

PRÉ – FABRICADOS DE CONCRETO



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

CURSO BÁSICO ABCIC

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

VÍDEO INSTITUCIONAL ABCIC

PRINCÍPIOS ELEMENTARES

- Construção Industrializada
- Processo
- Pré-moldados
- Pré-fabricados
- Concreto Armado
- Concreto Protendido (aderente e não aderente)

CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA

Industrialização da Construção

“É o emprego de forma racional e mecanizada, de materiais, meios de transporte e técnicas construtivas, para se conseguir uma maior produtividade.”

***Instituto Eduardo Torroja
de la Cosntrucción y del
Cemento***



PROCESSO

Os processos são compostos por:

- Método (Padronizar)
- Mão de Obra (Capacitar)
- Medição (Avaliar)
- Máquinas (Adequar e Manter)
- Matérias Primas (Qualificar e Avaliar Desempenho).

PRÉ - MOLDADOS

Pré – moldagem:

Processo de construção em que a obra, ou parte dela, é moldada fora de seu local de uso definitivo. A pré-moldagem é relacionada aos conceitos de industrialização e pré-fabricação.



PRÉ - FABRICADOS

Pré-fabricação:

“...pré-fabricação é um método industrial de construção em que os elementos fabricados, em grandes séries, por métodos de produção em massa (**instalação industrial**), são montados na obra, mediante equipamentos e dispositivos de elevação”.

Fernández Ordóñez



CONTEXTO HISTÓRICO

- Alguns casos isolados de pré-fabricados - início nos anos 1960/1970;
- “Milagre brasileiro” - Brasil país do futuro - investimento em novas tecnologias;
- Início dos anos 80:
 - Execução de um grande número de Galpões Industriais;
 - Pré-fabricação começa a ter visibilidade no mercado;
 - Consolidação do uso da Telha W;
 - Importação de equipamentos para a produção de lajes pré-fabricadas alveolares;

CONTEXTO HISTÓRICO



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



**Conceito pré-fabricados
Associado a galpões
industriais, padronização
em detrimento da
criatividade.**

**Paredes PI – conceito de
fachadas.**

CONTEXTO HISTÓRICO

- Em conseqüência do bom desempenho do sistema no final da década de 80 foi iniciada a utilização das lajes pré-fabricadas na área habitacional.
- Início dos anos 90 – lajes alveolares em edifícios acima de 3 andares buscando vencer vãos maiores;
- Velocidade, organização, praticidade, economia e identidade arquitetônica padronizada – grande utilização no setor de supermercados e Shopping-Centers;

CONTEXTO HISTÓRICO (ATUAL)



Consonância com a liberdade arquitetônica.
Versatilidade de painéis alveolares e
arquitetônicos.
Obras Verticais.
Estruturas mistas.



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

Edifícios Altos (Estruturas Mistas)



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

CONTEXTO HISTÓRICO (ATUAL)

- Últimos 8 - 10 anos
fachadas pré-fabricadas =
sofisticação
arquitetônica
- Hoje, o mercado
nacional está
capacitado a oferecer
um sistema completo,
que vai da estrutura à
fachada.



VANTAGENS

- Construções com menores prazos para entrega, unindo maior velocidade à redução dos custos fixos, proporcionando a garantia de retorno financeiro rápido;
- Busca de maior qualidade, produtividade e redução de desperdícios.
- Necessidade de um modelo de desenvolvimento para a indústria da construção civil. (Sustentabilidade, qualificação de mão de obra, mudanças culturais).
- Resistência ao fogo inerente ao próprio Sistema.

VANTAGENS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

Rapidez na execução.



**Lajes alveolares de um
depósito de hipermercado
recuperadas após incêndio (
com fibra de carbono).**

VANTAGENS (COMPATIBILIZAÇÃO COM INSTALAÇÕES)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

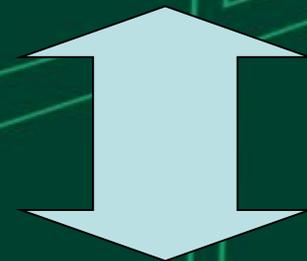


SUSTENTABILIDADE

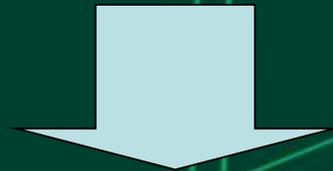
- **POUPAR AS JAZIDAS NATURAIS. USO DE RECURSOS LOCAIS.**
- **ELIMINAR A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS.**
- **RECICLAR EDIFÍCIOS.**
- **RECICLAR MATERIAIS.**
- **RACIONALIZAR A CONSTRUÇÃO.**
- **PRODUZIR EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS.**
- **PRESERVAR PATRIMÔNIO.**

SISTEMAS CONTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS

- MAXIMIZAM A EFICIÊNCIA E A EFICÁCIA
- EMPREGAM A MAIS ALTA TECNOLOGIA
- SÃO ECONOMICAMENTE VIÁVEIS



RACIONALIZAÇÃO , RECICLAGEM , AUTOMAÇÃO



PRÉ - FABRICAÇÃO

ESTRUTURAS PRÉ – FABRICADAS (classificação)

- Quanto ao local:
Fábrica ou Canteiro
- Quanto a categoria
do peso dos
elementos: Leve ou
Pesado
- Quanto a
aparência: Normal
ou Arquitetônico



LEVE



Pórticos (estrutura de cobertura integrada ao sistema).

Soluções econômicas.

Com ou sem tirantes.

Vão: 8 a 25m

Pé direito: 3 a 20m

Modulação: 4 a 12m

**Telhas: fibro, cerâmica,
Metálicas.**



LEVE

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Aplicação em Obra Industrial.

PESADO



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

Maiores vãos.

Maior peso.

Maior capacidade portante.

**Equipamentos específicos
(mobilização de guindastes
com maior capacidade de
carga).**



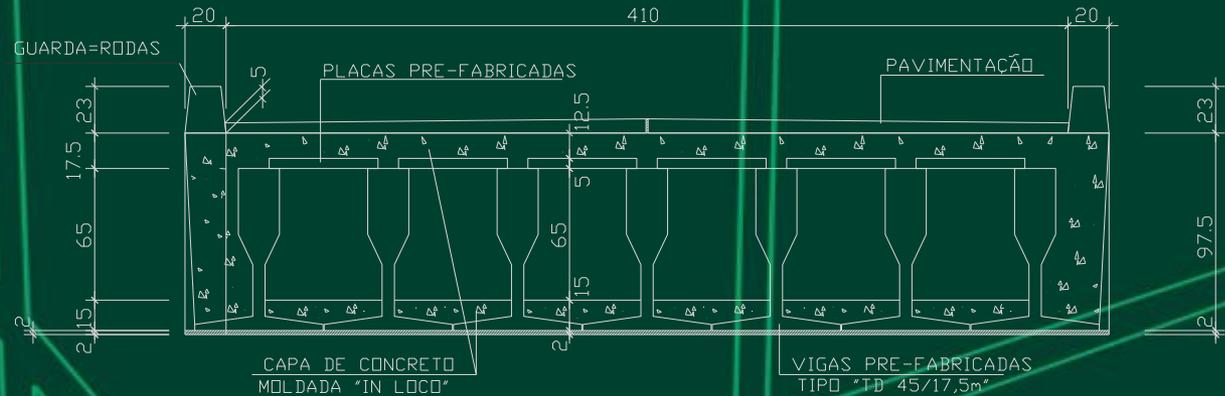
PONTES E VIADUTOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

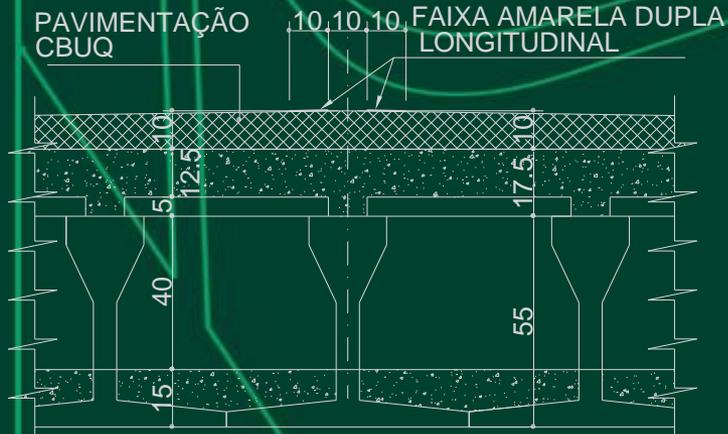


PONTES E VIADUTOS

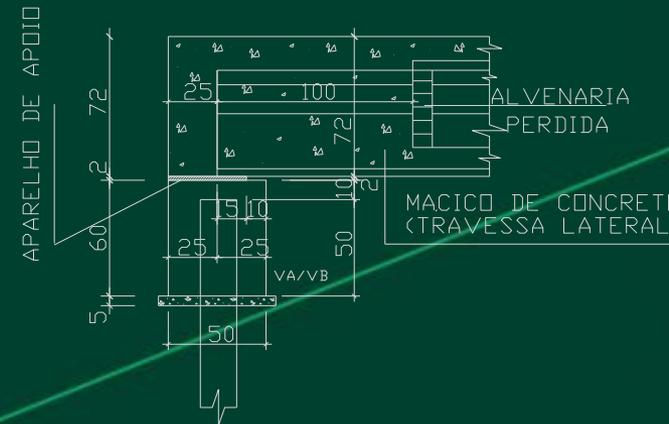
SEÇÃO TRANSVERSAL - VIGA TD/45



DETALHE 01 - FUNDO DE VIGAS E LAJES



DETALHE 02 - APOIO E ARTICULAÇÃO DE CONCRETO



PONTES E VIADUTOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PONTES E VIADUTOS

- Normas ABNT :
- NBR-7187 - Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido.
- NBR-7188 - Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestres
- NBR-6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto.
- NBR-9062 – Projeto de Execução de Estruturas Pré-moldadas.

