



EDIFÍCIO “VILANOVA ARTIGAS”

**Projeto e especificação técnica dos serviços de reabilitação
da estrutura de concreto armado da FAU.USP**



“do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras”

Paulo Helene
*Diretor PhD Engenharia
Prof. Titular Universidade de São Paulo*

Carlos Brites
*Diretor PhD Engenharia
Doutor em Ciências dos Materiais pela POLI-USP*

FAU-USP

11.06.2014

São Paulo

1



2

Fachada



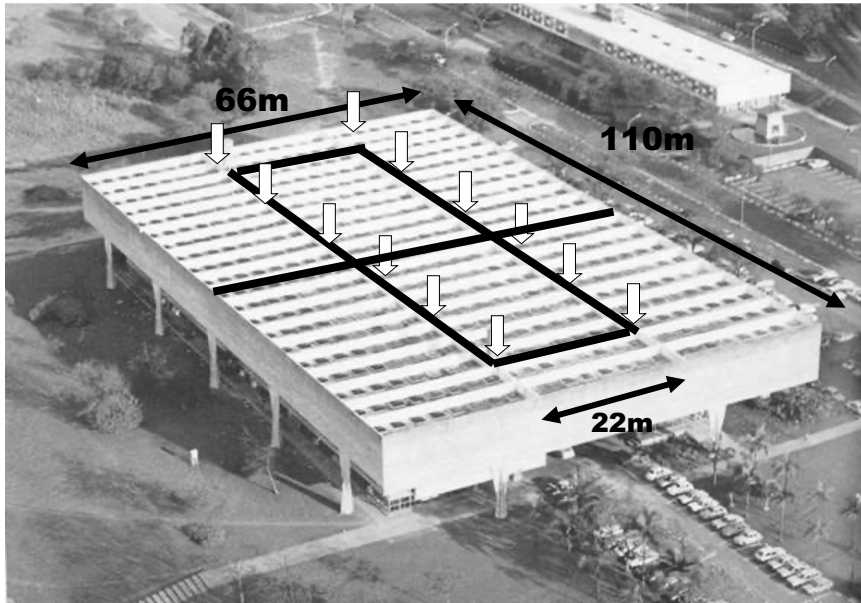
direitos reservados PhD 2013

3

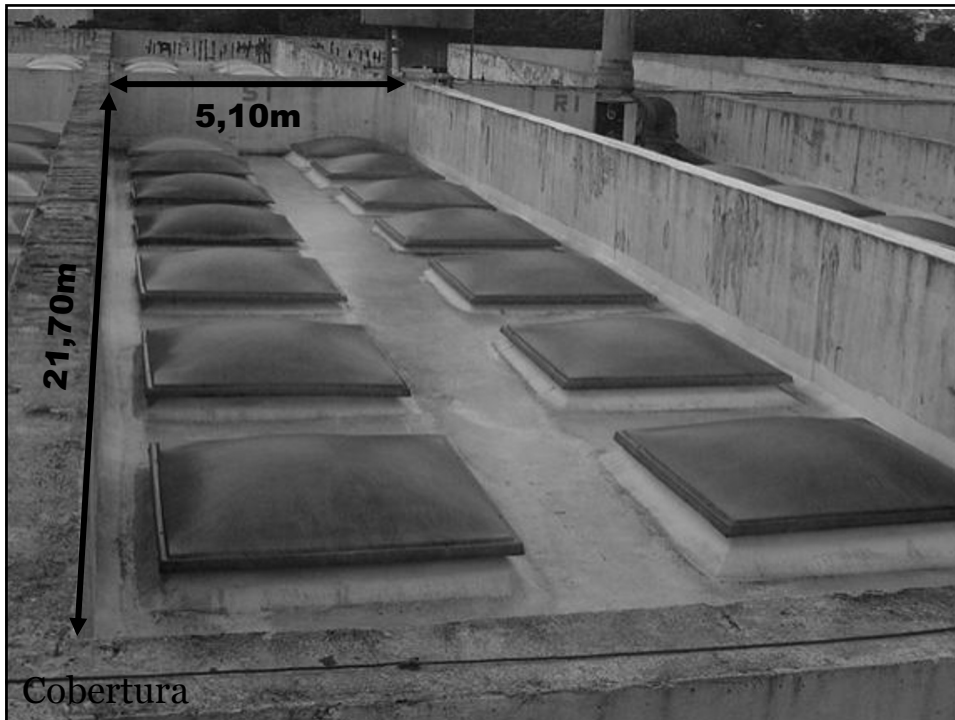


4

