

25 a 28 de agosto
São Paulo

 CENTRO DE CONVENCIONES
FREICANECA
Rua Frei Caneca, 596

Concretagem da Laje de Fundo do Poço Sul da Estação Vila Prudente Lote 8 da Linha 2 Verde do Metrô de São Paulo

A MAIOR CONCRETAGEM REALIZADA PELO METRÔ DE SÃO PAULO



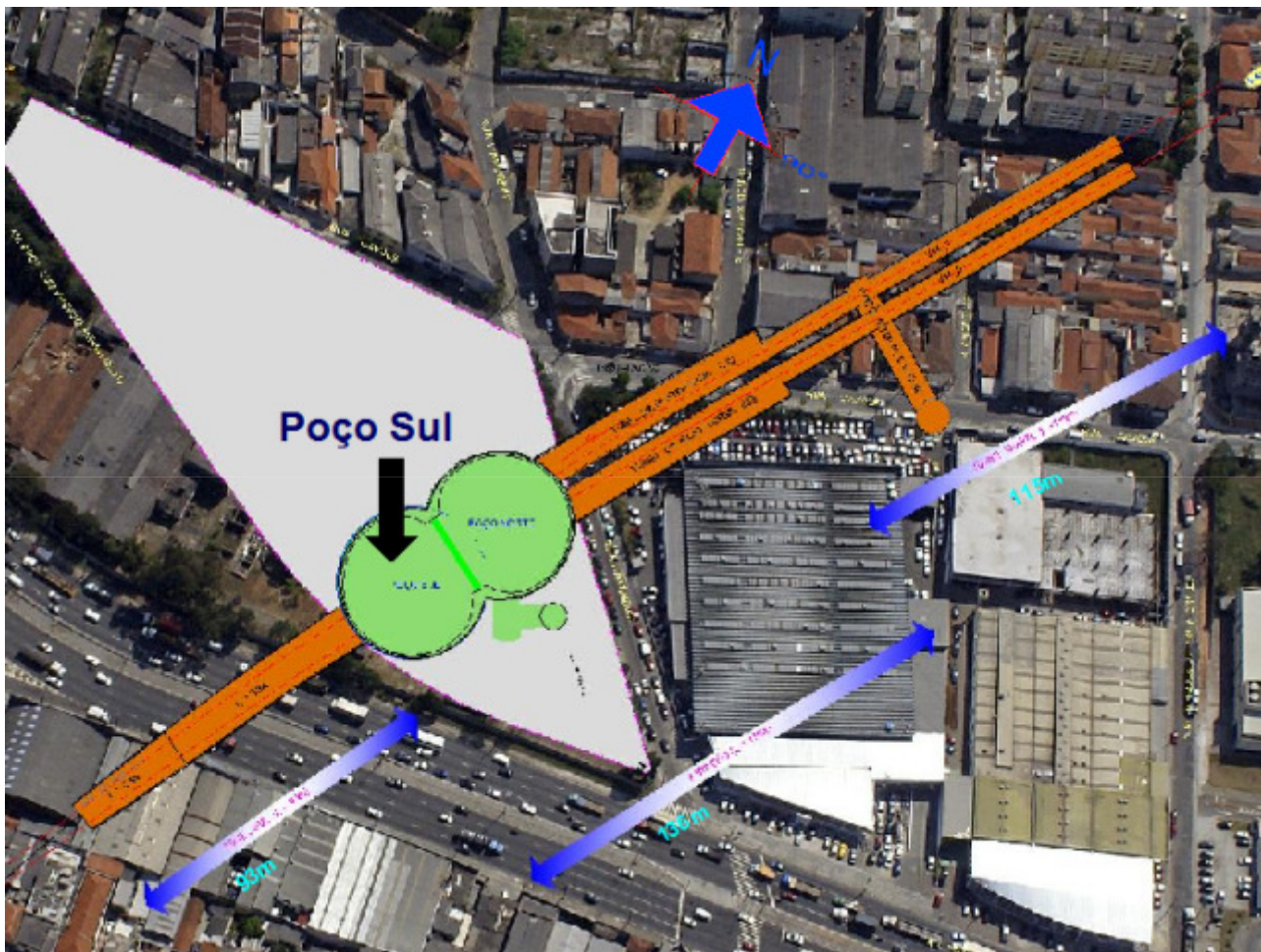
1) Localização e características da obra