ARQUITETÔNICO

Diferenciação arquitetônica.

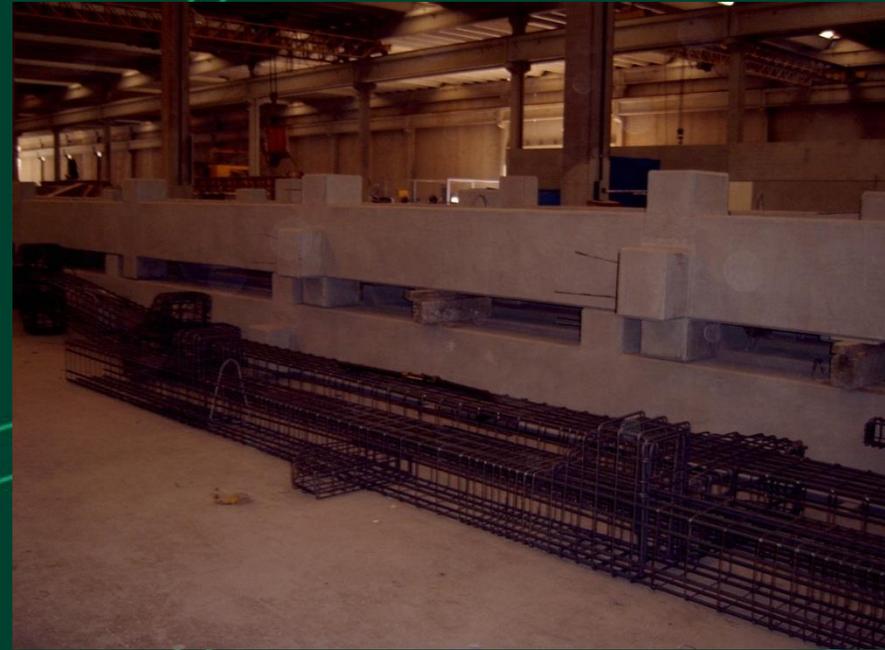
Com ou sem função estrutural.

Painéis de fechamento x alvenaria.



CONCRETO ARMADO

- Peso mais elevado;
- Execução mais simples;
- Vãos menores;
- Cuidados com deformações e fissuração.



Aço Armadura passiva = Armadura frouxa

CONCRETO PROTENDIDO

O que é uma peça de concreto protendido?

É toda aquela que é submetida a um sistema de forças especial e permanentemente aplicadas (forças de protensão), tais que em condições de utilização ao agirem com as demais ações impeçam ou limitem a fissuração do concreto; e também possa se controlar suas deformações.

**AÇO = ARMADURA ATIVA > RESISTÊNCIA
QUE O AÇO CONVENCIONAL. (3,5x)**

CONCRETO PROTENDIDO

- Melhor rendimento mecânico das seções;
- Maior esbeltez e menor peso para as peças;
- Grandes vãos;
- Maiores cuidados na execução da protensão.

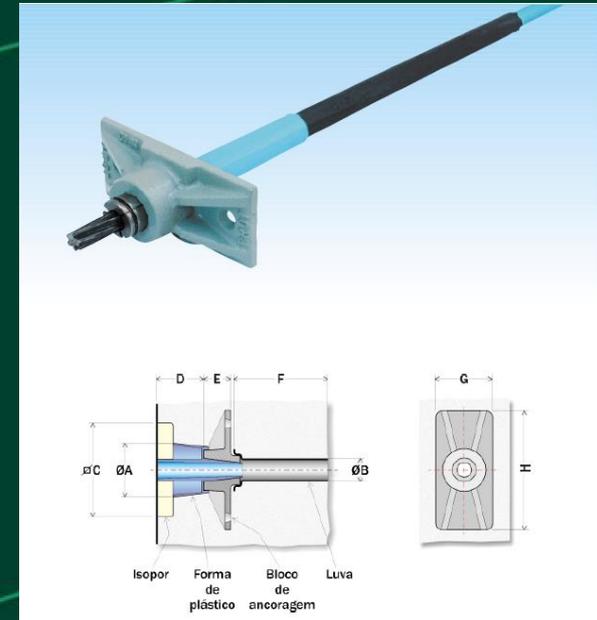
PROTENDIDO (Pré-Tração)

- Exige pista de protensão (pré-fabricados)
- Cabos retos
- Aderente



PROTENDIDO (Pós – Tração)

- Protensão após a concretagem e no local da obra
- Cabos curvos/parabólicos
- Aderente e não aderente



NORMALIZAÇÃO (objetivos)

- Economia.
- Comunicação.
- Segurança.
- Proteção do Consumidor.
- Eliminação de Barreiras Técnicas e Comerciais.
- Potencialização da competitividade das organizações no mercado.

NORMALIZAÇÃO

- NBR 9062:2006– Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – Procedimento.
- NBR 6118:2003 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos.
- NBR 12655:2006 – Concreto – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.
- NBR 14931:2003 – Execução de estruturas de concreto – Procedimentos.

NORMALIZAÇÃO

(principais aspectos revisão da 9062)

- Classificação dos elementos (maior detalhamento)
 - Pré-moldados
 - Pré-fabricados
- Durabilidade: cobrimento das armaduras
- Tolerâncias de execução
- Dimensionamento e detalhamento de elementos estruturais

NORMALIZAÇÃO

(Principais aspectos da revisão 9062)

- Aspectos de segurança das estruturas.
- Limites de deslocabilidade das estruturas pré-moldadas em condições de serviço.
- Estabilidade global de estruturas pré-moldadas.

SELO DE EXCELÊNCIA

- Fixar a imagem do setor com padrões de tecnologia, qualidade e desempenho adequados às necessidades de mercado.
- Programa evolutivo : Nível I (Controle de Qualidade), Nível II (Garantia da qualidade) , Nível III (Gestão pela Qualidade).
- Credenciamento por planta de produção com escopos diferenciados.
- Atestado.



SELO EXCELÊNCIA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

Processos	Nível I	Nível II	Nível III
Receb e preservação de materiais	1	2	3
Produção de elementos pré-fabricados	1	2	3
Montagem de elementos pré-fabricados	1	2	3
Gestão e Apoio	1	2	3
Elaboração e controle de projetos	1	2	3
Segurança e saúde	1	2	3
Atendimento ao cliente		1	3
Gestão ambiental			3

PROJETO OTIMIZADO

- Concepção arquitetônica como pré-fabricado
- Modulações
- Interfaces com outros sistemas construtivos (compatibilização).
- Minimizar o número de ligações.
- Soluções (ligações) viáveis – economicamente incluindo execução e montagem.
- Considerar logística (comprimento e peso dos elementos)
- Repetibilidade (minimizar tipos diferentes de elementos).

PROJETO OTIMIZADO

- Prever ampliações.
- Considerar os catálogos dos fabricantes que usualmente indicam:
 - Limites de comprimentos
 - Seções padrão
 - Capacidade de carga (limites usuais).
 - Espessura e largura de lajes e painéis alveolares padronizadas (comprimento limitado em função da espessura).
- Disponibilidade de produtos x localização geográfica da planta de produção.

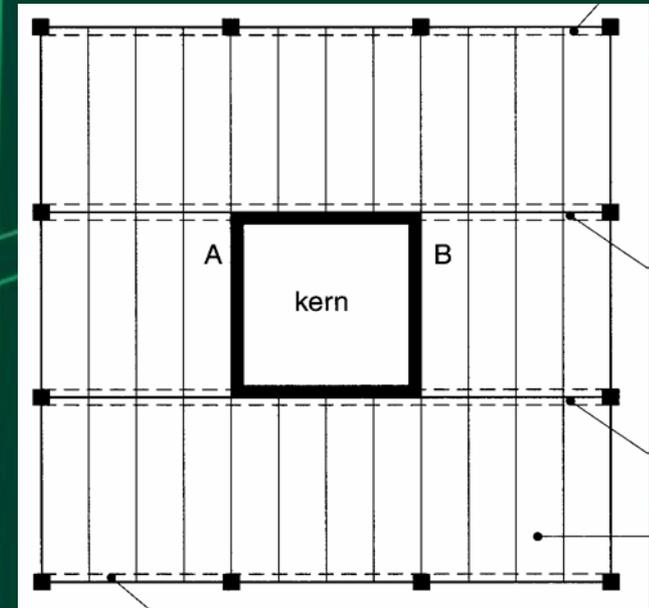
PROJETOS (Modalidades de Contratação)

- Desenvolvido pelo fabricante (interno ou terceirizado). Forma usual.
- Fornecido pelo cliente. Comum em licitações.
- Em ambos os casos há necessidade de análise crítica e gerenciamento pelo fabricante.

PROJETO (Modulações)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

As obras pré-fabricadas devem ser preferencialmente moduladas (modulação = vãos da mesma ordem de grandeza). Isto é fundamental para a otimização do sistema, determinando sua viabilidade.



MODULAÇÃO



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

Aplicável principalmente em galpões contínuos
(CD s e Industriais).
Influência significativa no custo dos elementos.

MODULAÇÃO



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

Pode ser utilizada em trechos da obra.
Não necessariamente em toda estrutura.