Edifício Sede da FAU.USP, em São Paulo, 1969



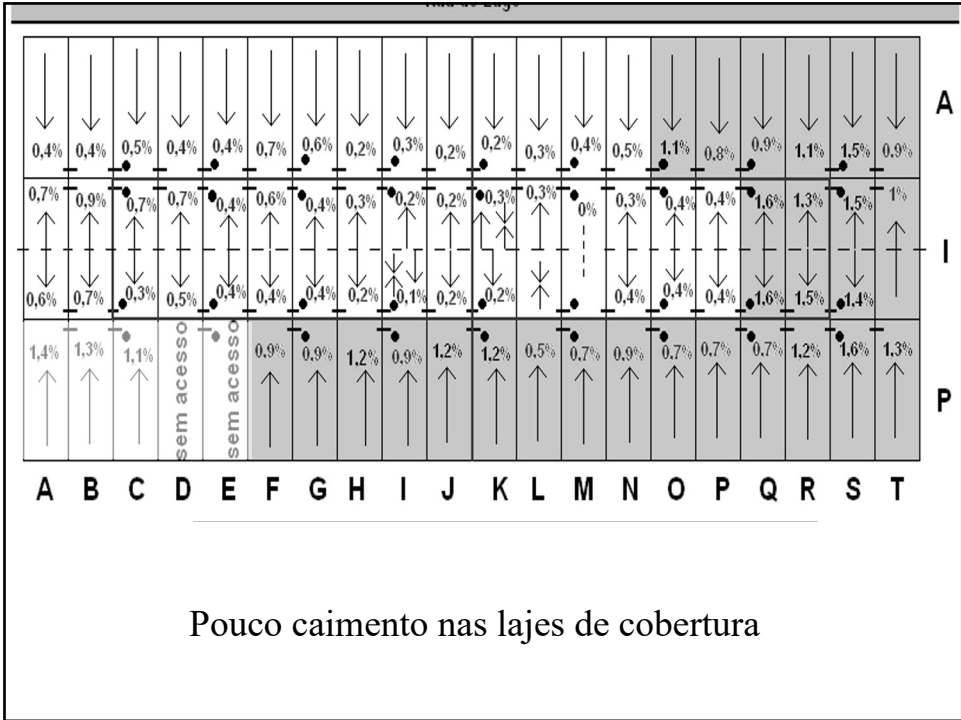
5



6

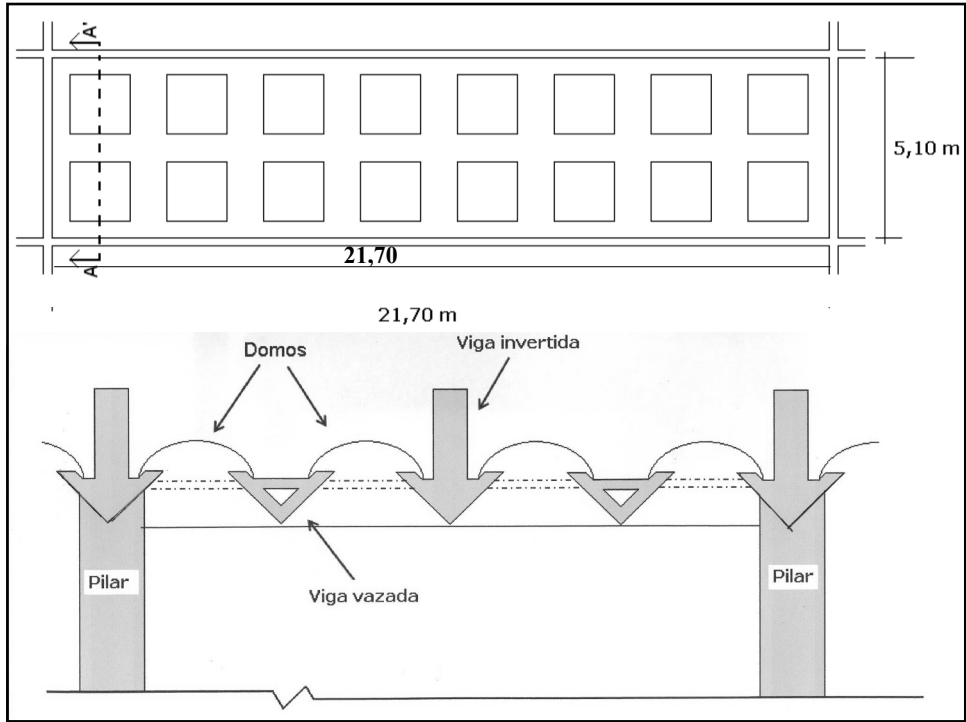


7



Pouco caimento nas lajes de cobertura

8



9



10

Problemas Observados

11

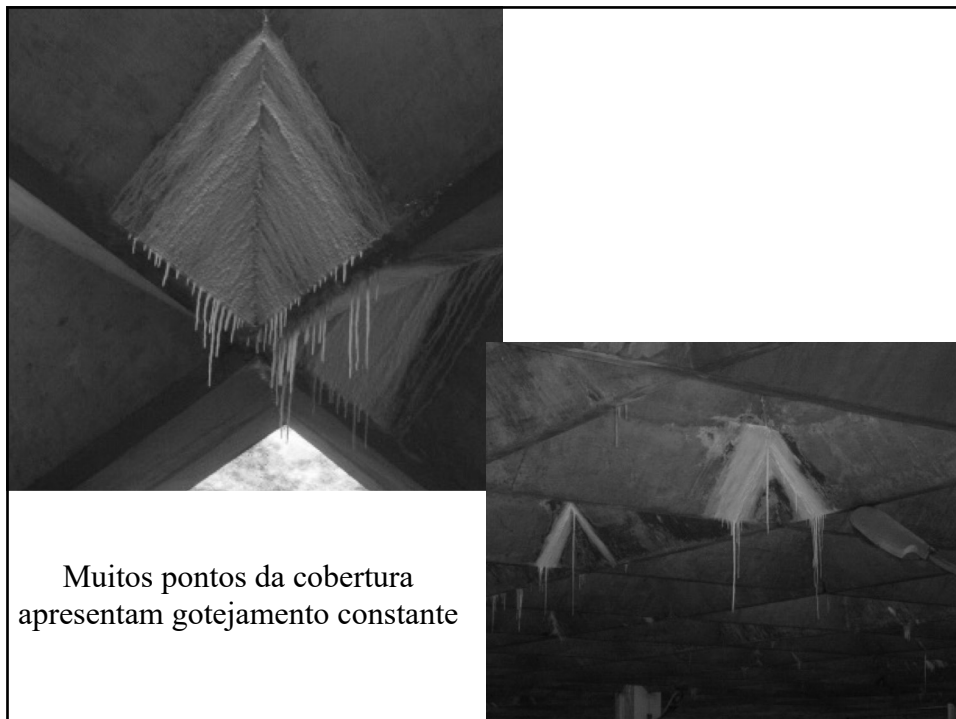


12

✓ Ocorrência generalizada de eflorescências e estalactites na face inferior da laje estrutural de cobertura



13

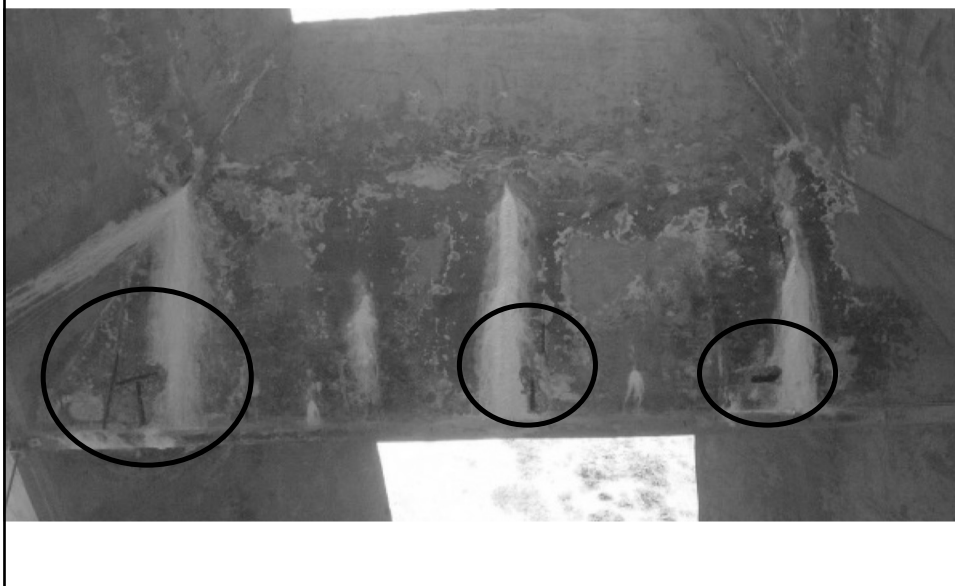


14



15

✓ Em pontos isolados da face inferior da laje de cobertura (teto) existe a ocorrência de corrosão de armaduras