Poço Sul:

- Profundidade = 29,10m
- Diâmetro da laje = 43,00m
- Área = 1.369,02 m²
- Laje de fundo: 3,20m
- Volume de concreto = 4.317,50 m³

Data da concretagem: 12/09/08 a 14/09/08



Especificações de Dosagem

ESPECIFICAÇÃO			
fck	=	35,0	MPa
Temperatura de lançamento	=	18 ± 2	°C
Abatimento inicial	=	40 ± 10	mm
Abatimento final	=	100 ± 20	mm
Agregado graúdo	=	Brita 1	
Tipo de lançamento	=	Bombeável	
a/c máximo	=	0,55	l/kg

Resultados obtidos

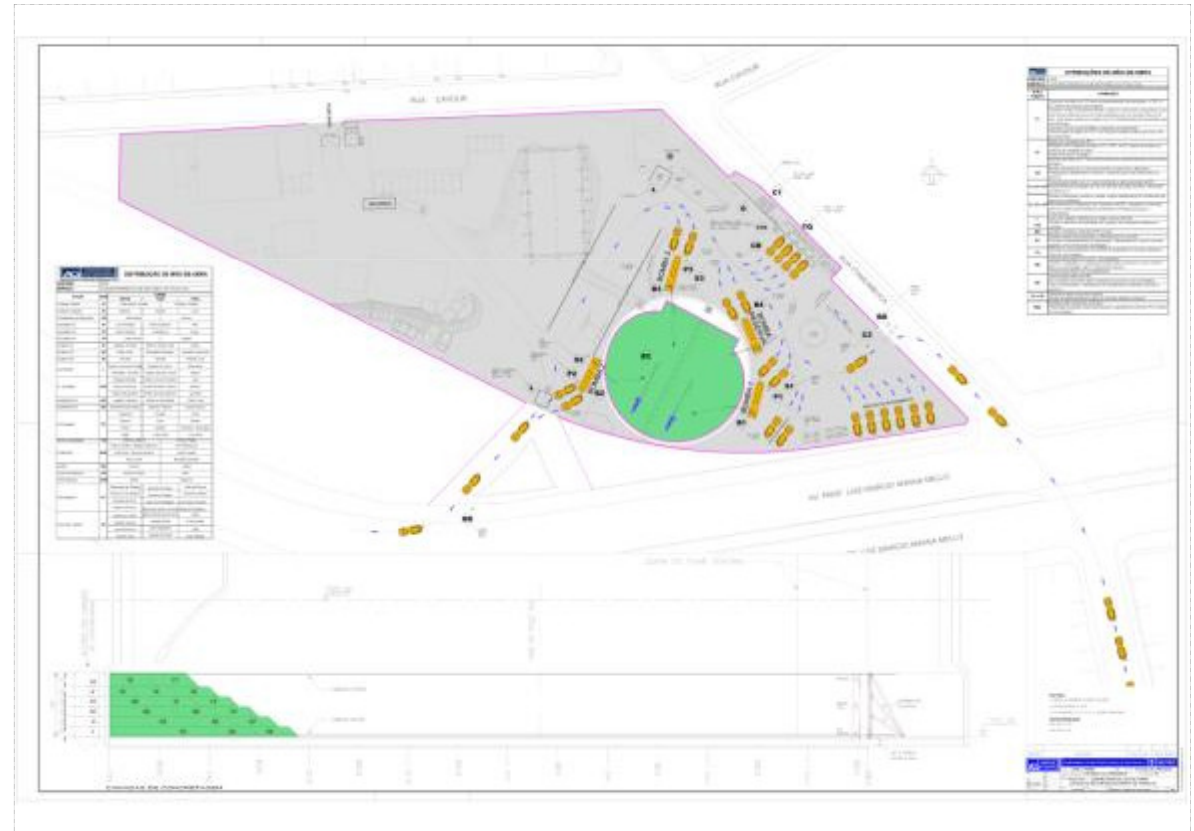
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL (MPa)				
f _{c7}	f _{c14}	f _{c28}		
40,8	44,8	53,6		
ANÁLISE DO DESEMPENHO (sec)	ANÁLISE DO DESEMPENHO (sec)	DENSIDADE DO CONCRETO FRESCO (kg/m ³)	TIPO DE AR INCORPORADO (%)	TEMPERATURA DO CONCRETO (°C)
50	95	2,387	2,3	18,7
TRAÇO UNITÁRIO EM MASSA (MATERIAIS SECOS)				
Aglomerante	Areia quartzo	Areia artificial	Brita 1	a/c
1,00	1,463	0,975	3,438	0,516