1º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

INTERFACE COM OUTROS SISTEMAS

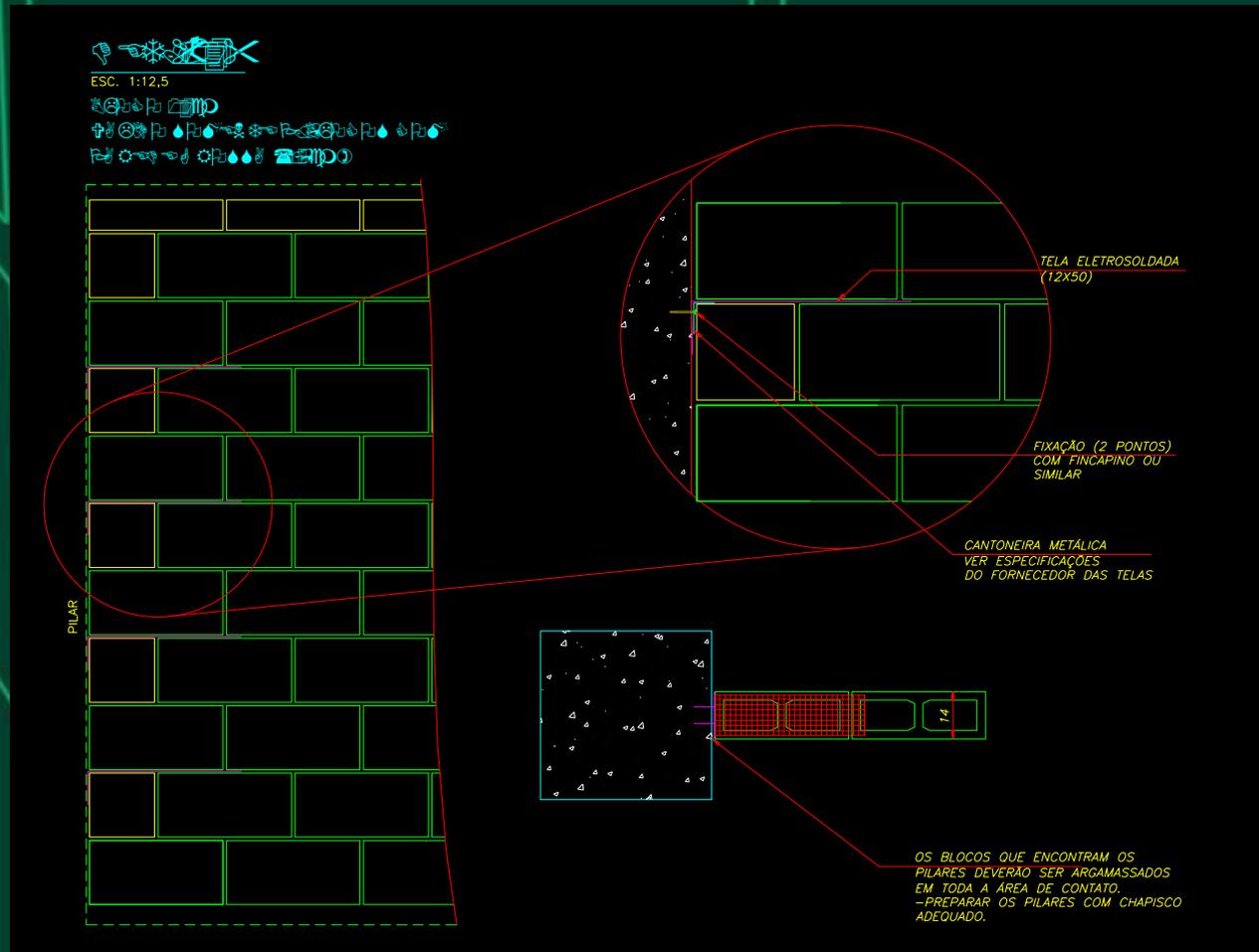


Piso Protendido (Cordoalha engraxada)

Alvenaria de Blocos

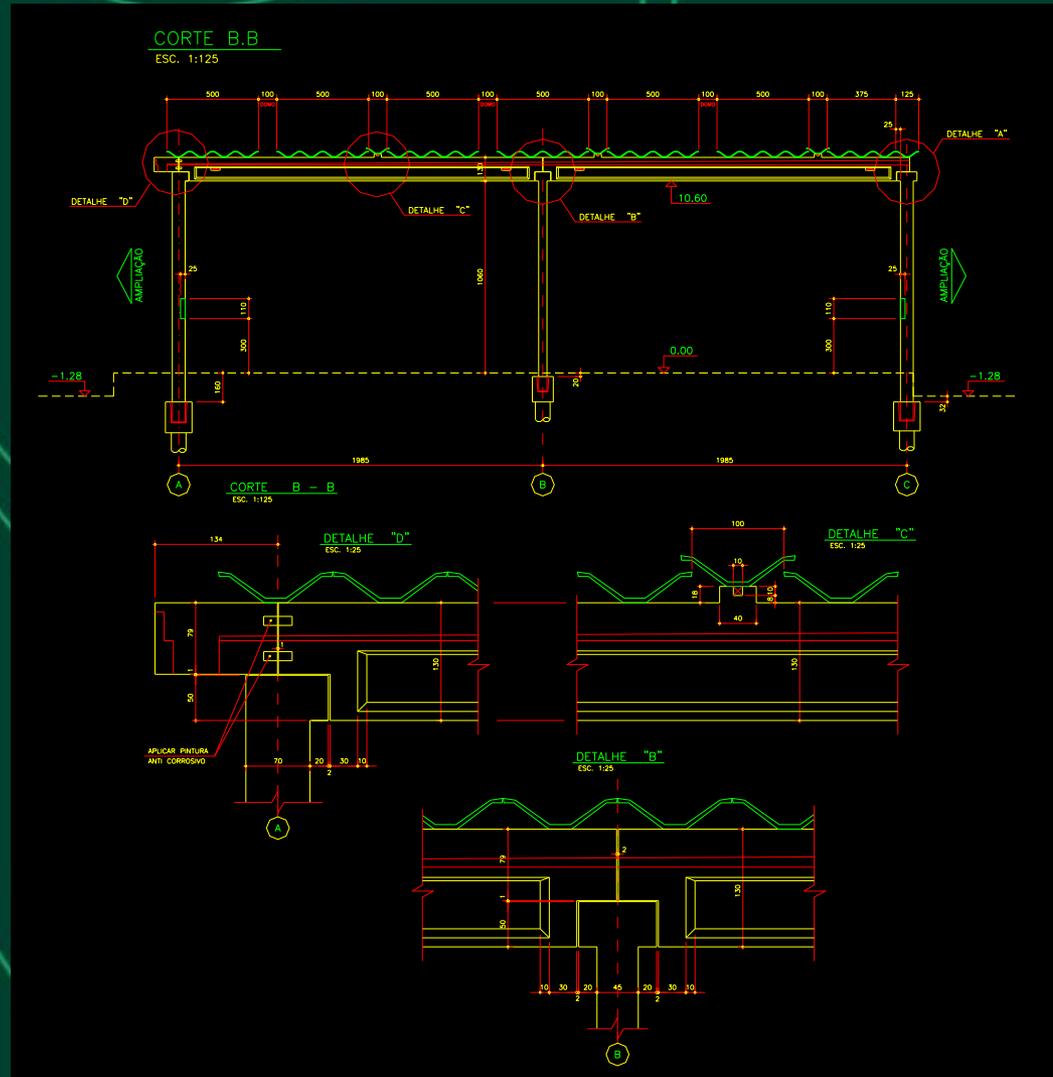
INTERFACE COM ALVENARIA (Blocos de Concreto)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