16



17



18



19

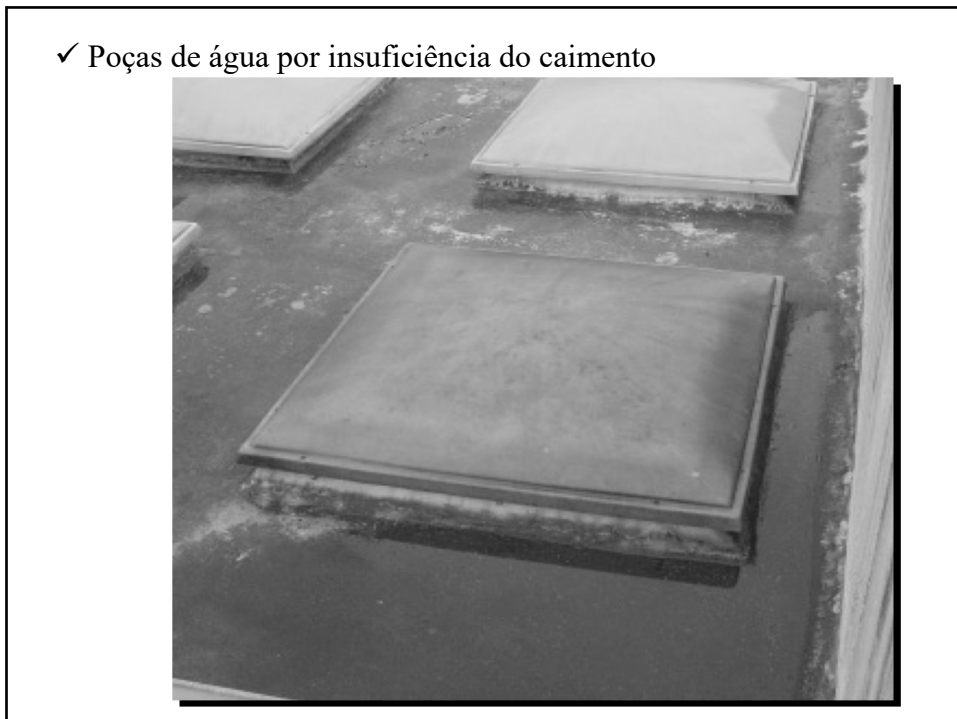
✓ Colapso do sistema de impermeabilização atual



20



21



22



23

✓ Corrosão de
armaduras nas vigas
estruturais invertidas



24



Corrosão nas vigas invertidas

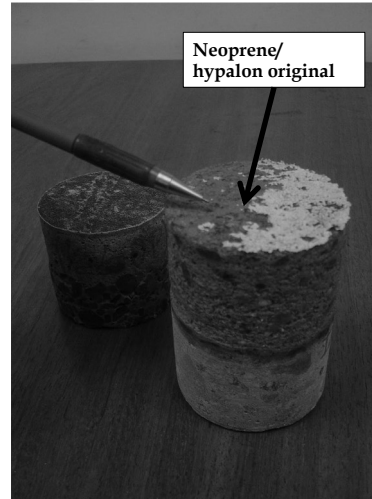
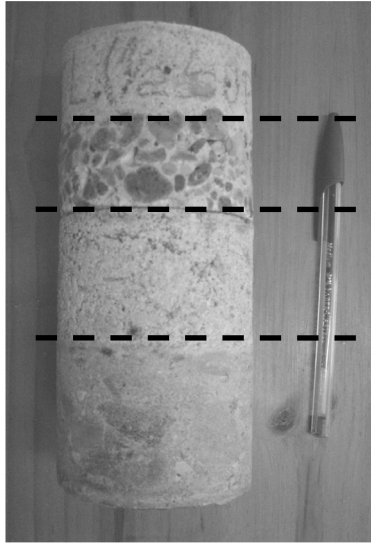
25

✓ Estribos rompidos por corrosão



26

Inspeção (face superior)