Obs.: Adição de 0,45% de aditivo MC Bauchemie do Brasil FK 100B-2 em relação à massa do aglomerante;
Adição de 0,45% de aditivo Cemix 2000 – Vedacit em relação à massa do cimento;
Adição de 0,1% de aditivo Retard – Vedacit em relação à massa do cimento.

Obs: Durante todo o período da execução da Laje do Poço Sul, lançamento de concreto, a Concreteira Holcim se comprometeu a garantir o fornecimento de um único “lote” de cimento para toda a concretagem, isso se fez possível devido à existência de um silo de cimento de 2000 toneladas no município de Santo André preparado para atender a demanda do Poço Sul da Estação Vila Prudente, das quais foram consumidas aproximadamente 1400 toneladas.

3) Plano de Concretagem

Logística



3) Plano de Concretagem

Equipamentos

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE	OBSERVAÇÕES
Centrais de Concreto	2	Ambas com dois pontos de carga
Bombas Lança	4	3 trabalhando e 1 em "stand by"
Caminhões Betoneira	42	25 da Central São Caetano e 17 da Central Santo Amaro
Compressores de ar estacionários GA 160AP	2	
Vibradores elétricos - 60mm	12	
Vibradores elétricos - 45mm	2	
Vibradores pneumáticos - 60 mm	Ajustar linha da tabela	
Vibradores pneumáticos - 45 mm	4	
Motor para vibrador à gasolina	2	

Obs1: A Holcim manteve a disposição uma terceira usina (Água Branca) em "stand by".

Obs2: A Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) prestou apoio logístico e de organização do trânsito no entorno da Obra durante a execução da concretagem.

Obs3: Foi disponibilizado em caso de necessidade um caminhão para redosagem de gelo na obra.

Equipes Envolvidas

As equipes (Produção, Apoio à Produção, Apoio e Qualidade) foram divididas em três turnos, as quais atenderam a todo plano de concretagem de forma contínua, com um total de 324 envolvidos.

4) Sequência Executiva

1ª Fase – Usina de Concreto

- O cimento na baía deveria ser mantido em temperatura máxima de 50°C;
- Carregamento do caminhão betoneira (7,0m³) – adição de 55% da água traço em gelo;
- Liberação para a Obra.