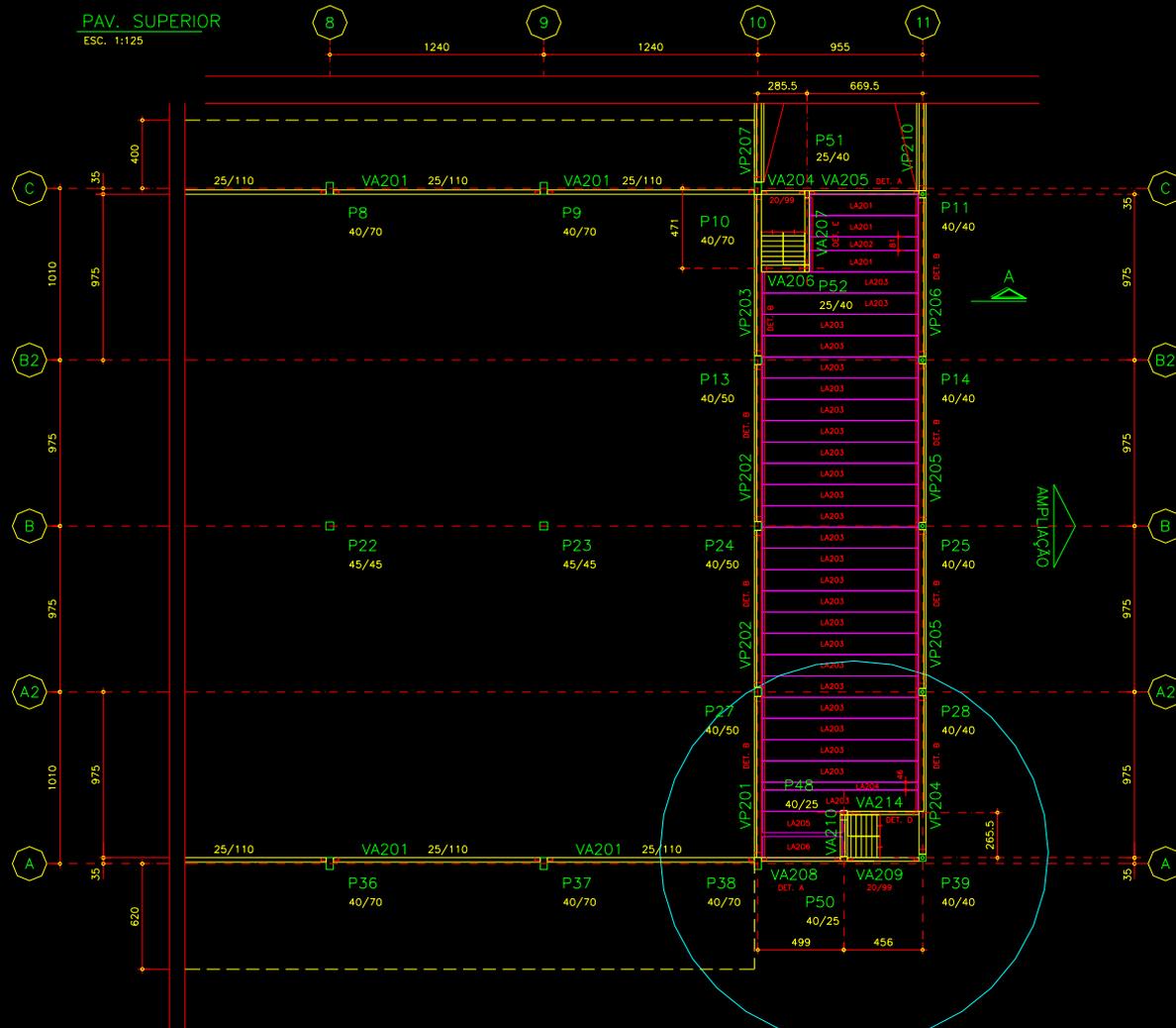
PROJETO ESTRUTURAL

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PROJETO ESTRUTURAL

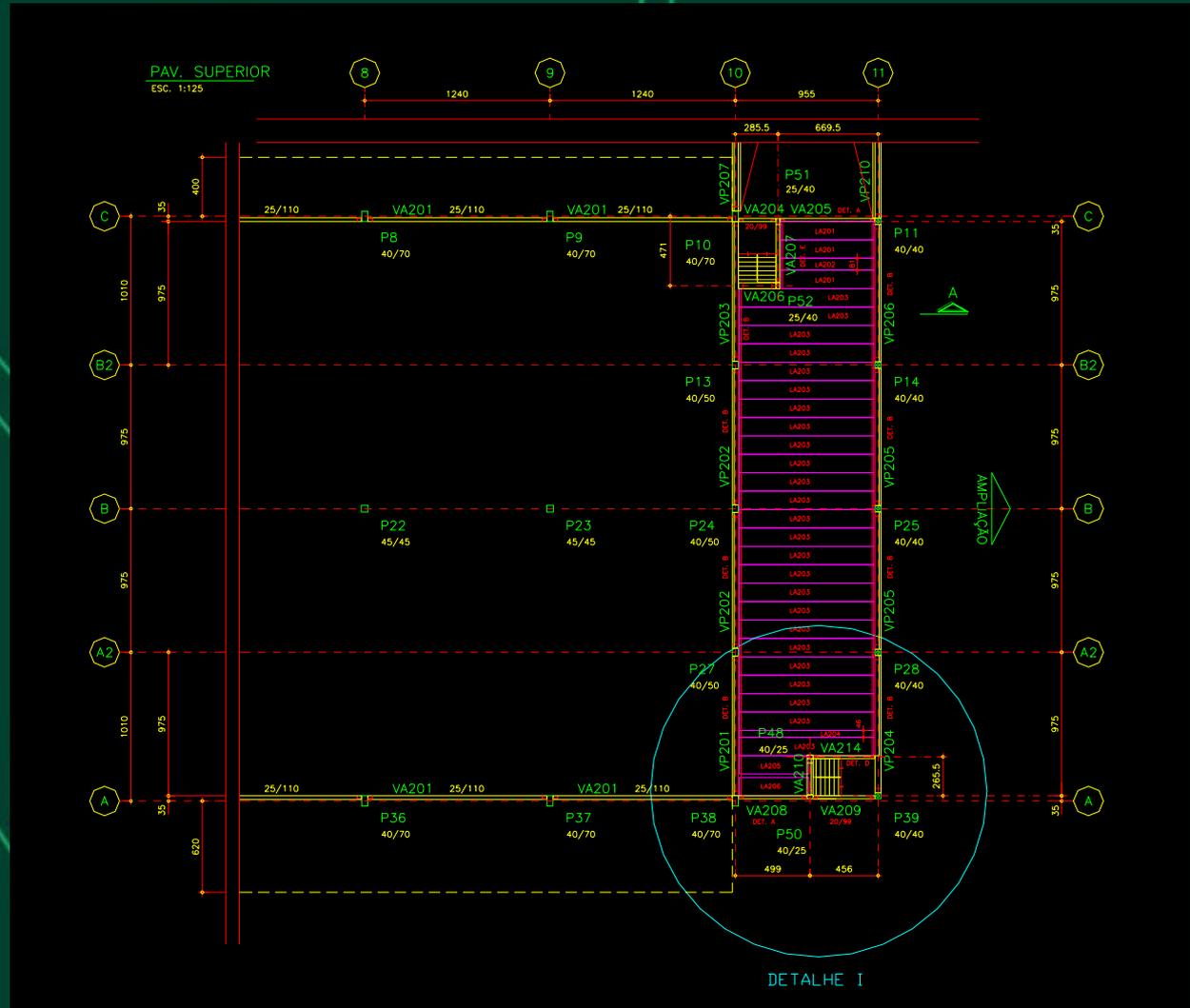
PAV. SUPERIOR
ESC. 1:125



DETALHE I

PROJETO ESTRUTURAL

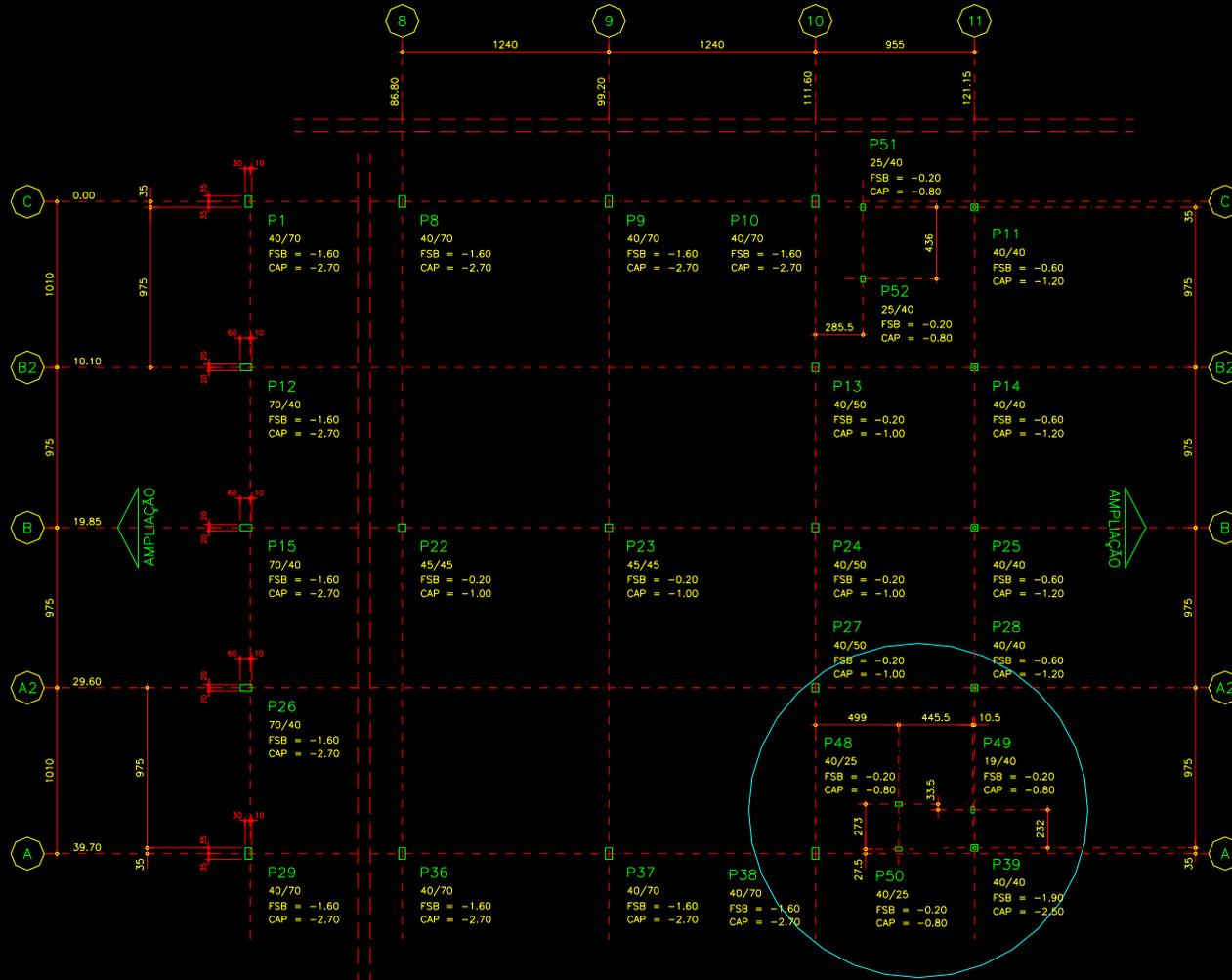
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PROJETO ESTRUTURAL