sobreposição de camadas

27

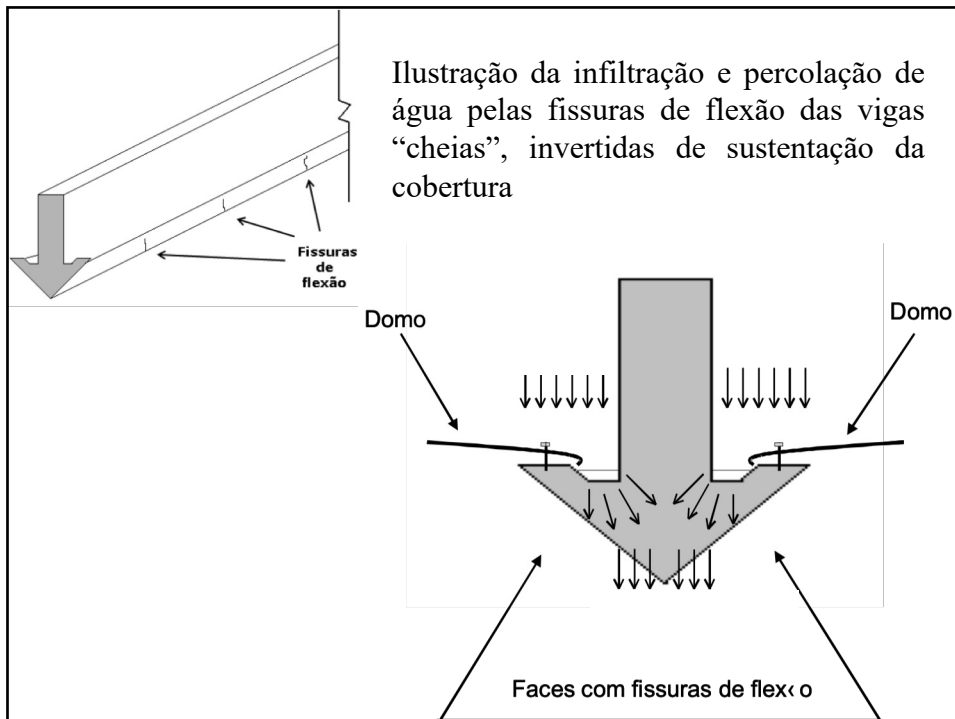
Diagnostico & Prognóstico

**mecanismos de infiltração de
água pluvial na cobertura**

28



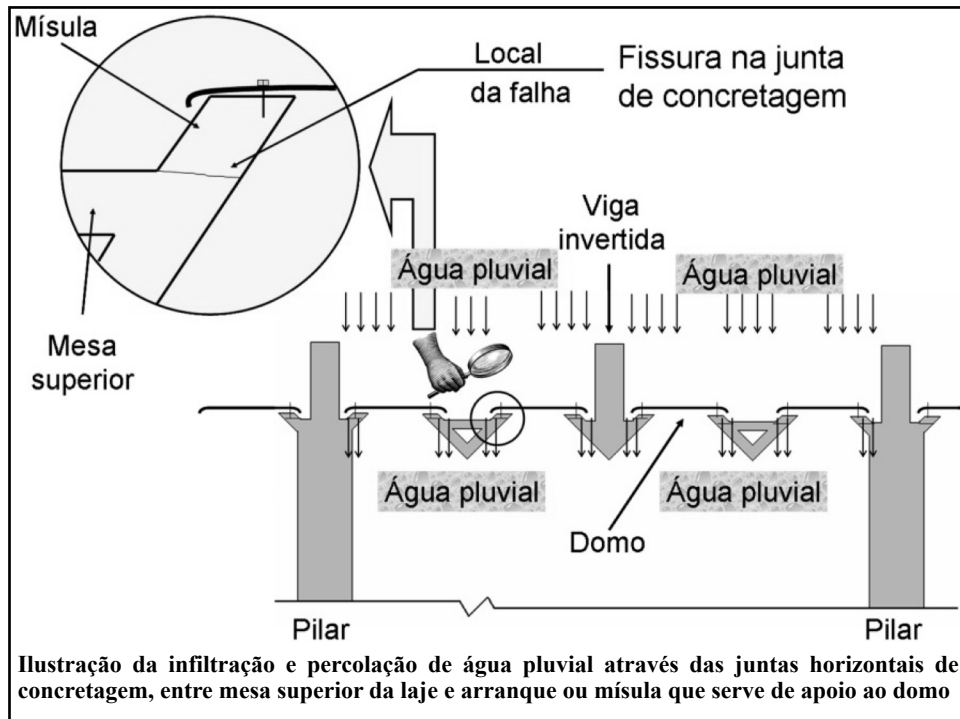
29



30



31

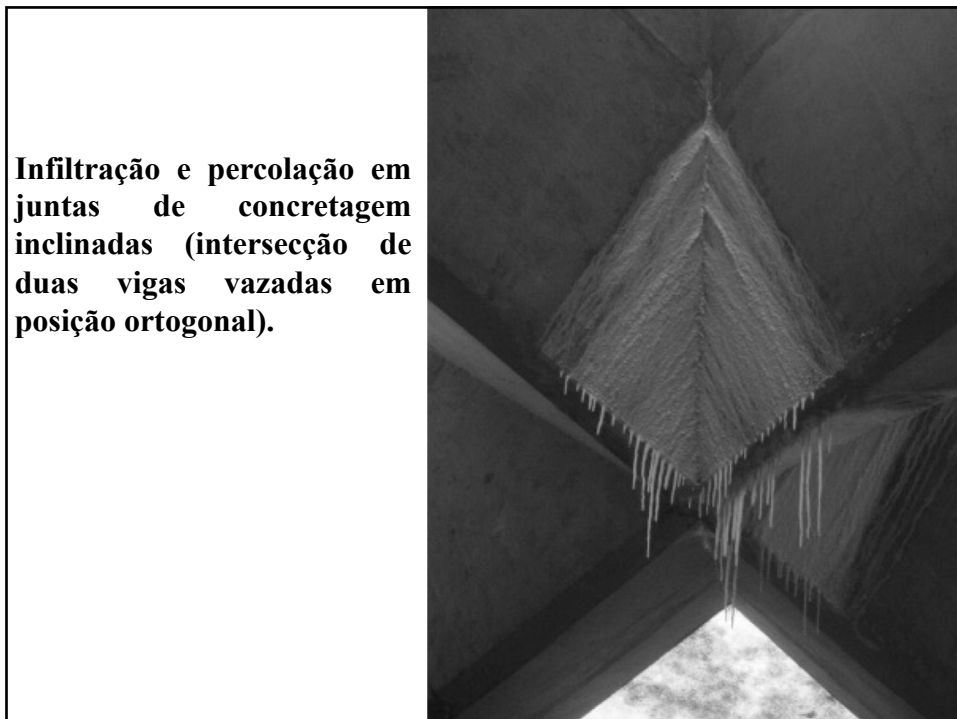


32



3º MECANISMO: Viga vazada, infiltração pelas juntas de concretagem inclinadas (encontro entre vigas das duas direções). Alimentado pela água do interior das vigas vazadas

33



Infiltração e percolação em juntas de concretagem inclinadas (intersecção de duas vigas vazadas em posição ortogonal).

34



35



36

Conceituação

*(intervenção em estruturas
de concreto)*

37



38



39



40

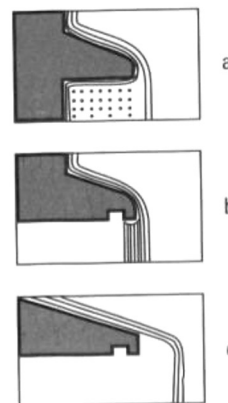
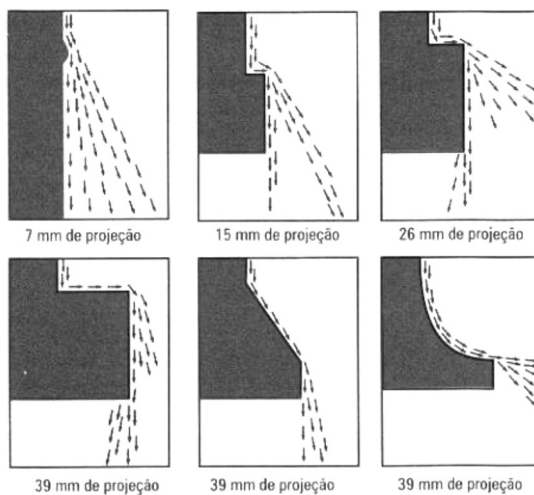
vida útil

Um concreto bem especificado, um fornecimento correto e uma execução adequada é suficiente para garantir vida útil?

não é somente isso...

41

Arquitetura planejada



cornijas, beirais,
pingadeiras ...

Uemoto, 2005 apud Couper, 1974

42

Edifício Martinelli



**84 anos de idade,
(1929), vida útil ?**



43

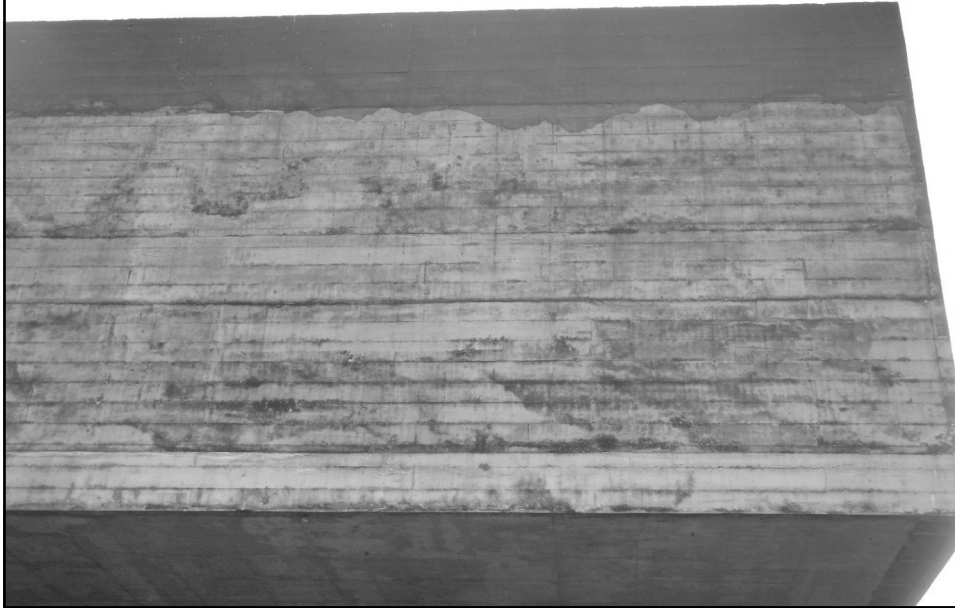


Exemplo...

40 anos de idade ...

44

ABNT NBR 6118:2007, item 7.2.4 ?



