

Estradas de Concreto: Uma Escolha Inteligente e Sustentável



EXECUTANDO CAMINHOS EM PAVIMENTO DE CONCRETO

Eng° Rodrigo S Campos

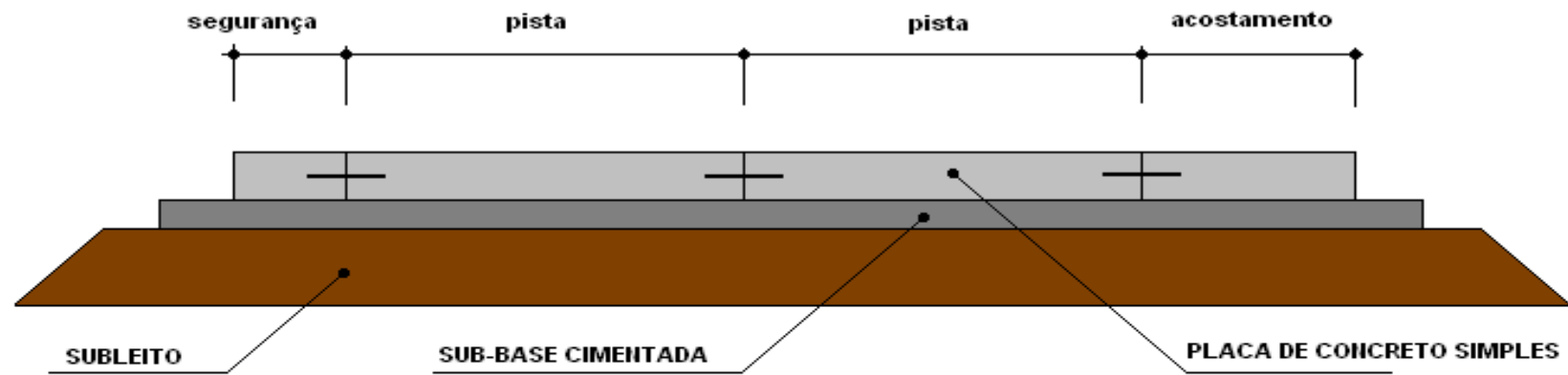
CONCRETO SIMPLES

Definição

- “Pavimento de **concreto simples** de cimento portland no qual as tensões solicitantes são combatidas tão somente pelo próprio concreto e que não contém nenhum tipo de armadura com fins estruturais, não se considerando como armadura neste caso, eventuais sistemas de ligação ou de transmissão de carga entre as placas formadas pelas juntas longitudinais e transversais, nem armaduras sem função estrutural usada para combater fissuração em placas de formato irregular.”

Pavimento de concreto

PAVIMENTO DE CONCRETO
SEÇÃO TIPO



Operações

- Preparo do subleito
- Preparo da sub-base (CCR)
- Serviços preliminares (instalação guias, marcação topográfica, instalação das barras de transferência)
- Produção e transporte do concreto
- Lançamento e distribuição
- Adensamento
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura química
- Serragem das juntas e selagem de juntas

PREPARO DO SUBLEITO E DA SUB-BASE

Preparo do Subleito e da Sub-base

- O subleito é composto por 3 camadas de material selecionado (MS)
- A placa do pavimento de concreto normalmente é assentada sobre uma sub-base cimentada, podendo ser de concreto rolado, BGTC ou solo cimento.



Execução da Sub-Base ⇨ CCR



Vibro acabadora de Asfalto
(detalhe do sensor de nivelamento)



Lançamento Caminhões Basculantes

Execução da Sub-Base ⇨ CCR



Pintura de cura - emulsão asfáltica

PRODUÇÃO DE CONCRETO

Produção do concreto

Usina dosadora misturadora de concreto:

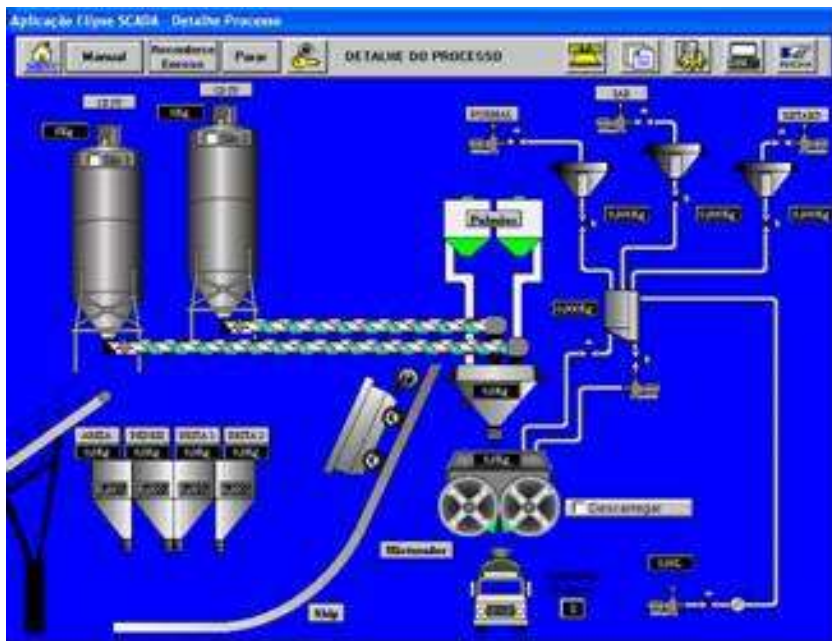
Equipamento necessário quando se emprega pavimentadoras de formas deslizantes.