LOCAÇÃO DOS PILARES E CARGAS

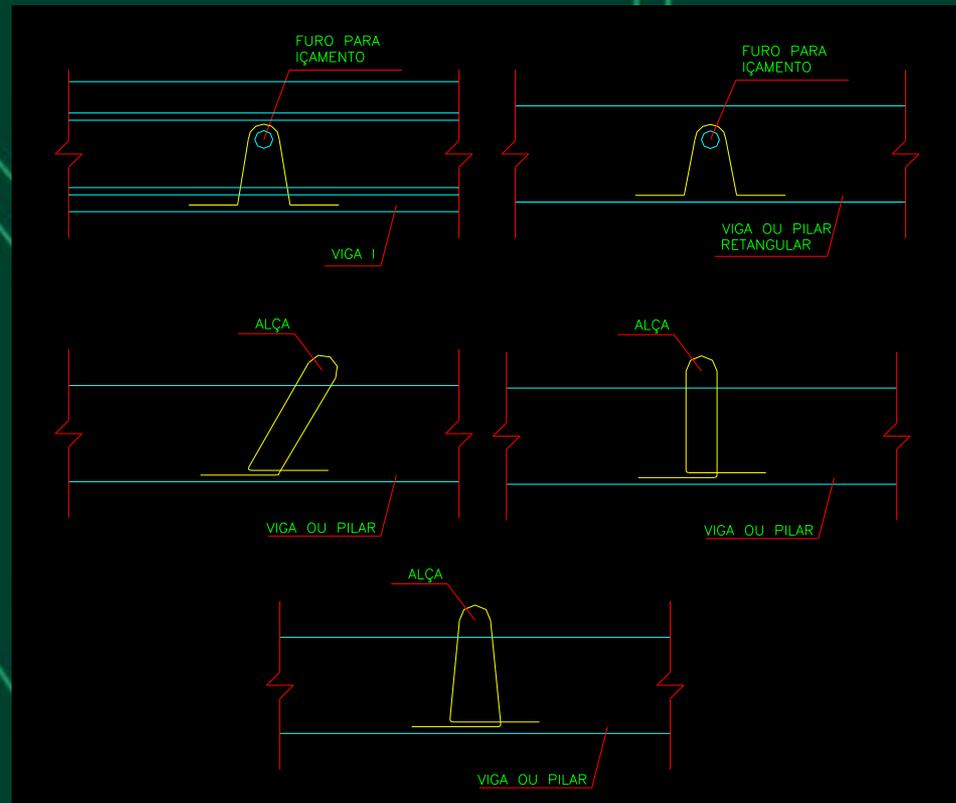
ESC. 1:125



DETALHE I

PROJETO ESTRUTURAL

- Locação de furos de içamento, de montagem e fixação de suas respectivas dimensões;
- Locação de alças de movimentação (se for o caso);



SISTEMAS DE IÇAMENTO



Especificações em projeto.

Catálogos Fornecedores. (tabelas)

PROJETO ESTRUTURAL

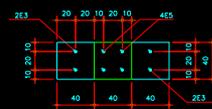
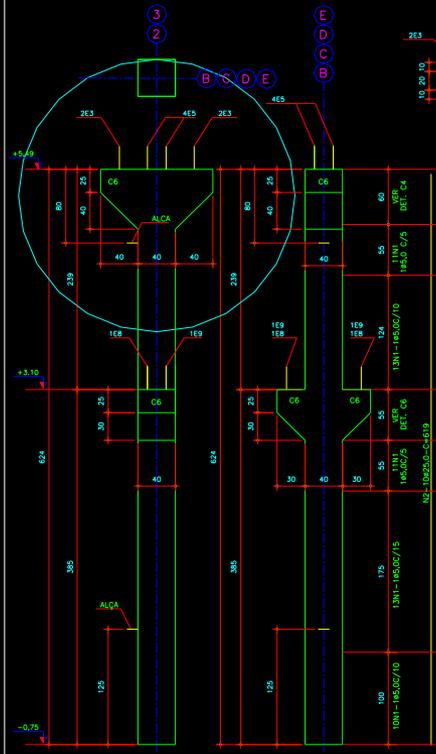
- Armadura especificando as dobras, com resumo de aço individual por peça;
- f_{ck} do concreto, f_{ct} mínimo para desforma e desprotensão e montagem;
- Detalhamento de ligações (inserto para a solda, chumbadores bem como sua locação dentro da peça, ancoragem, etc);
- Identificação da peça e da quantidade de repetição;
- Para a armadura protendida deverá ser indicada a força a aplicada em cada cabo bem como o alongamento, isoladores;
- Durabilidade (cobrimento; fator a/c).

PROJETO PRODUÇÃO

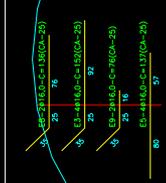
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

DETALHE I

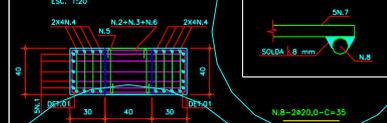
P.23 = P.25 - (8X)



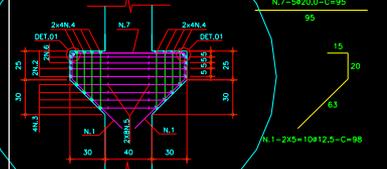
ESPERAS (CA-25)



C6 (2X)



DETALHE IV



DETALHE 01



OBSERVAÇÕES:

- fck do concreto = 25MPa
 - fck de desforma = 15MPa
 - fck de transporte = 20MPa
- VOL. CONCRETO = 1,17 m³
 PESO = 2916 kgf
 Recobrimento = 2,5 cm

RESUMO DO AÇO (P/ 1 PILAR)

ACO	DIAM.	C _{total} (m)	PESO (kg)
CA60	5,0	102,32	16
CA50A	6,3	0,00	0
CA50A	8,0	75,74	31
CA50A	10,0	5,90	4
CA50A	12,5	19,60	20
CA50A	16,0	0	0
CA50A	20,0	46,24	11,7
CA50A	25,0	61,90	24,8
PESO TOTAL			
CA60			16 kgf
CA50A			120 kgf

DETALHE III

DETALHE II

DETALHE II

ESPERAS (CA-25)



OBSERVAÇÕES:

- fck do concreto = 25MPa
- fck de desforma = 15MPa
- fck de transporte = 20MPa

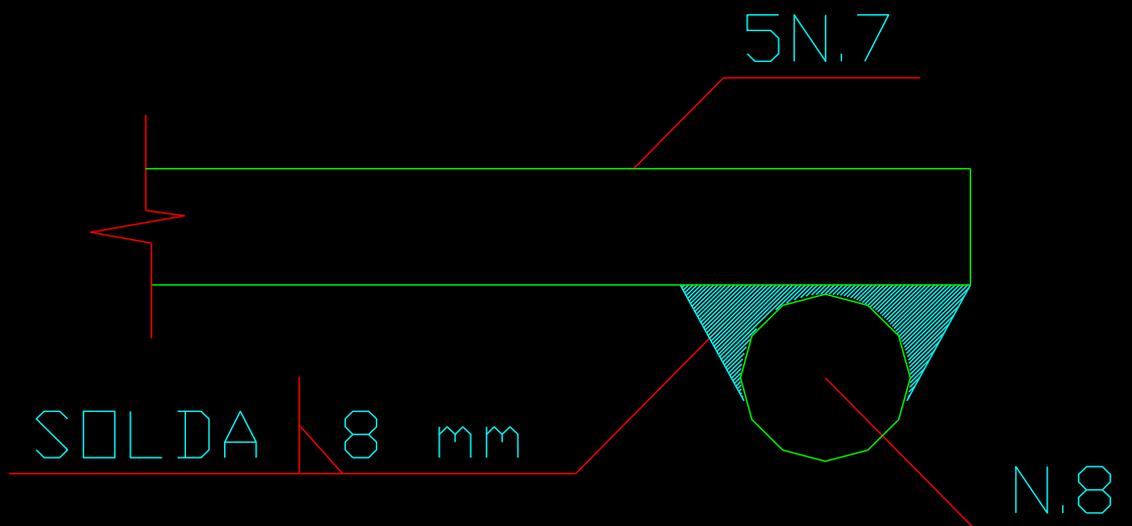
VOL. CONCRETO = 1,17 m³
PESO = 2916 kgf
Recobrimento = 2,5 cm

RESUMO DO ACO (P/ 1 PILAR)

