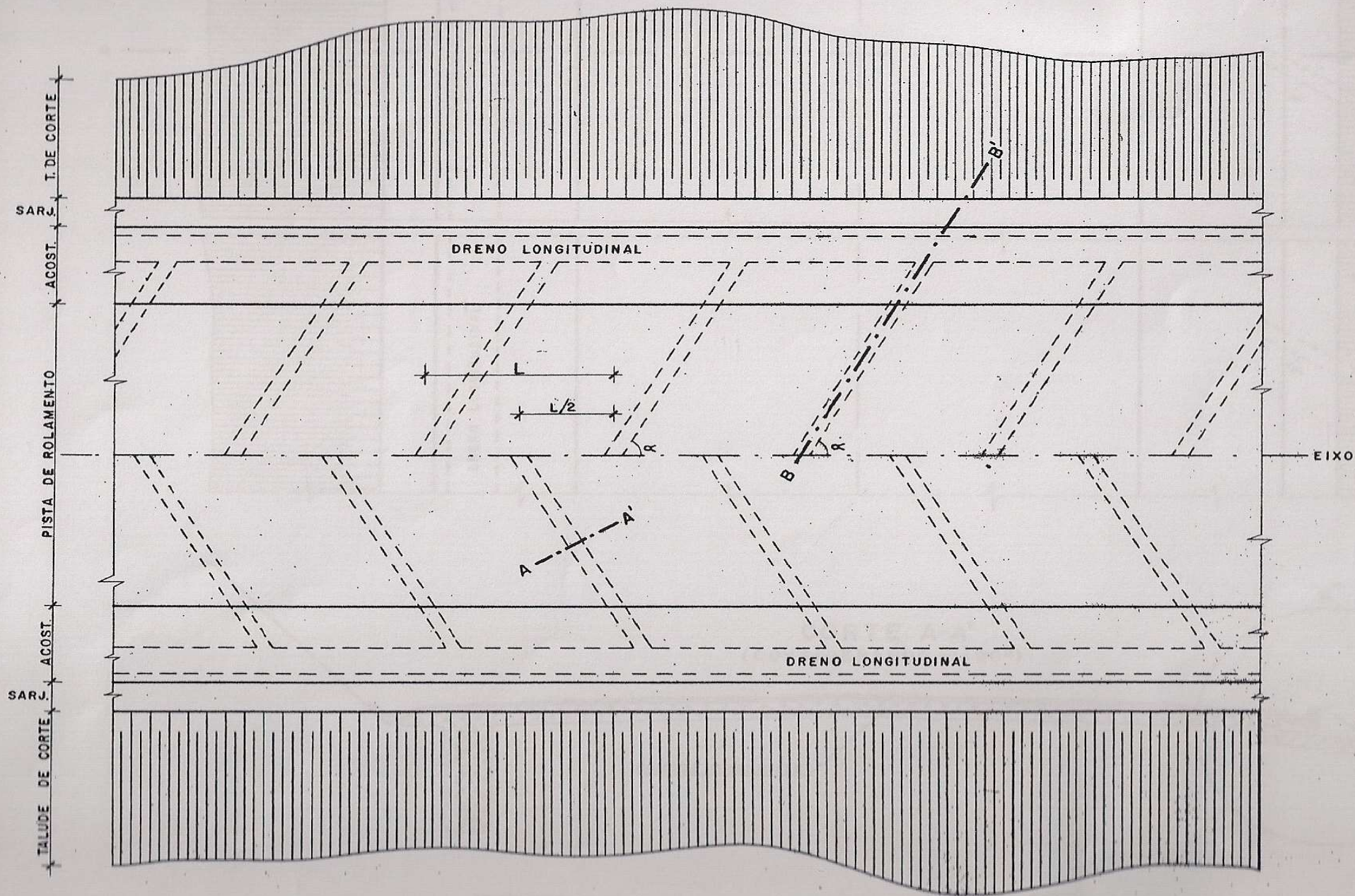


## **Dreno Espinha de Peixe**

São drenos destinados à drenagem de grandes áreas, pavimentadas ou não. São usados em série, em sentido oblíquo em relação ao eixo longitudinal da rodovia, ou área a drenar.