Produção do concreto



Produção do concreto



Proceso gráfico

Dosificación agua por teclado
Fin dosificación agua ciclo actual

1 Kg **Árido**
1 Kg **Cemento**
0 Kg **Agua**
0,00 Kg **Aditivo**

Camiones en circulación

STOP

Cancelar

Proceso texto

Receta: 9100200 | H100B20 | Camiones en circulación: 0 | Pausa descarga: [] | Fin dosificación: []
 M3: 0,00 / 0,00 | M3 Agua: 0 Kg
 Tiempo Mezcla: 0 / 0 | Sg Camión: M-8991-YX | Vía: 1 | Pausa carga: []

Nombre	Ciclo: 0 / 0 0,00 M3				Ciclo: 0 / 0 0,00 M3			
	Teórico	Real	Desv.	Desv. %	Teórico	Real	Desv.	Desv. %
ARENA 0.4								
ARENA 0/2								
GRAVA 5/20								
GRAVA 5/20								
CEM I 42.5 R.SR								
CEM II A-V 42.5 R								
CEM II A-V 42.5 R								
CEM II A-V 42.5 R								
Agua 1								
POZZOLIHT 677								
RHEOBUILD 1000								
BETMORTARD								
BETMORTAIR								

Dosificación agua por teclado: 48 Kg **Árido**
 Fin dosificación agua ciclo actual: 4 Kg **Cemento**
 7 Kg **Agua**
 0,39 Lt **Aditivo**

Hum. 1: 7,0 | Hum. 2: 1,0 | Hum. 3: 4,0 | Hum. 4: 5,0

Cancelar

TRANSPORTE DO CONCRETO

Transporte do concreto



Transporte do concreto

Alimentação da vibroacabadora de forma contínua, evitando paradas do equipamento



LANÇAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DO CONCRETO

Pavimentadora de forma deslizante

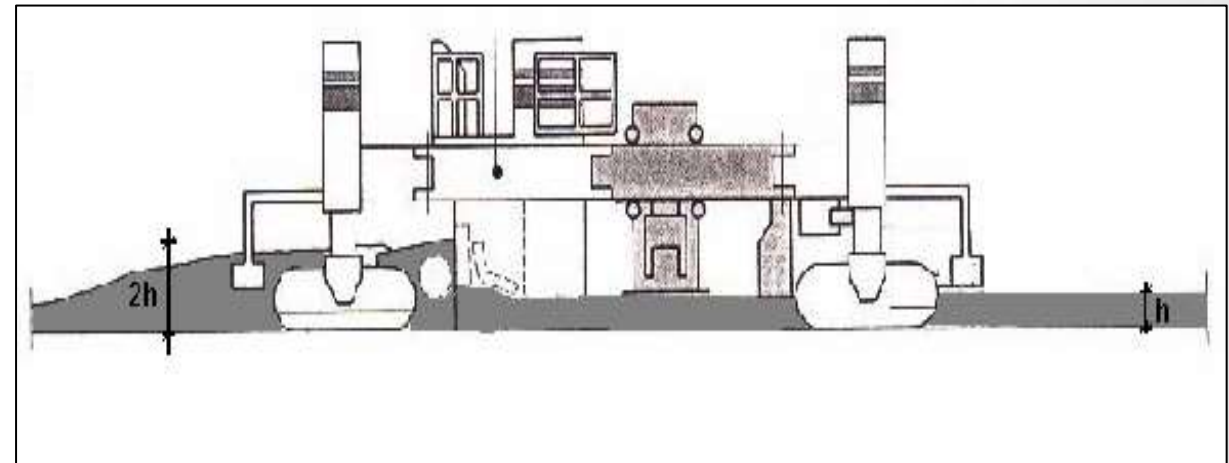


Lançamento

- O concreto lançado na frente da vibro acabadora não deverá ter altura superior a rosca sem-fim do equipamento.