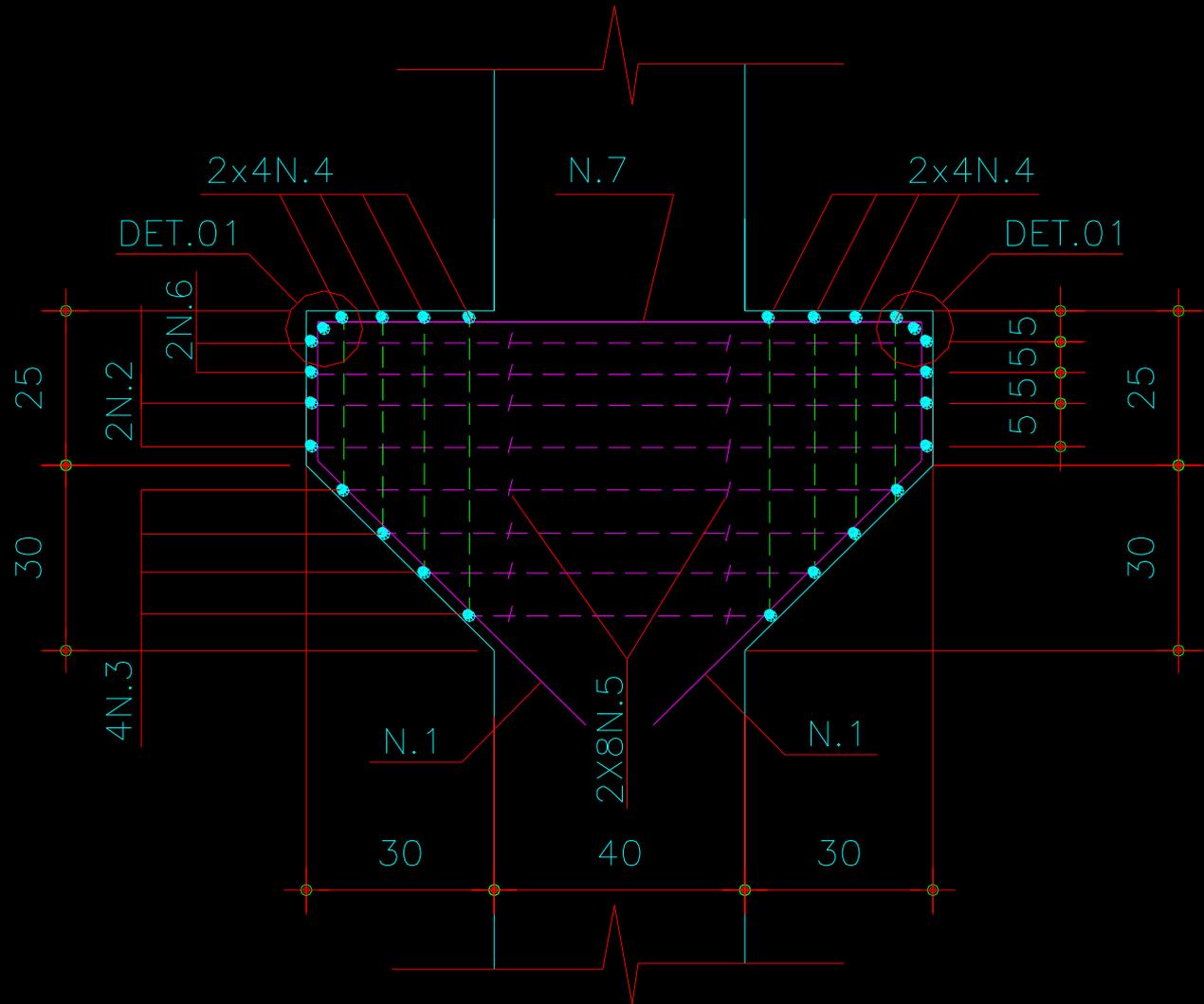
ACO	DIAM.	C ^{total} (m)	PESO (Kgf)
CA60	5,0	102,32	16
CA50A	6,3	0,00	0
CA50A	8,0	75,74	31
CA50A	10,0	5,90	4
CA50A	12,5	19,60	20
CA50A	16,0	0	0
CA50A	20,0	46,64	117
CA50A	25,0	61,90	248
PESO TOTAL			
CA60	16 Kgf		
CA50A	420 Kgf		

DETALHE III

DETALHE 01

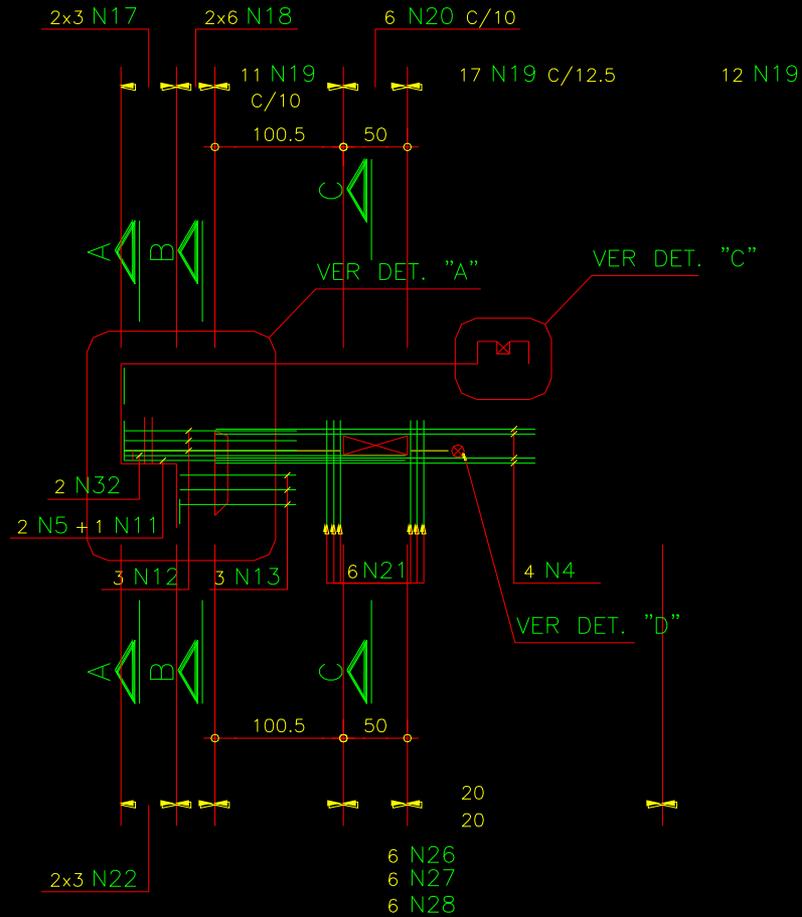


DETALHE IV



DETALHE I

VP302 (8x)

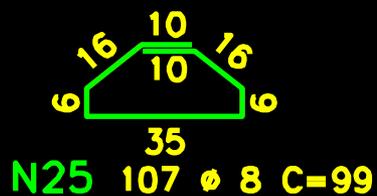
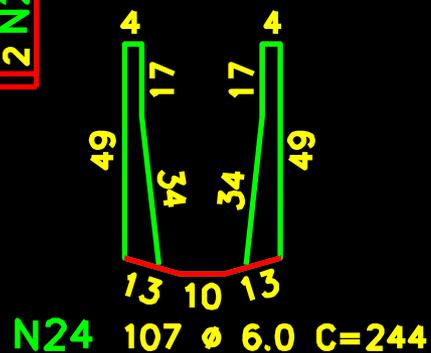
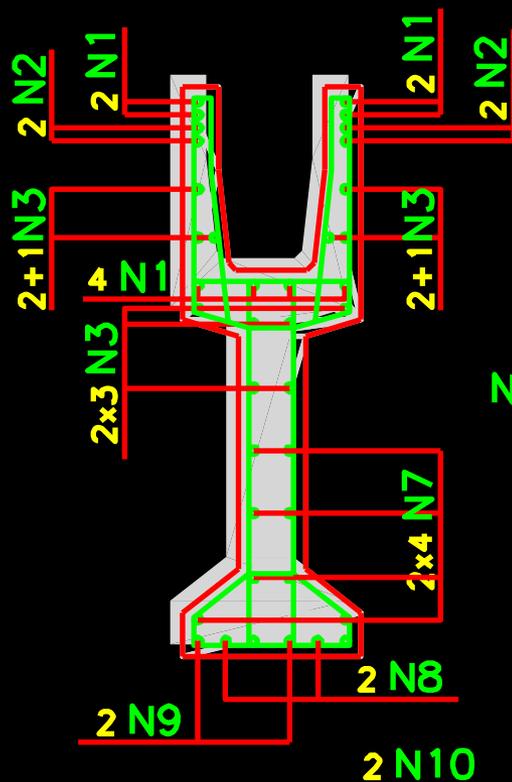


DETALHE II

CORTE D - D

ESC. 1:25

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

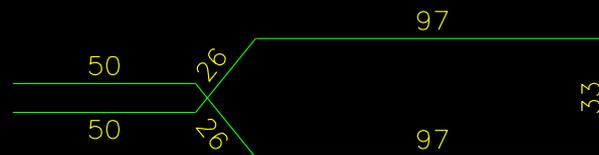
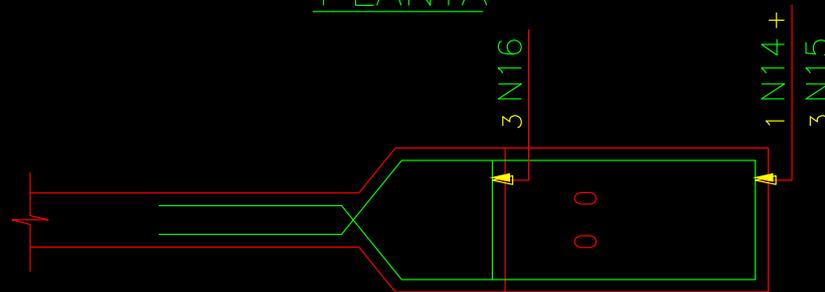


DETALHE III

DETALHE "B"

ESC. 1:25

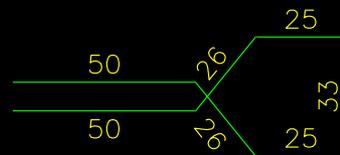
PLANTA



N14 1 ϕ 16 C=379

N15 3 ϕ 10 C=379

(EM PLANTA)



N16 3 ϕ 8 C=235

(EM PLANTA)

PROJETO ESTRUTURAL (Considerações Específicas)

Solicitações transitórias:

- Desforma;
- Movimentação;
- Armazenamento;
- Transporte;
- Montagem.