45

Arquitetura planejada (norma)

ABNT NBR 6118:2007, item 7.2.4:

“Todos os topos de platibandas e paredes devem ser protegidos por chapins. Todos os beirais devem ter pingadeiras e os encontros a diferentes níveis devem ser protegidos por rufos”

de quem é a responsabilidade?

46

O problema não é somente estético...



40 anos de idade...

47

O problema não é somente estético...



risco de vida (não é a útil)

48

Visão sistêmica da vida útil

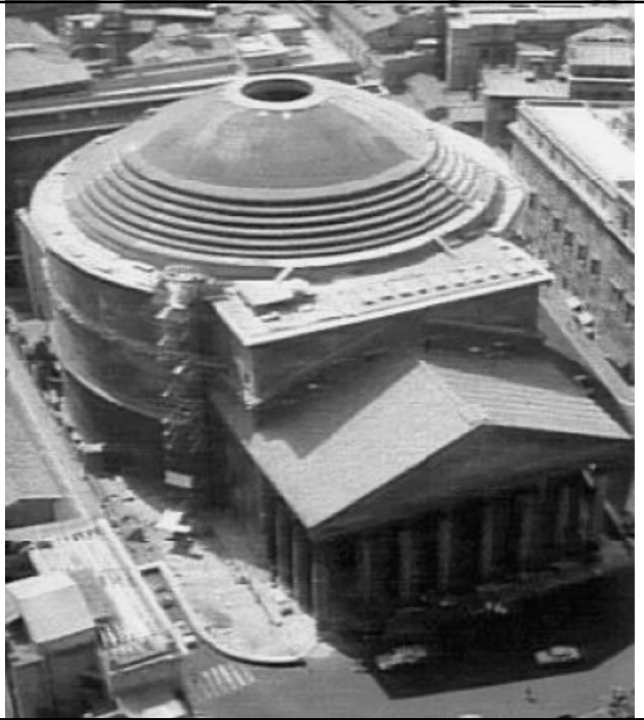


49

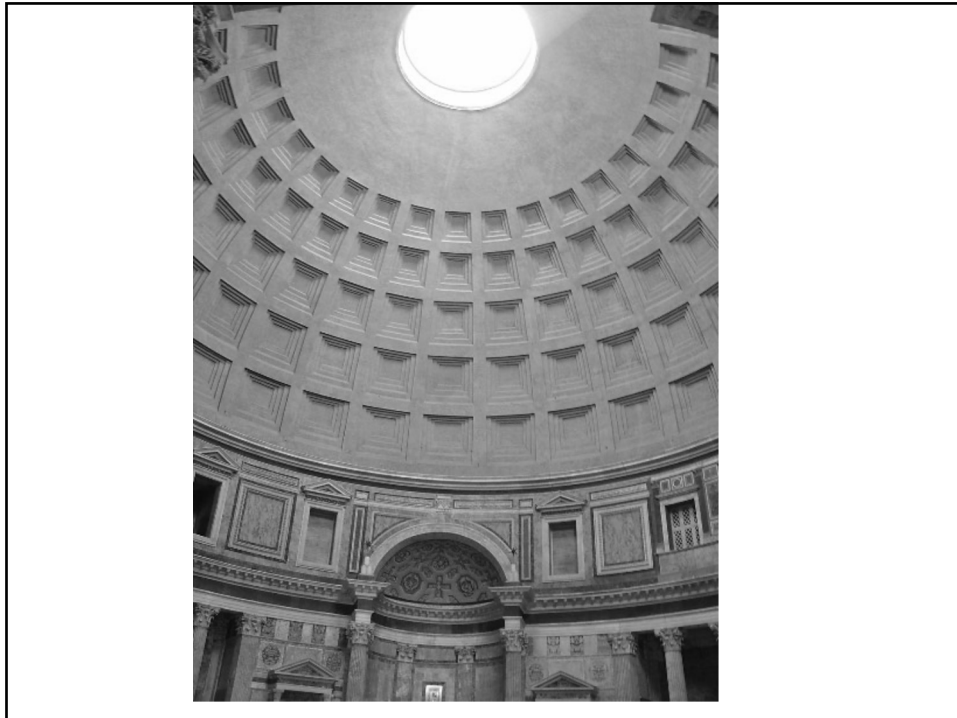
**Não existe material de
construção mais
durável que o concreto!
Somente algumas rochas
têm a mesma durabilidade**

50

Panteão
de
Roma



51



52



53

Cúpula do Panteão de Roma
Século II dC → Diâmetro de **44m**



54

Conceitos

- ✓ Impermeabilidade é diferente de estanqueidade
- ✓ Material é diferente de estrutura

55

Conceitos

- ✓ Não existe panacéia universal nem solução “definitiva”. A solução definitiva é saber conviver com o problema.
- ✓ Deve ser implementado um programa de manutenção permanente da cobertura

56

Solução Corretiva

- **Acessos / Segurança**
- **Estanqueidade juntas**
- **Proteção**
- **Reabilitar a estrutura**
- **Estanqueidade lajes**