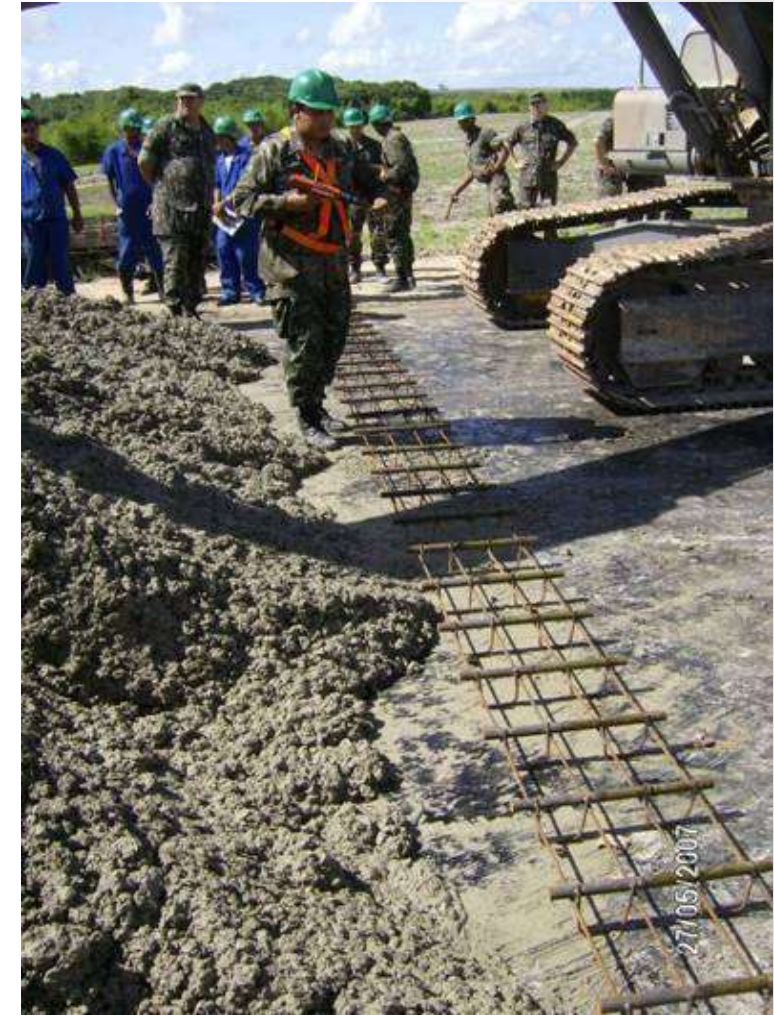
altura concreto ≤ 2 espessuras da placa



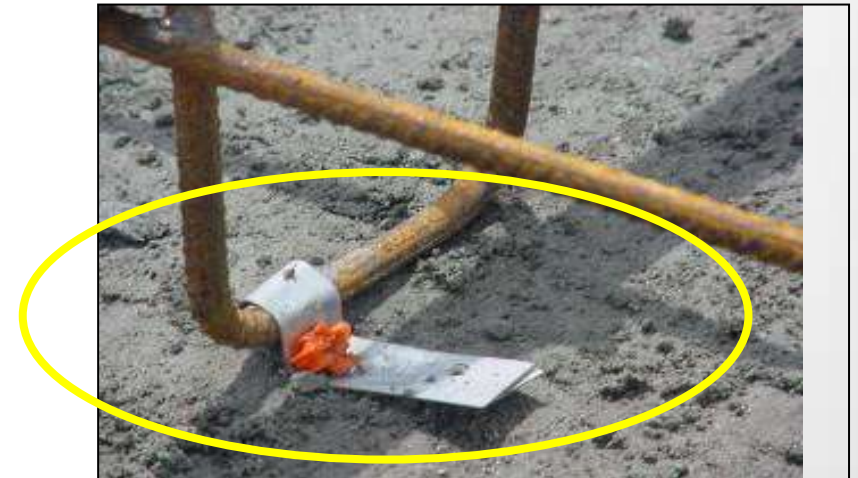
Lançamento e distribuição do concreto



Colocação das Barras de Transferência



Colocação das Barras de Transferência



Barras de Transferência



Distribuidora e Pavimentadora



ADENSAMENTO

Adensamento

Os vibradores deverão estar regulados pelos potenciômetros do equipamento de forma que o adensamento executado atenda aos padrões de qualidade.



NIVELAMENTO

Nivelamento – instalação de linha guia

- Os sensores com hastes horizontais (quatro no total) fornecem o nivelamento .
- Os sensores de hastes verticais controlam a direção da pavimentadora



Instalação das linhas guias

Deficiência no tensionamento do cabo provoca catenárias



Instalação das linhas guias

Planilha - Plano Cotado

Estaca			Placa - Espessura Estimada (m)					Correção	Placa - Espessura Corrigida (m)				
			LE + 4,10	LE + 2,05	Centro	LD + 2,05	LD + 4,10		LE + 4,10	LE + 2,05	Centro	LD + 2,05	LD + 4,10
721	+	4	0,221	0,218	0,219	0,217	0,236	0,020	0,241	0,238	0,239	0,237	0,256