# PLANTA



VARIAÇÕES DE  $\alpha$  e L EM FUNÇÃO  
DA DECLIVIDADE LONGITUDINAL (i%)

i %	$\alpha$	L
0	90°	400
1	80°	400
2	70°	400
3	60°	400
4	50°	600
5	40°	800
6	30°	1000







# Dreno Sub Horizontal

## DHP

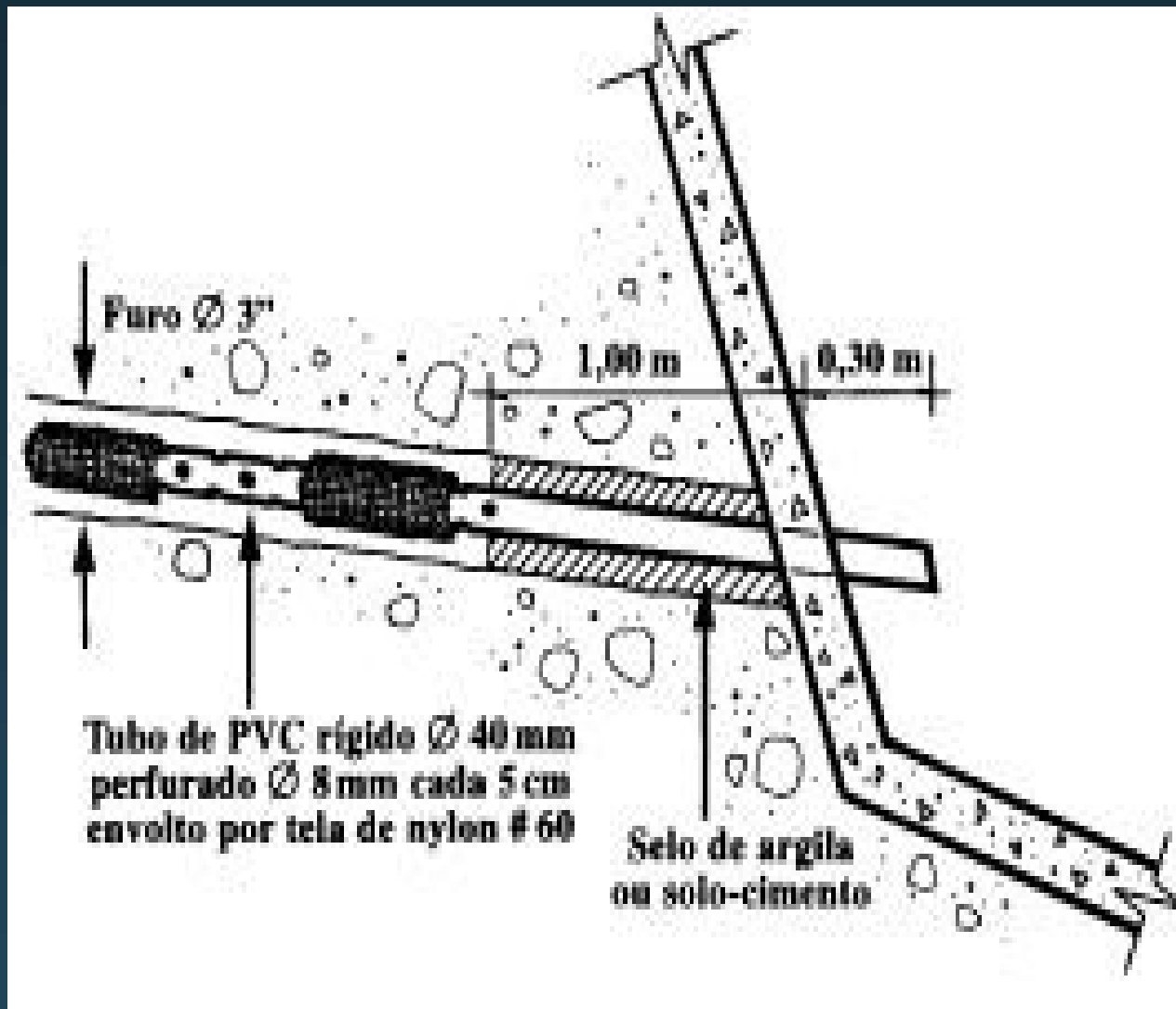


## **Dreno Sub - Horizontal**

**Os drenos sub-horizontais são aplicados para a prevenção e correção de escorregamentos nos quais a causa determinante da instabilidade é a elevação do lençol freático ou do nível piezométrico de lençóis confinados.**