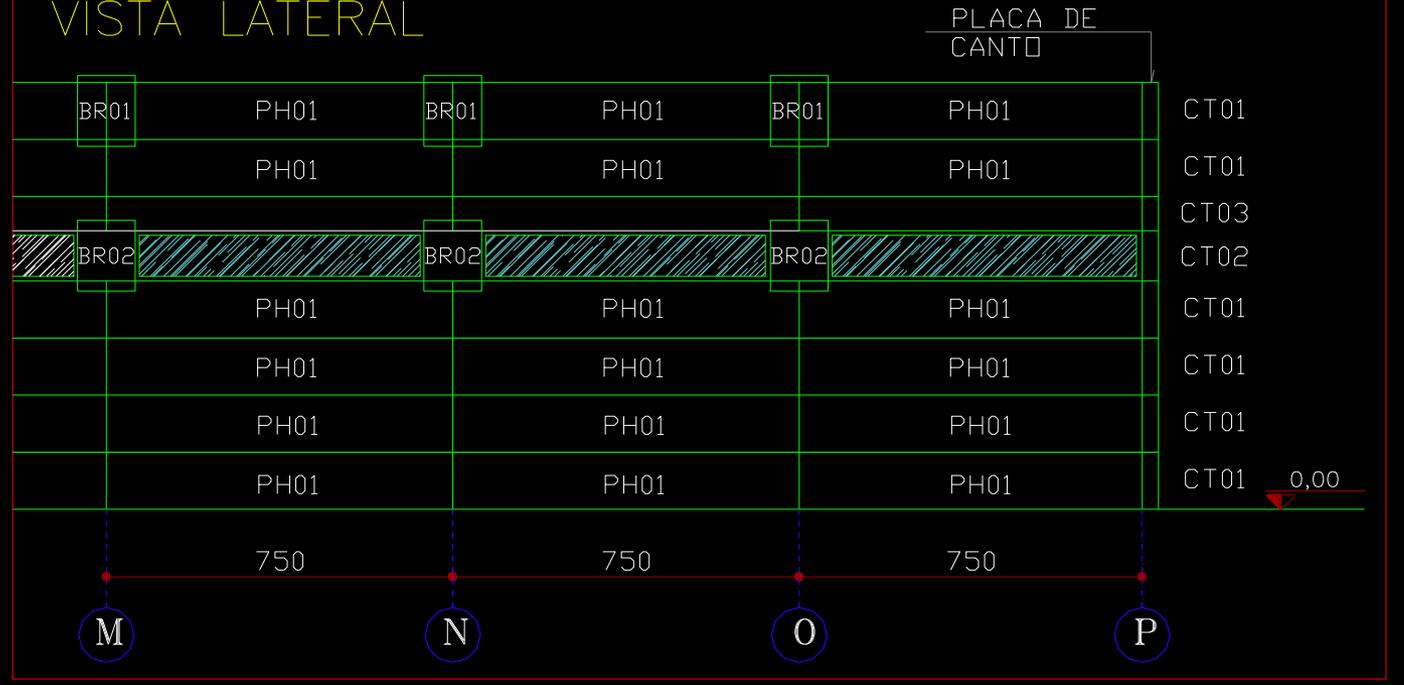
PROJETO MONTAGEM

- Projeto de fundações.
- Plantas dos Pavimentos.
- Cortes.
- Elevações.
- Detalhes (solidarização , capeamento, etc...)

PROJETO MONTAGEM

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

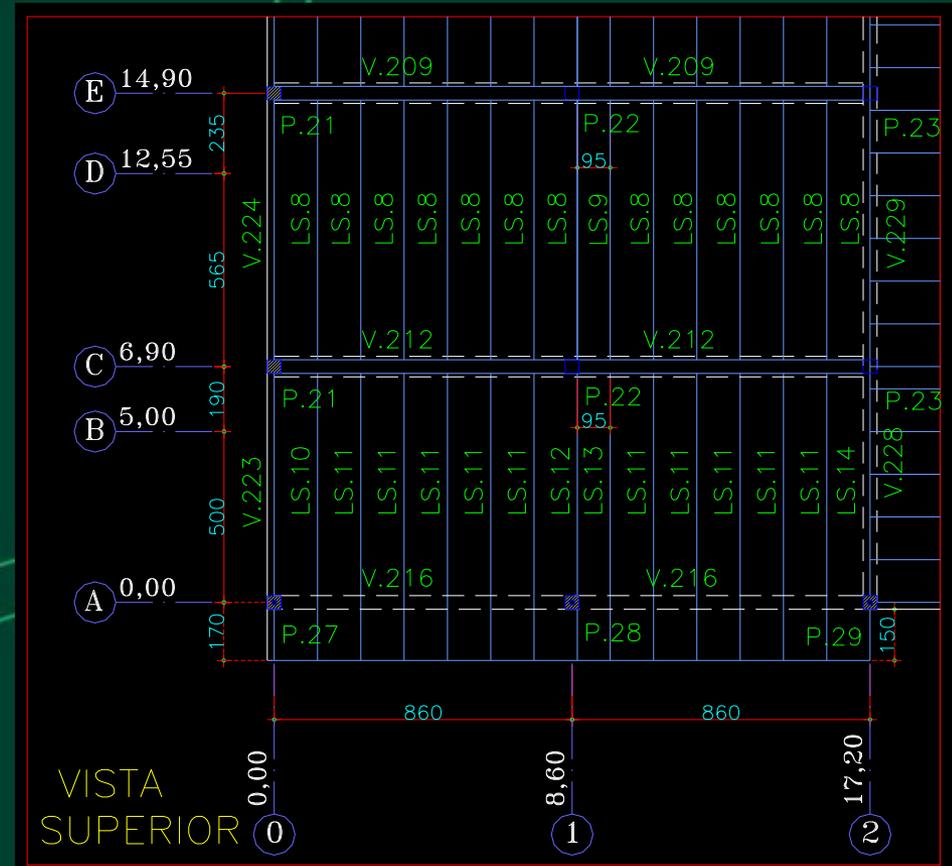
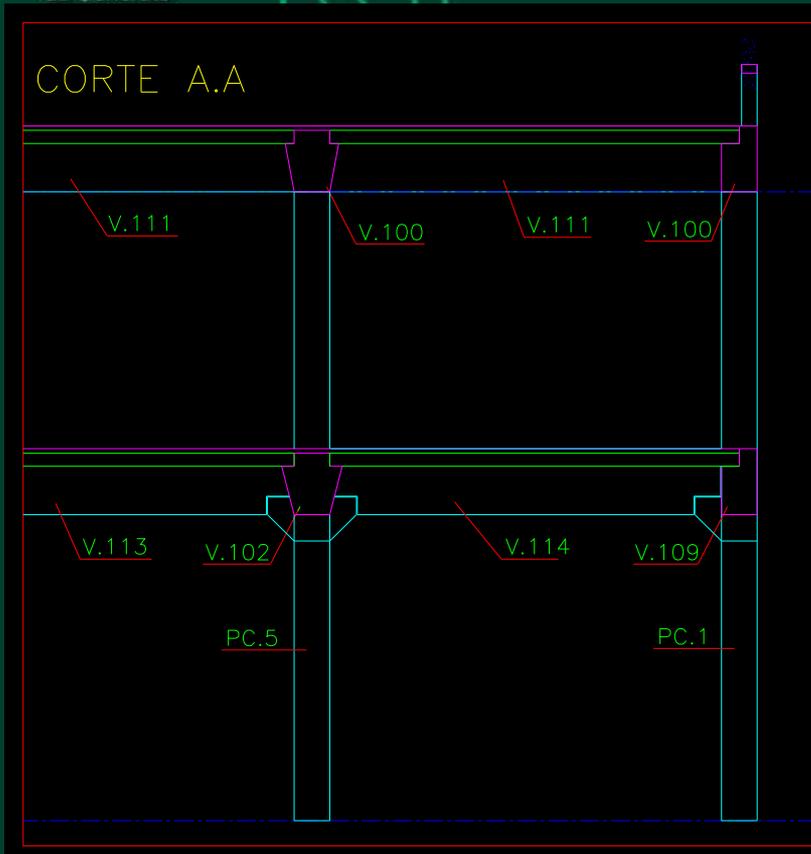
VISTA LATERAL



PROJETO MONTAGEM

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

CORTE A.A



TOLERÂNCIA

- Entre as dimensões de projeto e a executada (real) podem haver discrepâncias. Porém dentro de um limite estabelecido (NBR 9062 e Selo de Excelência ABCIC). As tolerâncias são os valores máximos aceitos para este desvio.
- [A1.N2 - SELO ABCIC Anexo 1 N2 - rev 3 \(jan07\)Tolerâncias: Produção e Montagem \(incluindo locação\).](#)

TOLERÂNCIA



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

ESTABILIDADE GLOBAL

- Ênfase em estruturas de edifícios
- Ações Laterais.
(vento e desaprumo)
- Eficácia em transmitir efeitos para as fundações.
- Limitar movimentos em todas as fases desde a montagem.



LIGAÇÕES

As ligações entre os elementos pré-fabricados são de extrema importância. A correta especificação das ligações (projeto), a correta execução (conforme projeto e materiais especificados) influem diretamente no comportamento da estrutura montada. Devem assegurar a rigidez e estabilidade global da estrutura.

LIGAÇÕES

- O tipo de ligação está diretamente correlacionado com o custo da estrutura pré-fabricada.
- Custo benefício (eficiência estrutural x viabilidade do empreendimento).
- Ligações interferem no modelo da estrutura.
- Arquitetura (estética).