721	+	10	0,226	0,223	0,211	0,219	0,237	0,020	0,246	0,243	0,231	0,239	0,257
721	+	16	0,226	0,227	0,219	0,220	0,228	0,020	0,246	0,247	0,239	0,240	0,248
722	+	2	0,218	0,215	0,206	0,215	0,232	0,020	0,238	0,235	0,226	0,235	0,252
722	+	8	0,207	0,211	0,205	0,213	0,232	0,020	0,227	0,231	0,225	0,233	0,252
722	+	14	0,203	0,206	0,205	0,215	0,232	0,020	0,223	0,226	0,225	0,235	0,252
723	+	0	0,199	0,198	0,203	0,207	0,226	0,020	0,219	0,218	0,223	0,227	0,246
723	+	6	0,203	0,205	0,196	0,203	0,215	0,020	0,223	0,225	0,216	0,223	0,235
723	+	12	0,201	0,201	0,200	0,207	0,216	0,020	0,221	0,221	0,220	0,227	0,236
723	+	18	0,208	0,208	0,205	0,207	0,212	0,020	0,228	0,228	0,225	0,227	0,232
724	+	4	0,208	0,218	0,213	0,214	0,214	0,020	0,228	0,238	0,233	0,234	0,234
724	+	10	0,208	0,211	0,211	0,215	0,222	0,020	0,228	0,231	0,231	0,235	0,242
724	+	16	0,205	0,208	0,210	0,216	0,223	0,020	0,225	0,228	0,230	0,236	0,243
725	+	2	0,199	0,216	0,217	0,228	0,235	0,020	0,219	0,236	0,237	0,248	0,255
725	+	8	0,220	0,224	0,231	0,227	0,232	0,020	0,240	0,244	0,251	0,247	0,252
725	+	14	0,206	0,217	0,217	0,215	0,229	0,020	0,226	0,237	0,237	0,235	0,249