**No caso de escorregamentos de grandes proporções, geralmente trata-se da única solução econômica a se recorrer.**



















# Drenagem em Encostas





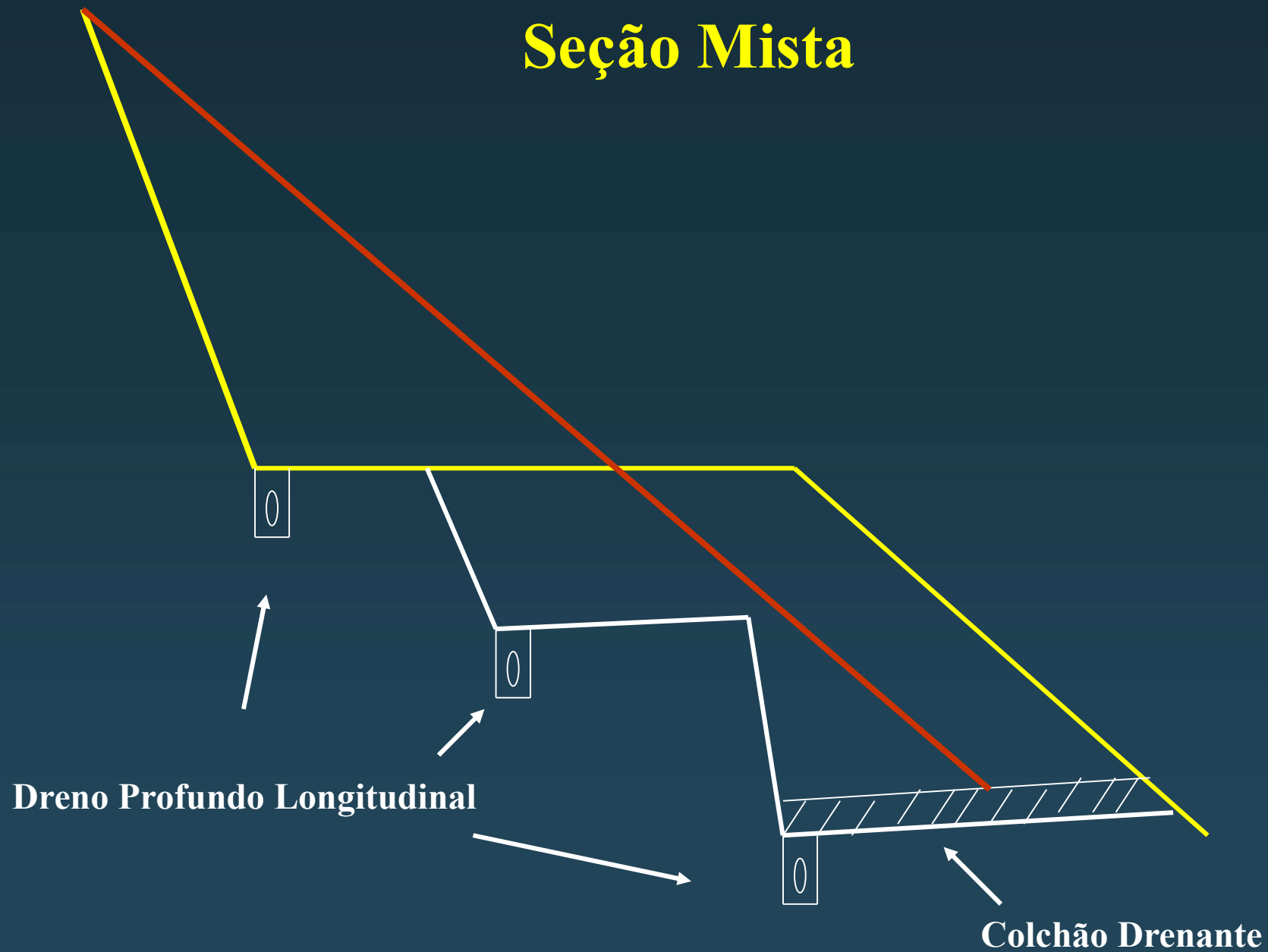




# Seção Mista



# Seção Mista













*Drenagem Profunda*  
*e*  
*Drenagem de Pavimento*

**Observações**



**MACCAFERRI**

**“A falta de qualquer dispositivo, nunca, e em hipótese alguma, provoca a ruptura imediata da estrutura de um pavimento.**





**Imaginemos um local de corte com excesso de umidade ou até mesmo com a presença de lençol freático não tendo sido previsto e portanto não foi construído qualquer dispositivo de drenagem.**

**Com excesso de umidade, a empresa executora da obra não conseguirá atingir o grau de compactação com a energia especificada.**

**Para a execução correta haverá necessidade da implantação da drenagem profunda para possibilitar a execução dos serviços de pavimentação.**

