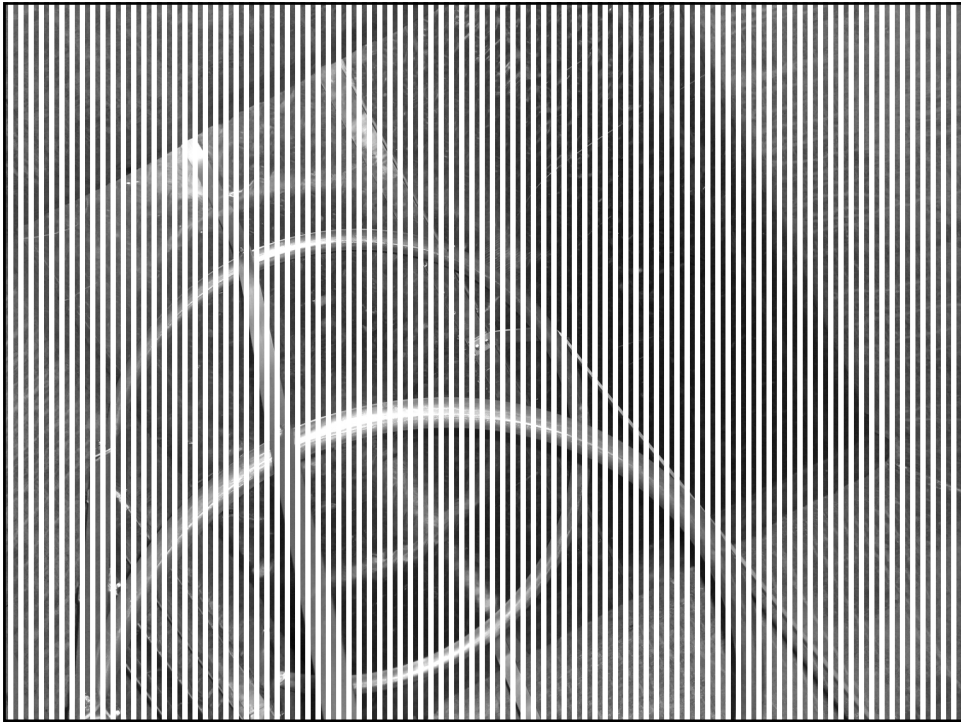
57

**acessibilidade,
segurança e
proteção contra
descargas
elétricas**

58



59



60



61



62



63



64



65



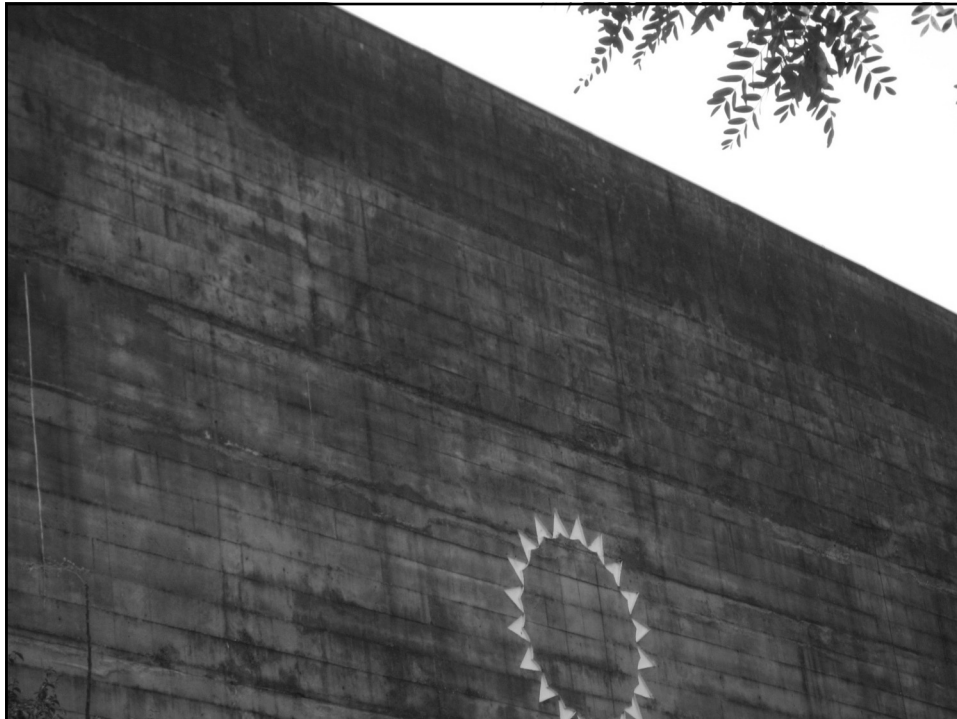
66



67



68

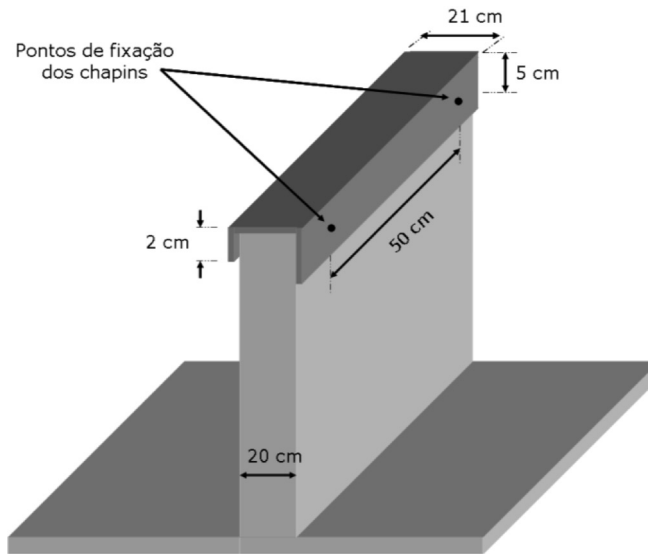


69

Estanqueidade de Juntas de Dilatação

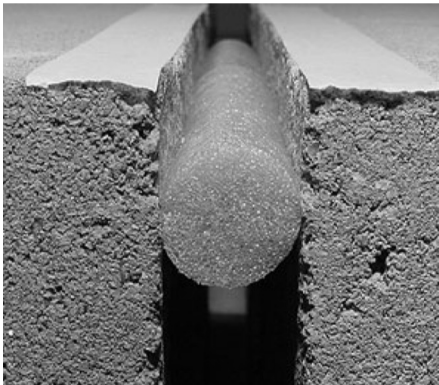
70

- Fornecimento e colocação de chapins de alumínio na face superior de todas as vigas invertidas e na viga (platibanda) de periferia

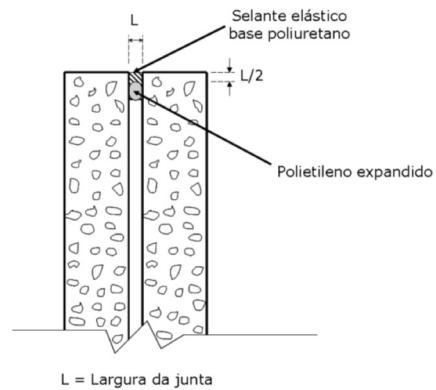


71

- Limpeza por escovamento das juntas de dilatação
- Instalação de tarucel
- Preenchimento com selante base poliuretano

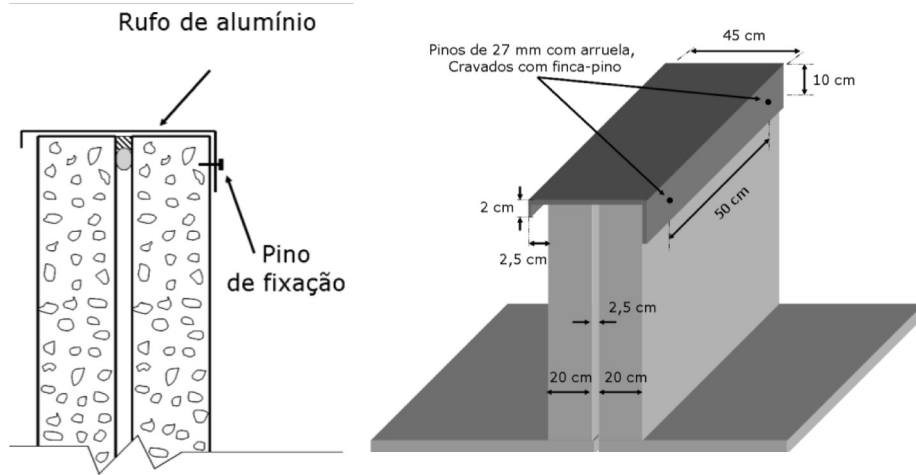


Exemplo de berço de polietileno expandido



72

Fornecimento e colocação de chapim de proteção a base de alumínio espessura de 2,5mm