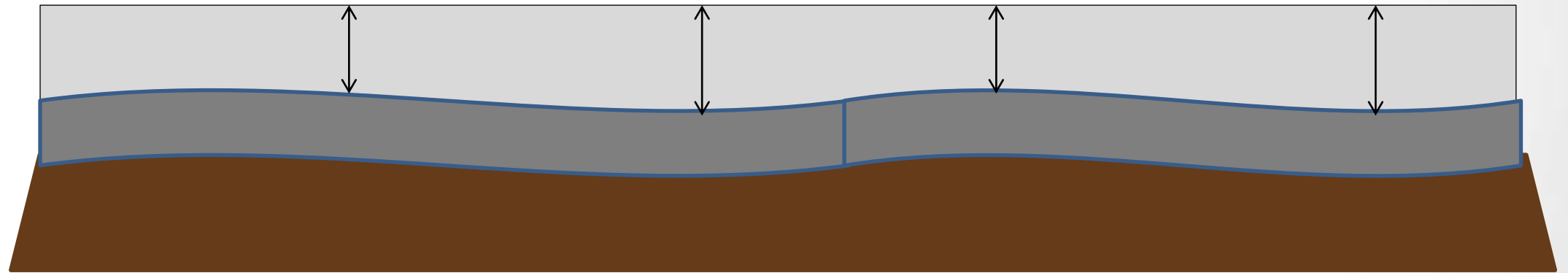
Plano Cotado

Estaca	CCR Executado - Cotas (m)					Placa Projetada - Cotas (m)					Placa - Espessura Estimada (m)						
	LE + 4,10	LE + 2,05	Centro	LD + 2,05	LD + 4,10	LE + 4,10	LE + 2,05	Centro	LD + 2,05	LD + 4,10	LE + 4,10	LE + 2,05	Centro	LD + 2,05	LD + 4,10		
721	+	4	47,648	47,692	47,732	47,775	47,797	47,869	47,910	47,951	47,992	48,033	0,221	0,218	0,219	0,217	0,236
721	+	10	47,630	47,674	47,727	47,760	47,783	47,856	47,897	47,938	47,979	48,020	0,226	0,223	0,211	0,219	0,237
721	+	16	47,617	47,657	47,706	47,746	47,779	47,843	47,884	47,925	47,966	48,007	0,226	0,227	0,219	0,220	0,228
722	+	2	47,612	47,656	47,706	47,738	47,762	47,830	47,871	47,912	47,953	47,994	0,218	0,215	0,206	0,215	0,232
722	+	8	47,610	47,647	47,694	47,727	47,749	47,817	47,858	47,899	47,940	47,981	0,207	0,211	0,205	0,213	0,232
722	+	14	47,602	47,640	47,682	47,713	47,737	47,805	47,846	47,887	47,928	47,969	0,203	0,206	0,205	0,215	0,232
723	+	0	47,593	47,635	47,671	47,708	47,730	47,792	47,833	47,874	47,915	47,956	0,199	0,198	0,203	0,207	0,226
723	+	6	47,577	47,616	47,666	47,700	47,729	47,780	47,821	47,862	47,903	47,944	0,203	0,205	0,196	0,203	0,215
723	+	12	47,566	47,607	47,649	47,683	47,715	47,767	47,808	47,849	47,890	47,931	0,201	0,201	0,200	0,207	0,216
723	+	18	47,547	47,588	47,632	47,671	47,707	47,755	47,796	47,837	47,878	47,919	0,208	0,208	0,205	0,207	0,212
724	+	4	47,535	47,566	47,612	47,652	47,693	47,743	47,784	47,825	47,866	47,907	0,208	0,218	0,213	0,214	0,214
724	+	10	47,522	47,560	47,601	47,638	47,672	47,730	47,771	47,812	47,853	47,894	0,208	0,211	0,211	0,215	0,222
724	+	16	47,512	47,550	47,589	47,624	47,658	47,717	47,758	47,799	47,840	47,881	0,205	0,208	0,210	0,216	0,223
725	+	2	47,506	47,530	47,570	47,600	47,634	47,705	47,746	47,787	47,828	47,869	0,199	0,216	0,217	0,228	0,235
725	+	8	47,472	47,509	47,543	47,588	47,624	47,692	47,733	47,774	47,815	47,856	0,220	0,224	0,231	0,227	0,232
725	+	14	47,474	47,504	47,545	47,588	47,615	47,680	47,721	47,762	47,803	47,844	0,206	0,217	0,217	0,215	0,229
726	+	0	47,442	47,483	47,541	47,578	47,602	47,667	47,708	47,749	47,790	47,831	0,225	0,225	0,208	0,212	0,229
726	+	6	47,421	47,470	47,516	47,555	47,582	47,654	47,695	47,736	47,777	47,818	0,233	0,225	0,220	0,222	0,236
726	+	12	47,410	47,464	47,512	47,555	47,572	47,642	47,683	47,724	47,765	47,806	0,232	0,219	0,212	0,210	0,234
726	+	18	47,430	47,460	47,497	47,529	47,556	47,629	47,670	47,711	47,752	47,793	0,199	0,210	0,214	0,223	0,237
727	+	4	47,427	47,460	47,484	47,517	47,541	47,617	47,658	47,699	47,740	47,781	0,190	0,198	0,215	0,223	0,240
727	+	10	47,392	47,430	47,466	47,494	47,511	47,604	47,645	47,686	47,727	47,768	0,212	0,215	0,220	0,233	0,257
727	+	16	47,373	47,411	47,464	47,487	47,512	47,591	47,632	47,673	47,714	47,755	0,218	0,221	0,209	0,227	0,243
728	+	2	47,348	47,399	47,460	47,490	47,525	47,579	47,620	47,661	47,702	47,743	0,231	0,221	0,201	0,212	0,218
728	+	8	47,355	47,398	47,449	47,478	47,496	47,567	47,608	47,649	47,690	47,731	0,212	0,210	0,200	0,212	0,235
728	+	14	47,335	47,383	47,434	47,482	47,510	47,554	47,595	47,636	47,677	47,718	0,219	0,212	0,202	0,195	0,208
729	+	0	47,331	47,373	47,420	47,444	47,488	47,542	47,583	47,624	47,665	47,706	0,211	0,210	0,204	0,221	0,218