2ª Fase – Obra

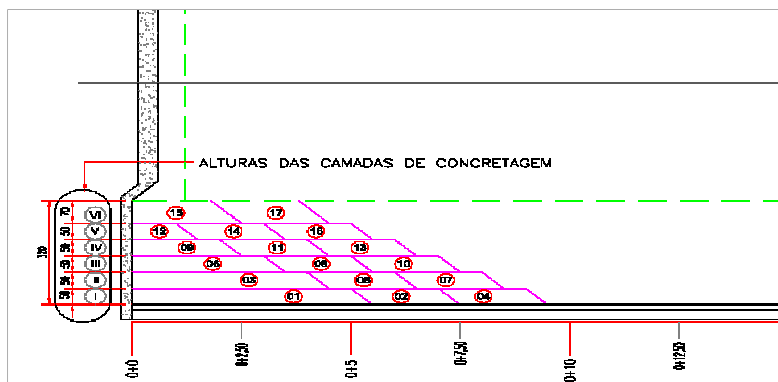
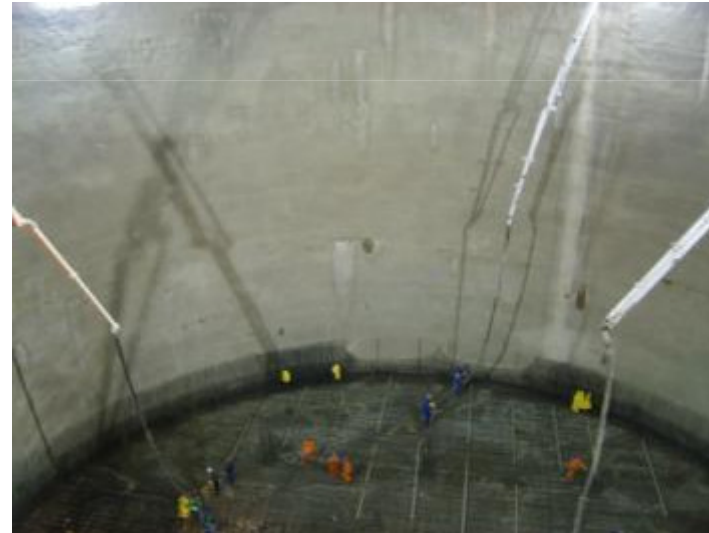
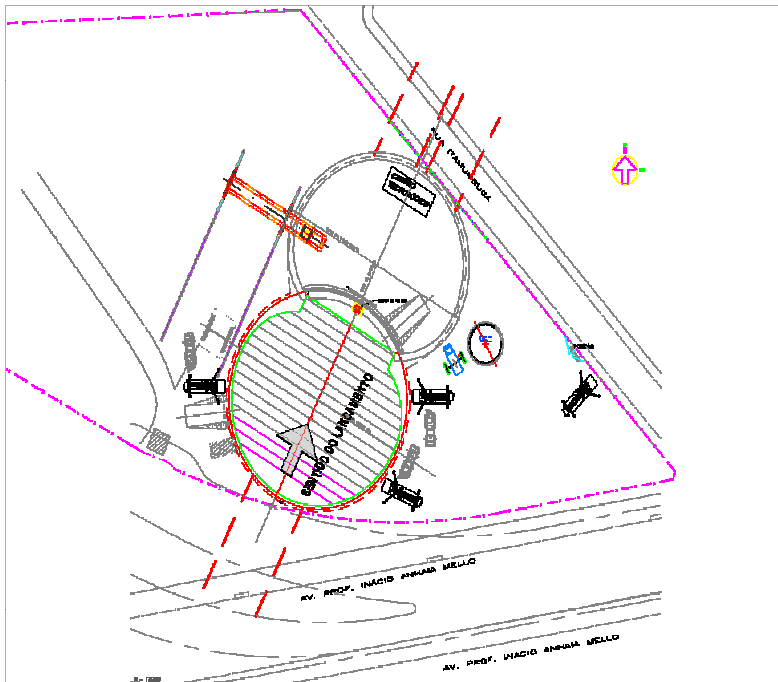
- Temperatura inicial da betoneira;
- Leitura inicial slump;
- Dosagem – adição de aditivo;
- Leitura final slump;
- Moldagem de corpos de prova;
- Temperatura de lançamento,