73

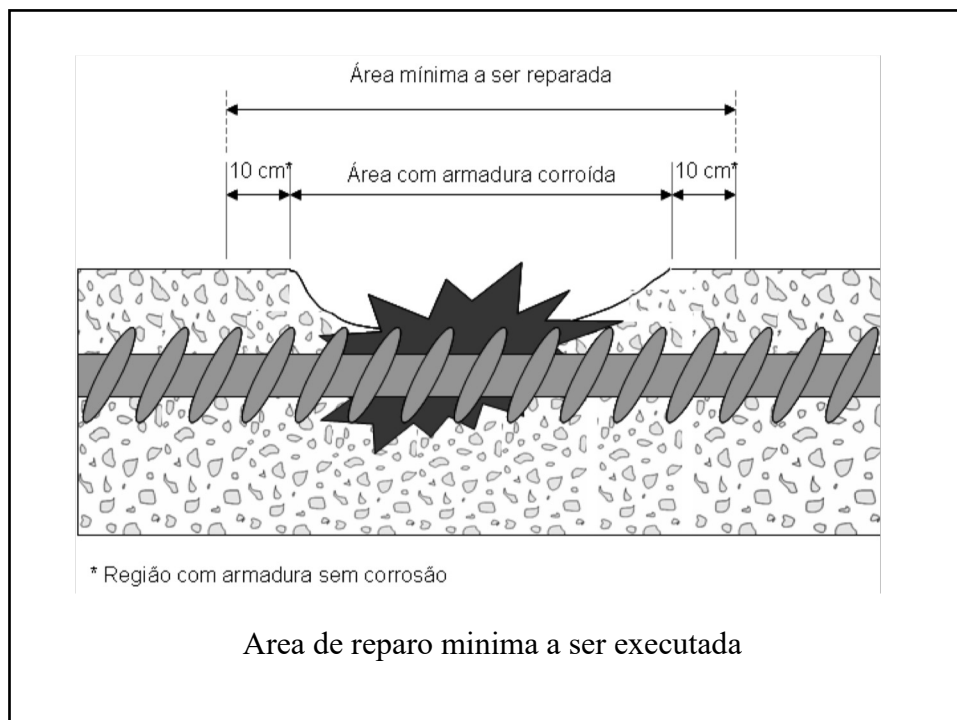
Recuperação estrutural das vigas

74

Corrosão nas vigas invertidas

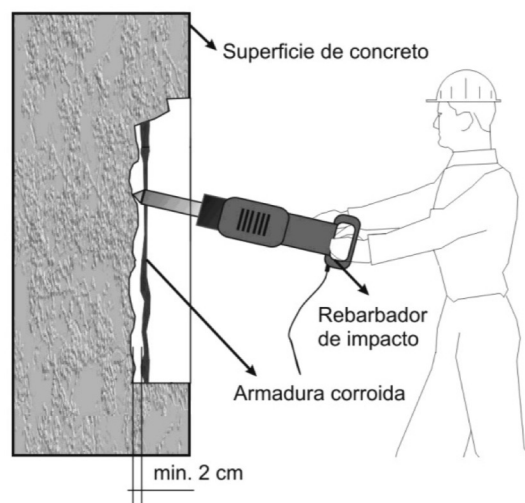


75



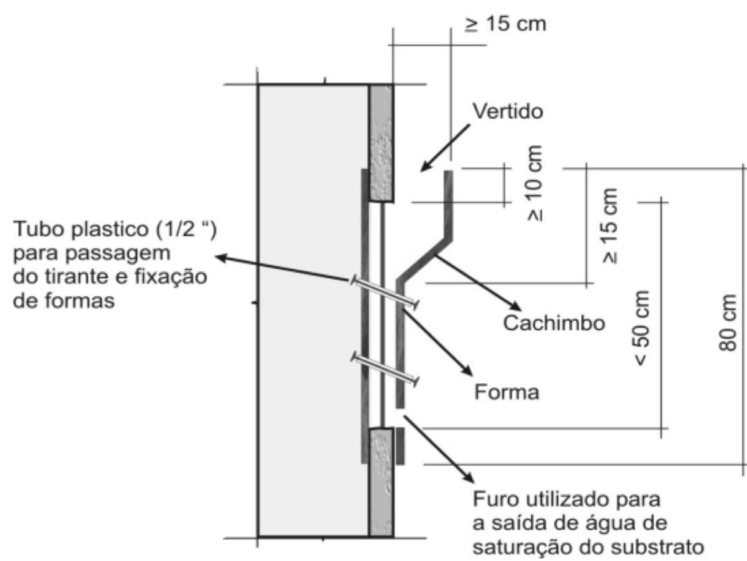
76

-- Escarificação do concreto contaminado, com martetele eletromecânico



77

Preenchimento com graute ou argamassa de alta resistência



Fôrmas tipo cachimbo

78

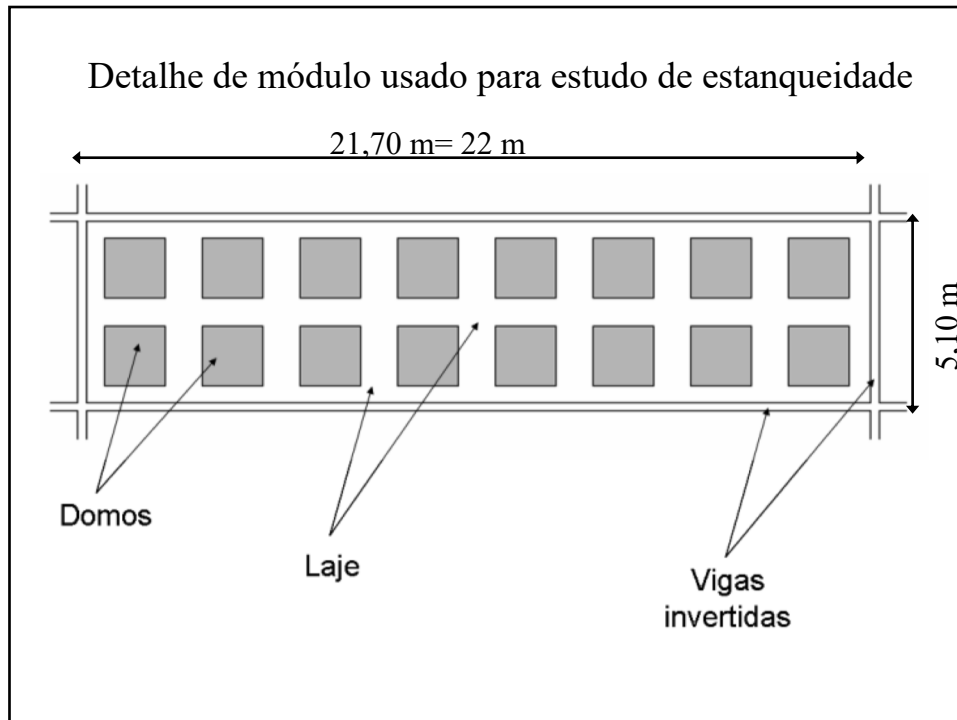
Alternativas para obter Estanqueidade Lajes

- **Silicato de sódio**
- **Manta PVC**
- **Poliuréia**

79

Impermeabilização da laje Silicato de sódio

80



81

Alternativa com silicato de sódio

- Retirada de todas as camadas de revestimento inclusive a argamassa de regularização original;
- Preparação da superfície;




Rugosidade da superfície recém-escarificada, devendo ser lixada

82

Alternativas

melhoria estrutura

Silicato de Sódio



83

Alternativa com silicato de sódio

Aplicação de acetato de cálcio diluída a 10%, 24 horas antes da aplicação do silicato de sódio



84

Alternativa com silicato de sódio

Aplicação do silicato de sódio em reparo preparado ao mesmo tempo em que é aplicado na laje de cobertura.