Plano Cotado

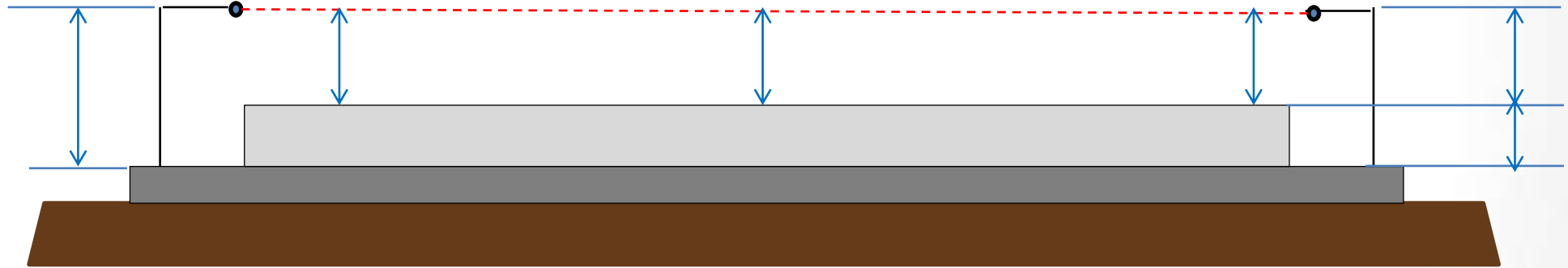
Estaca	Placa - Espessura Estimada (m)						Placa - Espessura Corrigida (m)					Placa - Cotas Corrigidas (m)						
	LE + 4,10	LE + 2,05	Centro	LD + 2,05	LD + 4,10	Correção	LE + 4,10	LE + 2,05	Centro	LD + 2,05	LD + 4,10	LE + 4,10	LE + 2,05	Centro	LD + 2,05	LD + 4,10		
721	+	4	0,221	0,218	0,219	0,217	0,236	0,020	0,241	0,238	0,239	0,237	0,256	47,889	47,930	47,971	48,012	48,053
721	+	10	0,226	0,223	0,211	0,219	0,237	0,020	0,246	0,243	0,231	0,239	0,257	47,876	47,917	47,958	47,999	48,040
721	+	16	0,226	0,227	0,219	0,220	0,228	0,020	0,246	0,247	0,239	0,240	0,248	47,863	47,904	47,945	47,986	48,027
722	+	2	0,218	0,215	0,206	0,215	0,232	0,020	0,238	0,235	0,226	0,235	0,252	47,850	47,891	47,932	47,973	48,014
722	+	8	0,207	0,211	0,205	0,213	0,232	0,020	0,227	0,231	0,225	0,233	0,252	47,837	47,878	47,919	47,960	48,001
722	+	14	0,203	0,206	0,205	0,215	0,232	0,020	0,223	0,226	0,225	0,235	0,252	47,825	47,866	47,907	47,948	47,989
723	+	0	0,199	0,198	0,203	0,207	0,226	0,020	0,219	0,218	0,223	0,227	0,246	47,812	47,853	47,894	47,935	47,976
723	+	6	0,203	0,205	0,196	0,203	0,215	0,020	0,223	0,225	0,216	0,223	0,235	47,800	47,841	47,882	47,923	47,964
723	+	12	0,201	0,201	0,200	0,207	0,216	0,020	0,221	0,221	0,220	0,227	0,236	47,787	47,828	47,869	47,910	47,951
723	+	18	0,208	0,208	0,205	0,207	0,212	0,020	0,228	0,228	0,225	0,227	0,232	47,775	47,816	47,857	47,898	47,939
724	+	4	0,208	0,218	0,213	0,214	0,214	0,020	0,228	0,238	0,233	0,234	0,234	47,763	47,804	47,845	47,886	47,927
724	+	10	0,208	0,211	0,211	0,215	0,222	0,020	0,228	0,231	0,231	0,235	0,242	47,750	47,791	47,832	47,873	47,914
724	+	16	0,205	0,208	0,210	0,216	0,223	0,020	0,225	0,228	0,230	0,236	0,243	47,737	47,778	47,819	47,860	47,901
725	+	2	0,199	0,216	0,217	0,228	0,235	0,020	0,219	0,236	0,237	0,248	0,255	47,725	47,766	47,807	47,848	47,889
725	+	8	0,220	0,224	0,231	0,227	0,232	0,020	0,240	0,244	0,251	0,247	0,252	47,712	47,753	47,794	47,835	47,876
725	+	14	0,206	0,217	0,217	0,215	0,229	0,020	0,226	0,237	0,237	0,235	0,249	47,700	47,741	47,782	47,823	47,864
726	+	0	0,225	0,225	0,208	0,212	0,229	0,020	0,245	0,245	0,228	0,232	0,249	47,687	47,728	47,769	47,810	47,851
726	+	6	0,233	0,225	0,220	0,222	0,236	0,020	0,253	0,245	0,240	0,242	0,256	47,674	47,715	47,756	47,797	47,838
726	+	12	0,232	0,219	0,212	0,210	0,234	0,020	0,252	0,239	0,232	0,230	0,254	47,662	47,703	47,744	47,785	47,826
726	+	18	0,199	0,210	0,214	0,223	0,237	0,020	0,219	0,230	0,234	0,243	0,257	47,649	47,690	47,731	47,772	47,813
727	+	4	0,190	0,198	0,215	0,223	0,240	0,020	0,210	0,218	0,235	0,243	0,260	47,637	47,678	47,719	47,760	47,801
727	+	10	0,212	0,215	0,220	0,233	0,257	0,020	0,232	0,235	0,240	0,253	0,277	47,624	47,665	47,706	47,747	47,788
727	+	16	0,218	0,221	0,209	0,227	0,243	0,020	0,238	0,241	0,229	0,247	0,263	47,611	47,652	47,693	47,734	47,775
728	+	2	0,231	0,221	0,201	0,212	0,218	0,020	0,251	0,241	0,221	0,232	0,238	47,599	47,640	47,681	47,722	47,763
728	+	8	0,212	0,210	0,200	0,212	0,235	0,020	0,232	0,230	0,220	0,232	0,255	47,587	47,628	47,669	47,710	47,751
728	+	14	0,219	0,212	0,202	0,195	0,208	0,020	0,239	0,232	0,222	0,215	0,228	47,574	47,615	47,656	47,697	47,738
729	+	0	0,211	0,210	0,204	0,221	0,218	0,020	0,231	0,230	0,224	0,241	0,238	47,562	47,603	47,644	47,685	47,726