4) Sequência Executiva

3ª Fase – Lançamento e Adensamento do Concreto

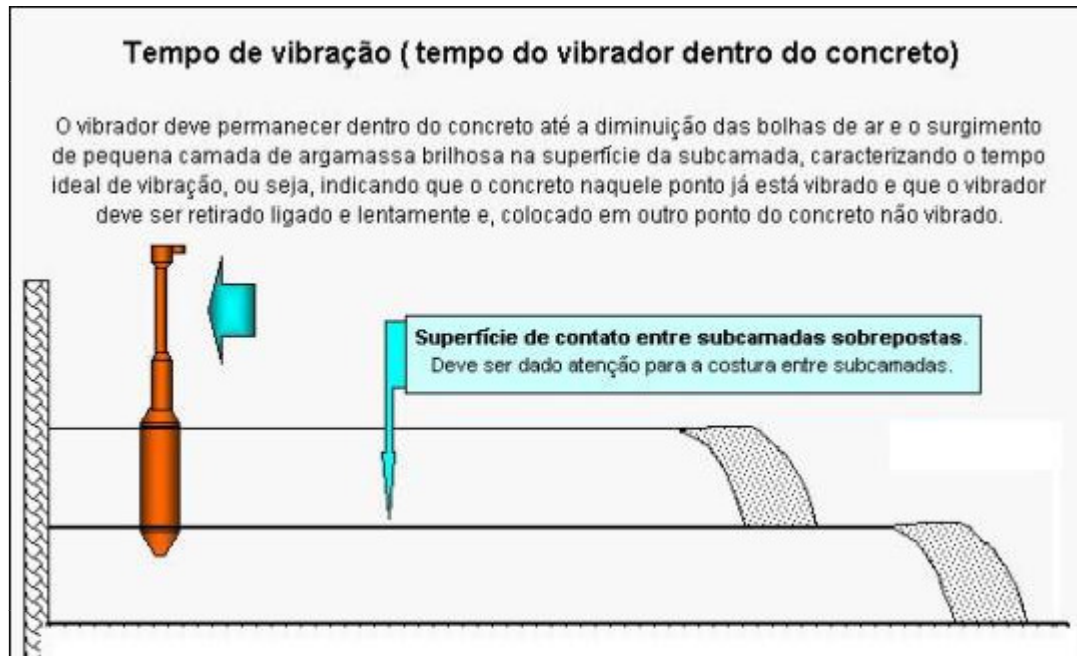
. O lançamento do concreto foi realizado conforme indicação do sentido inicial de lançamento, expresso no desenho abaixo:



4) Sequência Executiva

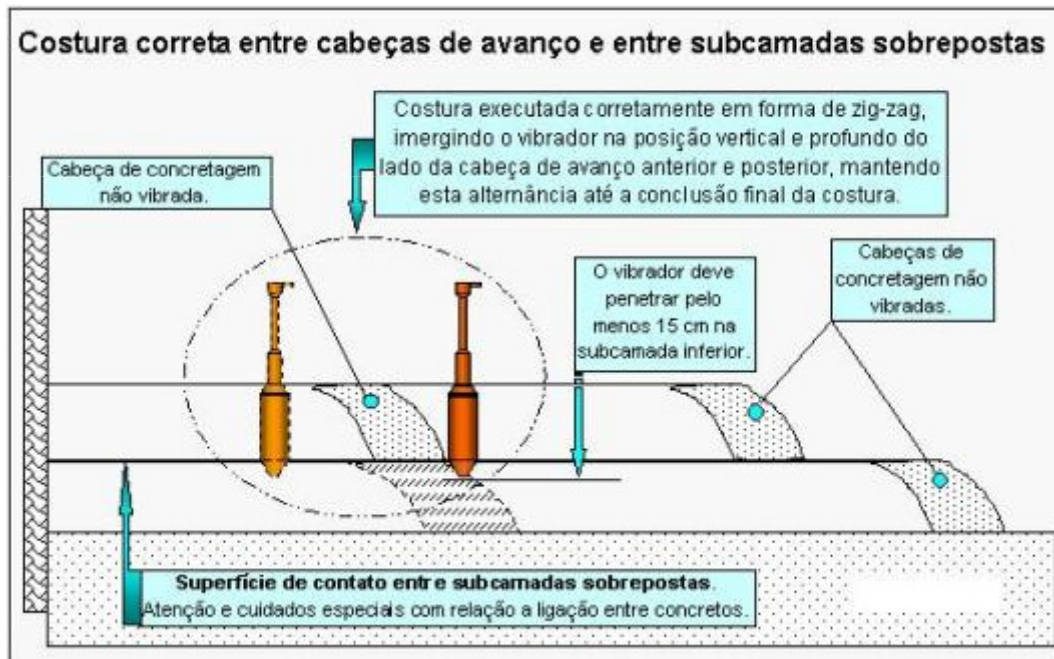
3ª Fase – Lançamento e Adensamento do Concreto

- O lançamento do concreto foi realizado conforme indicação do sentido inicial de lançamento, expresso no desenho abaixo:



4) Sequência Executiva

3ª Fase – Lançamento e Adensamento do Concreto



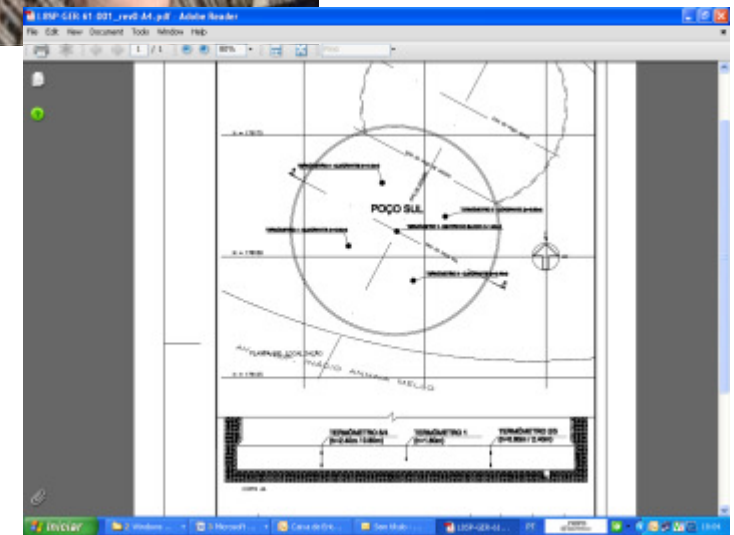
4ª Fase – Cura do Concreto

“A priori” a cura do concreto deu-se por meio de cura química, porém, além da cura química com o intuito maior de baixar a temperatura pós-lançamento do concreto houve a previsão de estabelecer um “sistema de irrigação” que compreendeu a instalação de irrigadores em toda borda do Poço Sul, os quais se mantiveram ativos durante o processo de concretagem.



5) Controle Tecnológico

Controle de Ensaios
Ações de Contingências
Controle de Temperatura



6) Plano de Emergência

Diversos outros fatores como:

Chuva;

Queda de energia elétrica;

Trânsito;

Acidente de trabalho e de trajeto;

Quebra de equipamentos

Foram preparados e planejados para evitar contra-tempos que pudessem influenciar na execução da concretagem.

7) Resultados

Dados gerais sobre a concretagem

Início do lançamento da concretagem: 12/09/08 às 20h00min

Término do lançamento da concretagem: 14/09/08 às 21h00min

Duração total: 49 horas

Volume de concreto lançado: 4317,50m³

Funcionários envolvidos: 324

7) Resultados

Estatística real média da concretagem da Laje de Fundo do Poço Sul

Horas trabalhadas	49:12
Quantidade de Caminhões Betoneiras	580
Volume real	4.317,500 m ³
Produtividade m ³ /h	87,9 m ³ /h
Tempo médio de lançamento/betoneira	18'
Tempo médio de deslocamento do Caminhão Betoneira (central-obra)	42'
Consumo médio de aditivo <u>Cemix 2000</u> (superplastificante)	18,36 l
Consumo médio de <u>Retard</u> (retardador)	2,8 l
Temperatura média de recebimento do concreto na obra	15,8 °C
Média de abatimento no recebimento (<u>slump</u> inicial)	51,6 mm
Média de abatimento no lançamento (<u>slump</u> final)	120 mm
Consumo de gelo (dosado na Central)	83,38 kg/m ³

Especificações técnicas:

ABNT/ NBR 7211/05
 ABNT 1401/92
 NBR 10787
 NBR 10908/90
 ABNT/ NBR/ NM 248
 ABNT/ NBR/ NM 46
 ABNT/ NBR/ NM 7389
 EB 1763/92
 ASTM C1567

Dados Técnicos de Cálculo Térmico

Dados Técnicos de Cálculo Térmico	
Temperatura Média de Lançamento	14° C
Temperatura Máxima	52,4° C
Gradiente Térmico ADMISSÍVEL	24,9° C
Gradiente Térmico PREVISTO	24,4° C
Calor Hidratação	63 cal/g
Capacidade Calorífica	1,64
Elevação Adiabática	38,4 °C