85

Alternativa com silicato de sódio



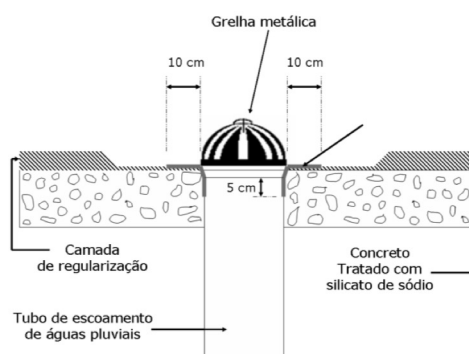
Hidratação de laje de concreto após aplicação do silicato de sódio

86

Alternativa com silicato de sódio

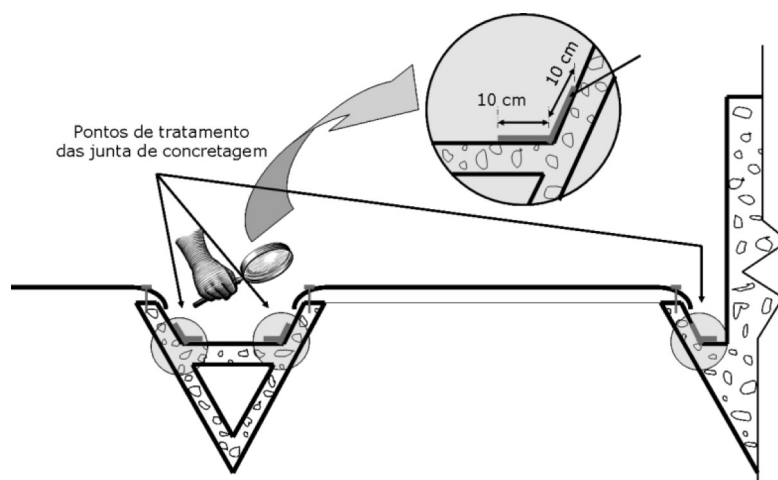
- Fechamento dos reparos localizado;
- Aplicação do silicato de sódio sobre o reparo;
- Tratamento dos ralos;
(selante autonivelante de poliuretano bicomponente)

- Aplicação de argamassa de cimento;
- Cura úmida por aspersão de água



87

Alternativa com silicato de sódio



Tratamento das juntas de concretagem com poliuretano

88

Impermeabilização da laje Manta PVC

89

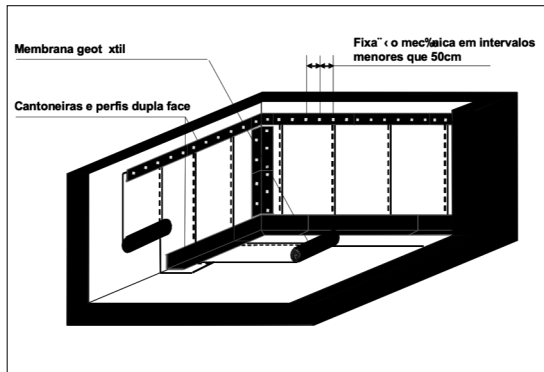
Recuperação e proteção inicial das vigas estruturais



90

Alternativa com manta de PVC

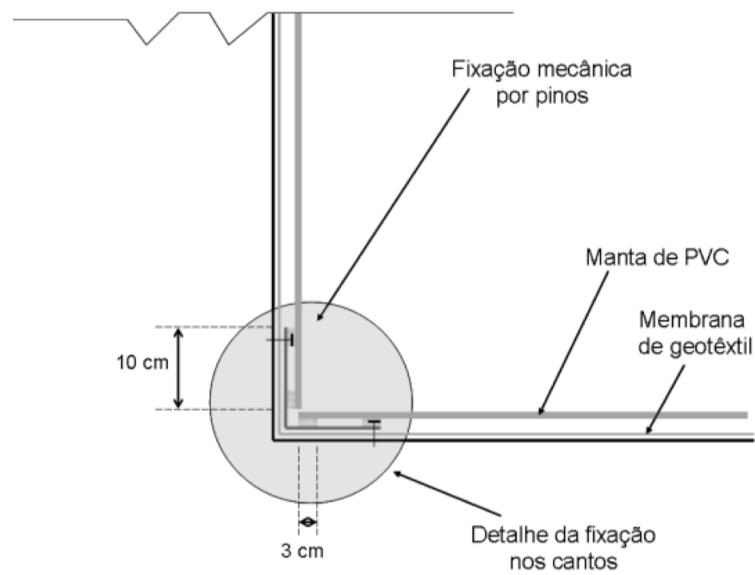
Fornecimento e aplicação da manta de PVC



- Geotêxtil de 150g/m², 3mm
- fixações mecânicas,
- perfil metálico com dupla-face (alumínio e PVC) e
- manta de PVC reforçada com malha de poliéster na espessura de mínima de 1,2mm.

91

Detalhe da fixação da manta de PVC nos cantos em 90°.



92



93



94

Alternativas

sistema não aderente

manta de PVC reforçada com malha de poliéster na
espessura de mínima de 1,2mm



95



96



97

Revestimento Poliuréia

sistema elastomérico de alta espessura
($>1,5\text{mm}$), à base de poliuréia pura isento
de solventes.

sistema aderente

98

Alternativa com revestimento base poliurea

- Regularização da superfície;**
- Cura úmida por aspersão de água;**
- Limpeza do substrato.**

99

Alternativa com revestimento base poliuréia



Air Less bi-componente” de pressão
mínima de 3.500 psi e temperatura
mínima de 75°C

100

Manutenção preventiva

101

Manutenção preventiva

- ✓ **Reparos estruturais** → Realizar reparos a cada 5 anos. Admite-se que eventualmente 5% das áreas reparadas apresente algum tipo de reincidência ou que surjam novos pontos.
- ✓ **Juntas de dilatação** → pequenos reparos a cada 5 anos. Renovação a cada 15 anos.
- ✓ **Sistema de proteção superficial da face inferior de laje** → Renovação a cada 5 anos.

102

Manutenção preventiva

- ✓ **Sistema de impermeabilização com revestimento de poliuréia** → deve ser realizada limpeza semanal e renovação a cada 15 anos.
- ✓ A água empoçada deve ser rotineiramente direcionada para os ralos, e pulverizado cal para matar insetos. (FAU.USP)
- ✓ **Sistema duplo de proteção superficial da empena perimetral** → deve ser realizada limpeza anual e renovação do verniz à base de resina acrílica 100% pura a cada 5 anos.

103

Manutenção preventiva

Manual de Utilização, Inspeção e Manutenção com base nas prescrições das normalizações nacionais :

ABNT NBR 5674 - Manutenção de edificações – Procedimento

ABNT NBR 14037 - Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação

104

Visão sistêmica da vida útil

Interação de três universos:

**ENGENHARIA
E TECNOLOGIA**

**ARQUITETURA
PLANEJADA**

**MANUTENÇÃO
ADEQUADA**

é possível !!!