Plano Cotado



Nivelamento

Controle de espessura

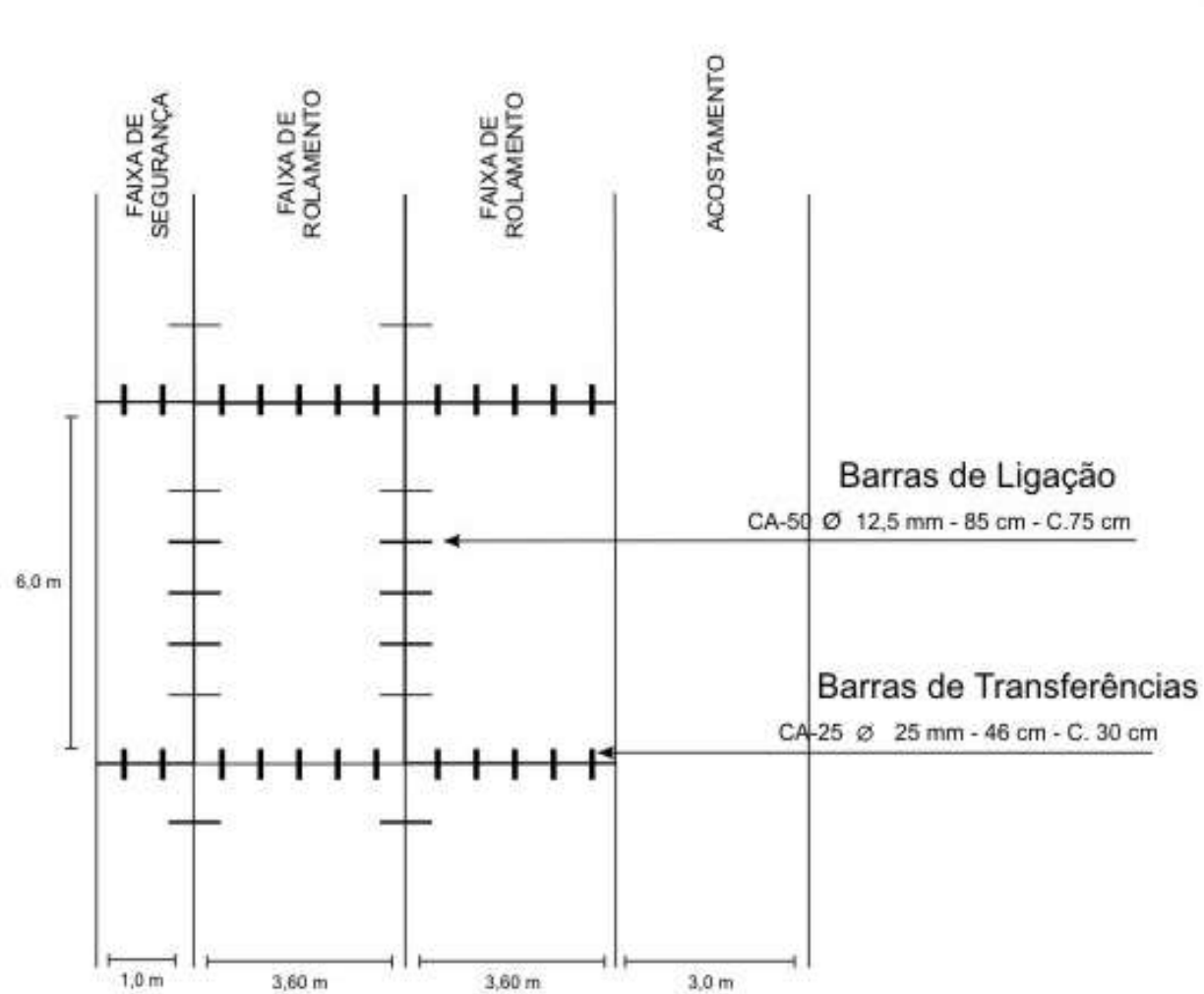


Nivelamento

Controle de espessura



Disposição das armaduras na placa



Barras de transferência

São barras de aço liso (CA 25) que têm a função de transferir cargas verticais de uma placa para outra contígua, evitando-se com isso a aplicação brusca dos esforços verticais aplicados pelas rodas dos veículos e a ocorrência de degraus entre estas placas .



Barras de Transferência

- **Recomendação:** As barras de transferência não devem ser cortadas na guilhotina, para evitar **rebarbas**.



Barras de Transferência

- A metade + 2cm da barra de transferência deverá estar pintada e engraxada.

graxa



Barras de transferência

O mal posicionamento das barras de transferência invariavelmente resultam em defeitos no pavimento com custos elevados para sua correção.



Inserção das Barras de Ligação



Barras de ligação

As barras de ligação são de aço corrugado, normalmente do tipo CA 50.

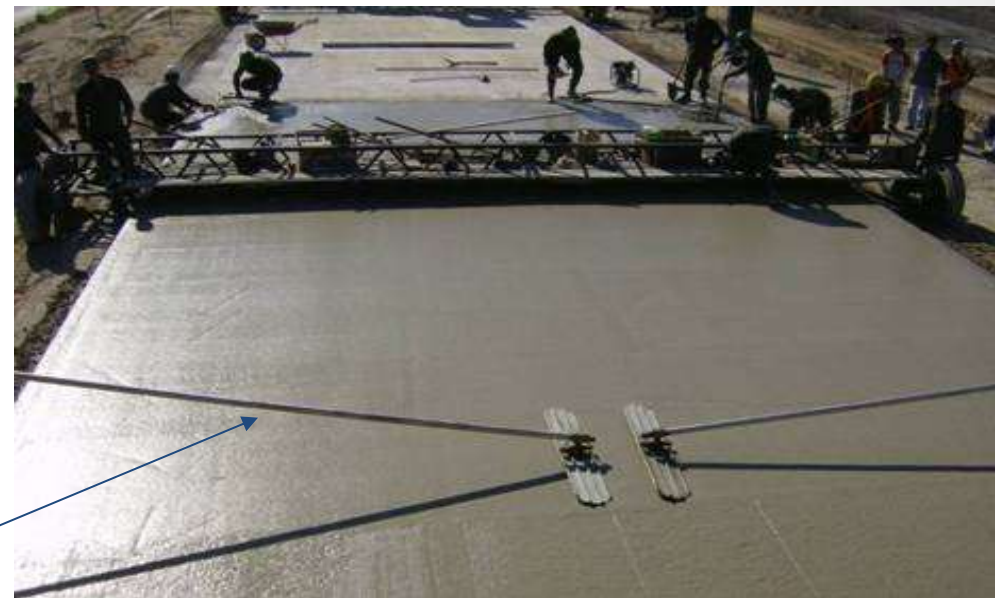


Acabamento

Com a finalidade de aferir a planicidade e corrigir eventuais irregularidades na superfície do pavimento utiliza-se o rodo de corte.