**Marcos Augusto Jabor**

**E-mail: [mjabôr@terra.com.br](mailto:mjabôr@terra.com.br)**

**[www.marcosjabor.com.br](http://www.marcosjabor.com.br)**

**Instagram: [@marcos\\_jabor](https://www.instagram.com/marcos_jabor)**





## Passo a Passo para acessar os arquivos do DER- MG

[http://www .der.mg.gov.br/](http://www.der.mg.gov.br/)

•Institucional - Legislação – Normas Técnicas: **Manuais**

**Recomendações Técnicas**

**Manual de Procedimentos para Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Rodoviária**

<http://www.der.mg.gov.br/institucional/legislacao/normas-tecnicas-deer#manuais>

## **Passo a Passo para acessar os arquivos do DER- MG**

**[http://www .der.mg.gov.br/](http://www.der.mg.gov.br/)**

•**Institucional - Legislação – Normas Técnicas: Manuais**

**Recomendações Técnicas**

**RT 01.45 - Caderno de Bueiros Celulares**

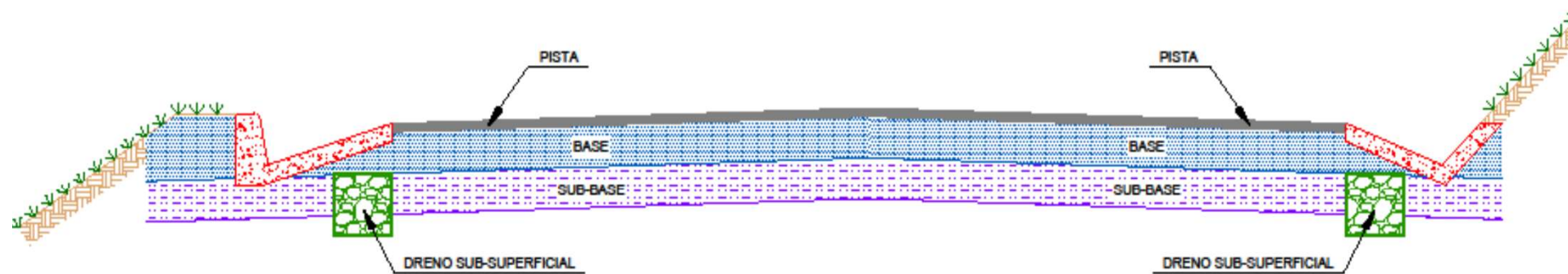
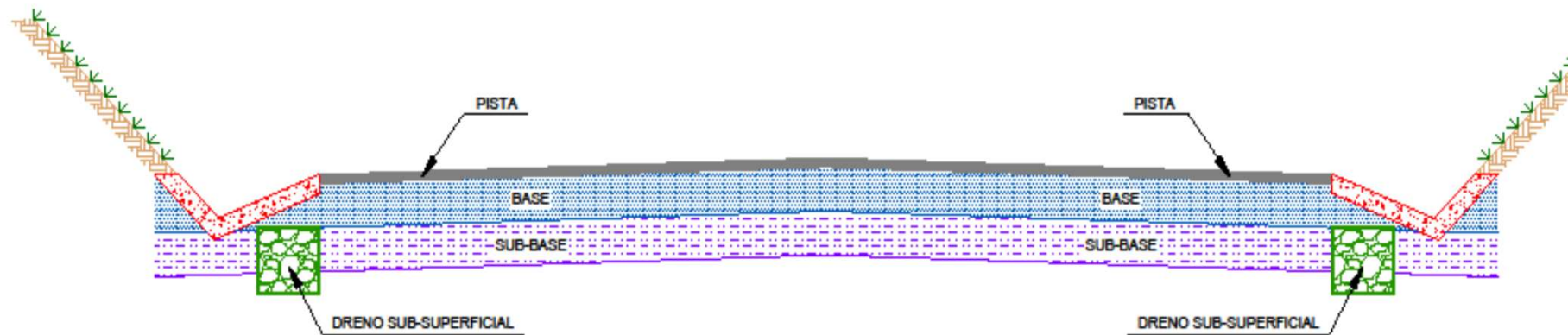
**<http://www.der.mg.gov.br/files/90/Recomendacoes-Tecnicas/277/RT-01.45>**

**RT 01.47c - Caderno de Drenagem**

**<http://www.der.mg.gov.br/files/90/Recomendacoes-Tecnicas/275/RT-01.47c>**

**RT 01.46d – Critérios de Projeto para Vias de Ligação com Reduzido  
Volume de Tráfego**

**<http://www.der.mg.gov.br/files/90/Recomendacoes-Tecnicas/274/RT-01.46d>**



# Dreno de Pavimento/Dreno Subsuperficial