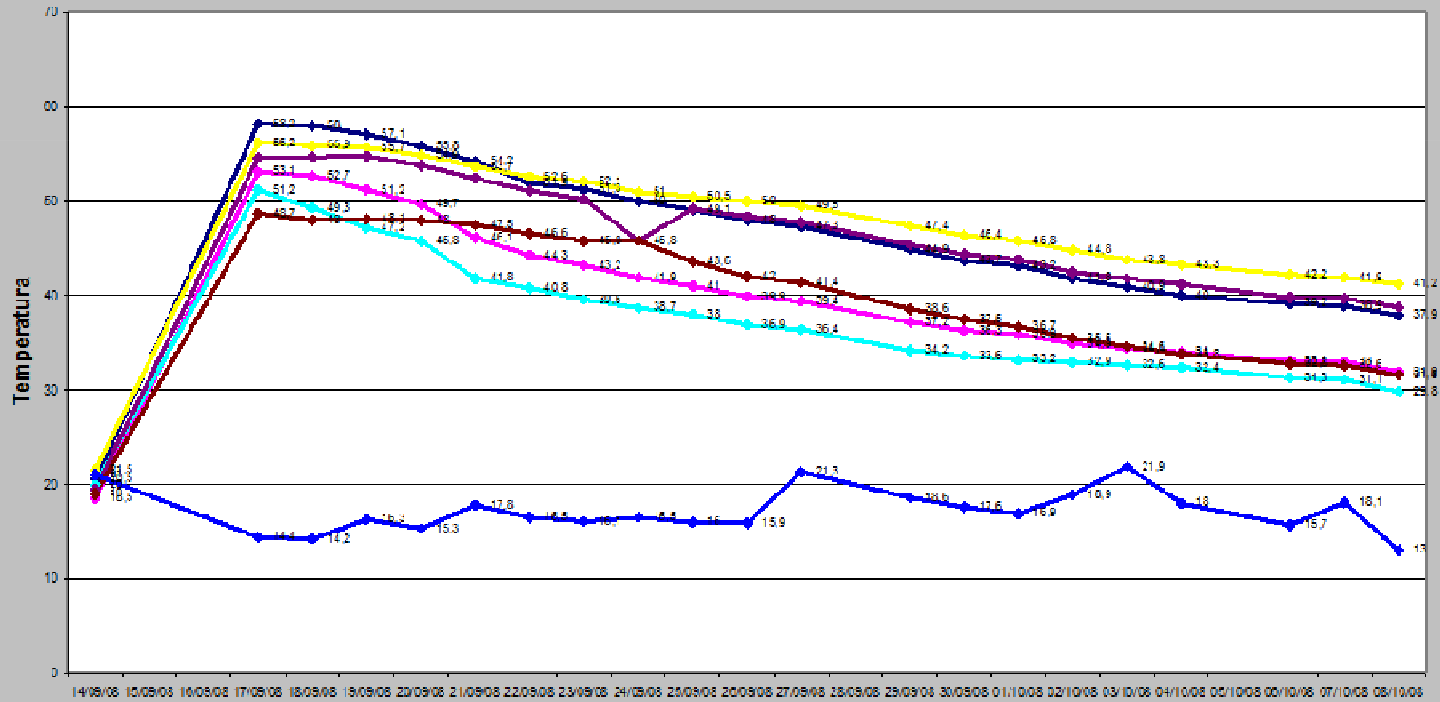
Resistência de Compressão Axial (Mpa)

fc2	fc3	fc28
16,9	23,5	53,3

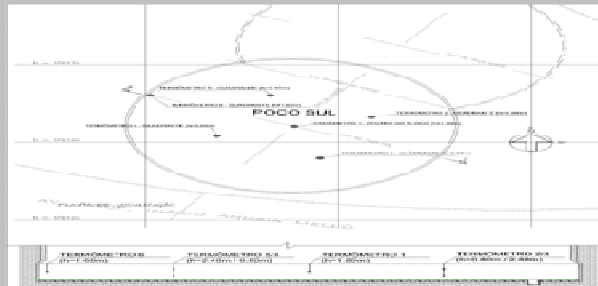
Obs: Cálculo estimado, com variação em torno de 15%.

7) Resultados

Indicador de Temperatura Laje de Fundo - Poço Sul



Data



- P 1 - 1,50
- P 2 - 0,80
- P 3 - 2,40
- P 4 - 0,50
- P 5 - 2,40
- P 6 - 1,30
- AME

25 a 28 de agosto
São Paulo

 CENTRO DE CONVENÇÕES
FREICANECA
Rua Frei Caneca, 596

OBRIGADO