Nivelamento e Acabamento do Concreto



Desempenadeira manual (float)

Rodo de corte



TEXTURIZAÇÃO

Funções da texturização

- **DRENAGEM SUPERFICIAL**

Micro canais direcionam as águas superficiais mais rapidamente para fora da pista

- **AUMENTO DO ATRITO**

- **AUMENTO DA SEGURANÇA**

- Menor risco de derrapagem
- Menor risco de hidroplanagem
- Diminuição do espaço de frenagem

Texturização



Texturização



Texturização Manual



CURA

Funções da cura

- Impedir a evaporação rápida da água de amassamento;
- Promover a total hidratação das partículas de cimento no concreto;
- Eliminar a possibilidade de ocorrência de fissuras de retração plástica;

Cura Química

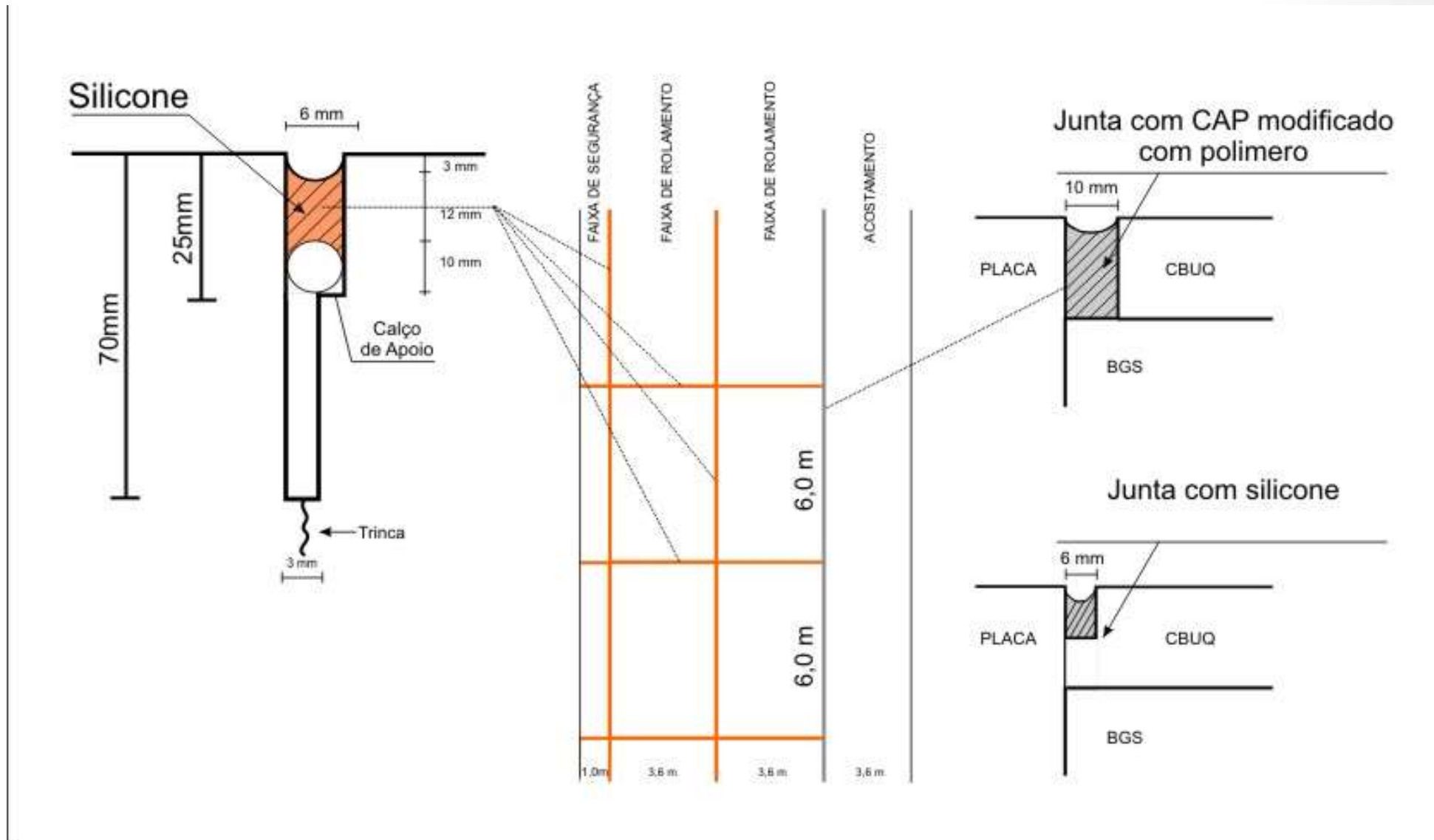


CORTE DAS JUNTAS

Execução das juntas

- Deve-se estabelecer um plano de corte, no qual se determine o momento adequado e a ordem de abertura das juntas transversais.
- O primeiro corte é executado com 3 mm de largura com o concreto semi endurecido, no sentido transversal à pista. A profundidade deverá ser de $1/3$ a $1/4$ da espessura da placa.
- A execução das juntas deverá ser feita com o emprego de serra de disco diamantado, na largura e profundidade de projeto. O número de serras de disco disponíveis na obra deve ser suficiente para atender ao plano de corte.

Dimensões, Espaçamento e Juntas – BR 101 NE



Execução das juntas

O momento correto para o corte é função da resistência do concreto nas primeiras idades e das condições climáticas do dia.



SELAGEM DE JUNTAS

Selagem de juntas

A selagem da junta tem a função de impedir a penetração de água (chuvas) que favorecem um eventual bombeamento de finos, e impedir a entrada de materiais incompressíveis nos cortes que com a movimentação entre as placas podem provocar esborcinamento das juntas.

Selagem das juntas



Selagem da junta a frio



Selagem da junta pré-moldada₉



Pavimento de Concreto *Feito para durar*

Uma tendência mundial

Uma Realidade Nacional

rodrigo.campos@abcp.org.br
RODOANEL MÁRIO COVAS