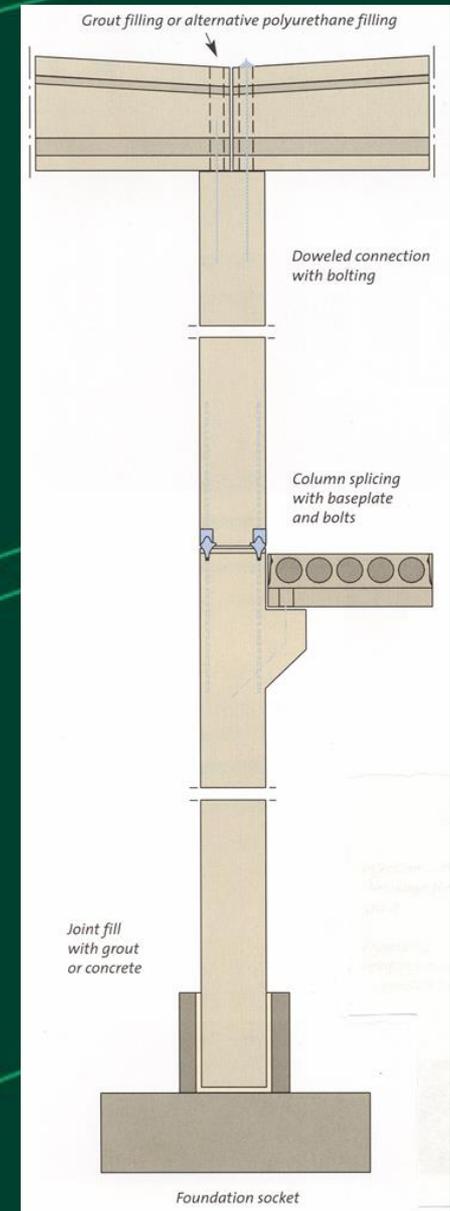
LIGAÇÕES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



LIGAÇÕES (Tipos)

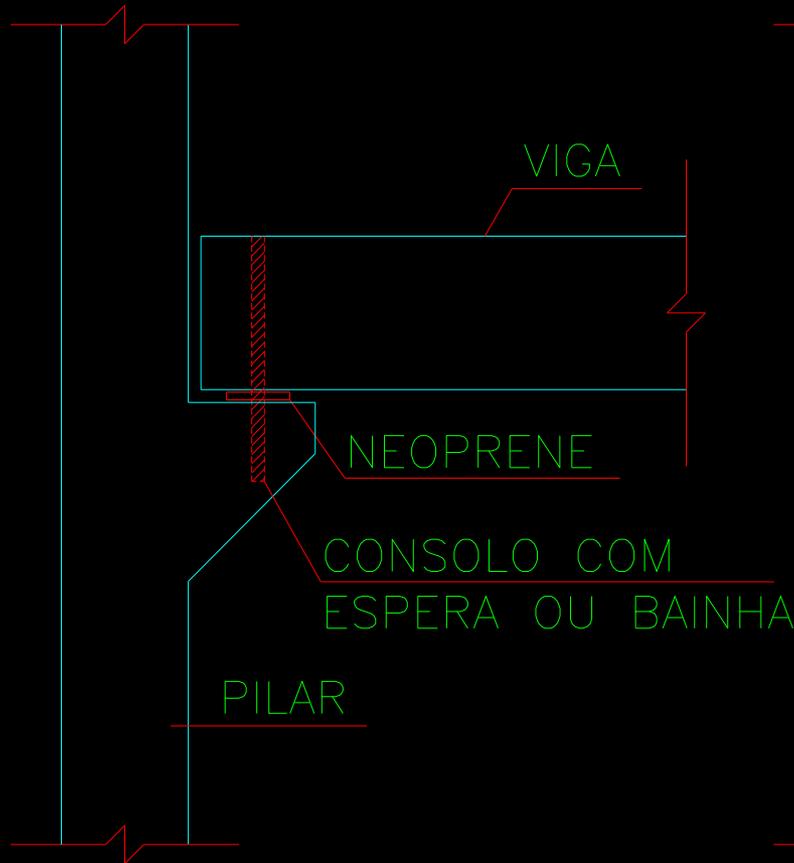
- Isostáticas
 - Rotuladas
 - Semi-rígidas
- Rígidas ou engastadas



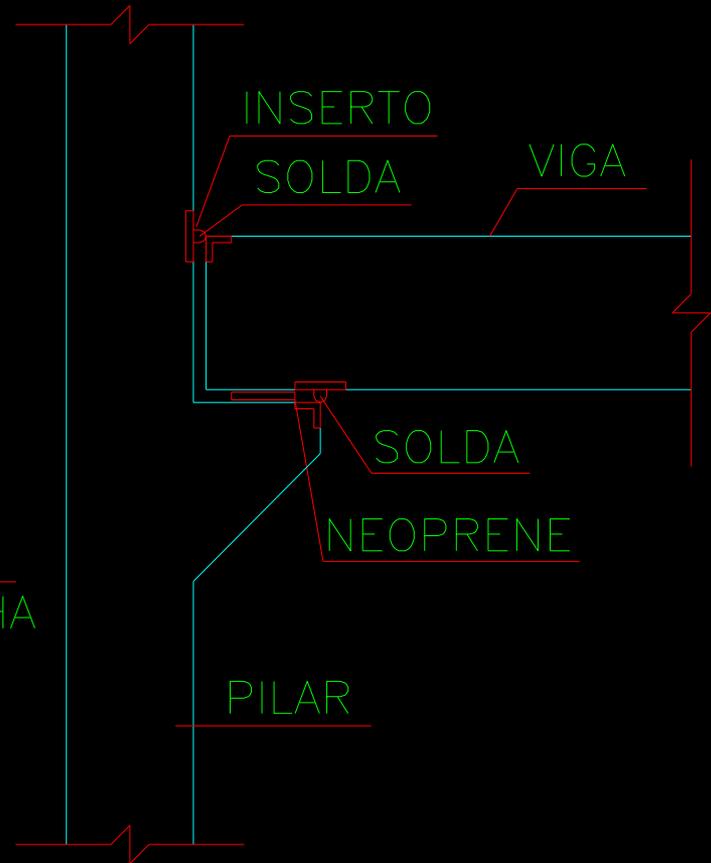
EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

ISOSTÁTICA

ROTULADA



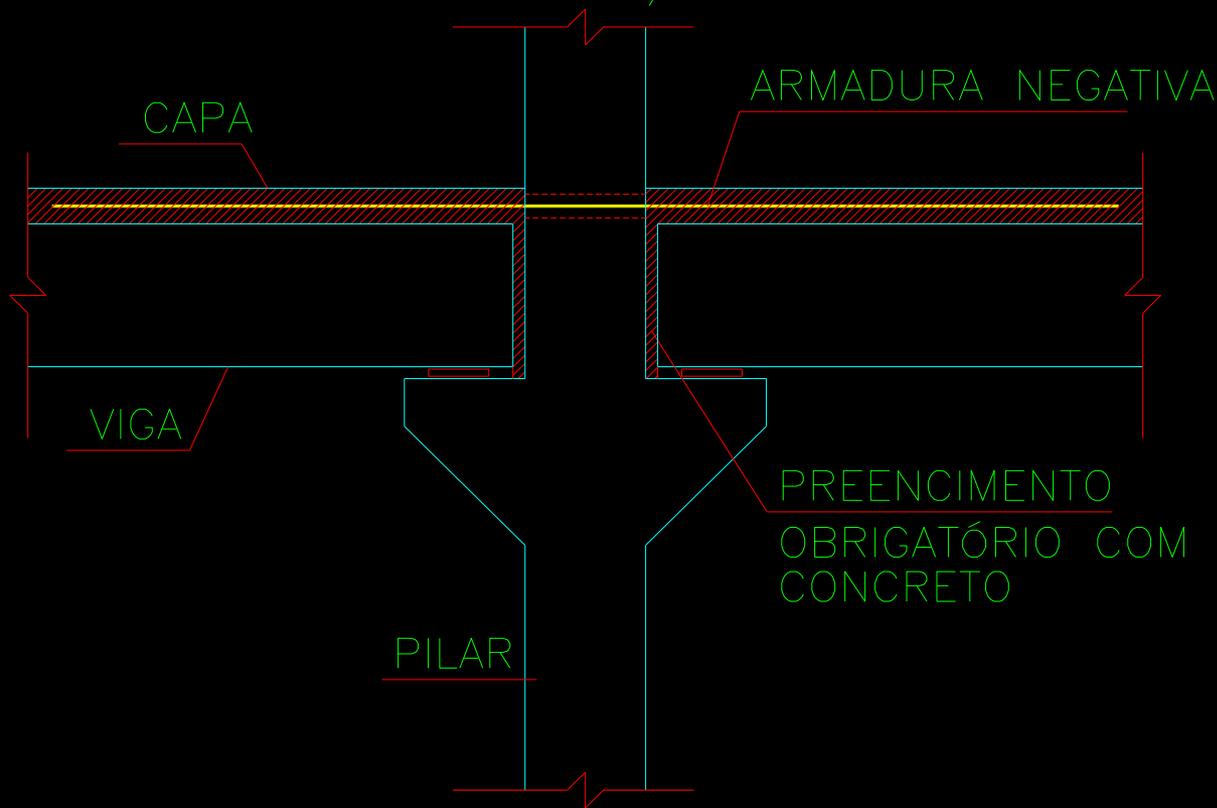
SEMI-RÍGIDA



EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

ENGASTADA

VIGA-VIGA/PILAR



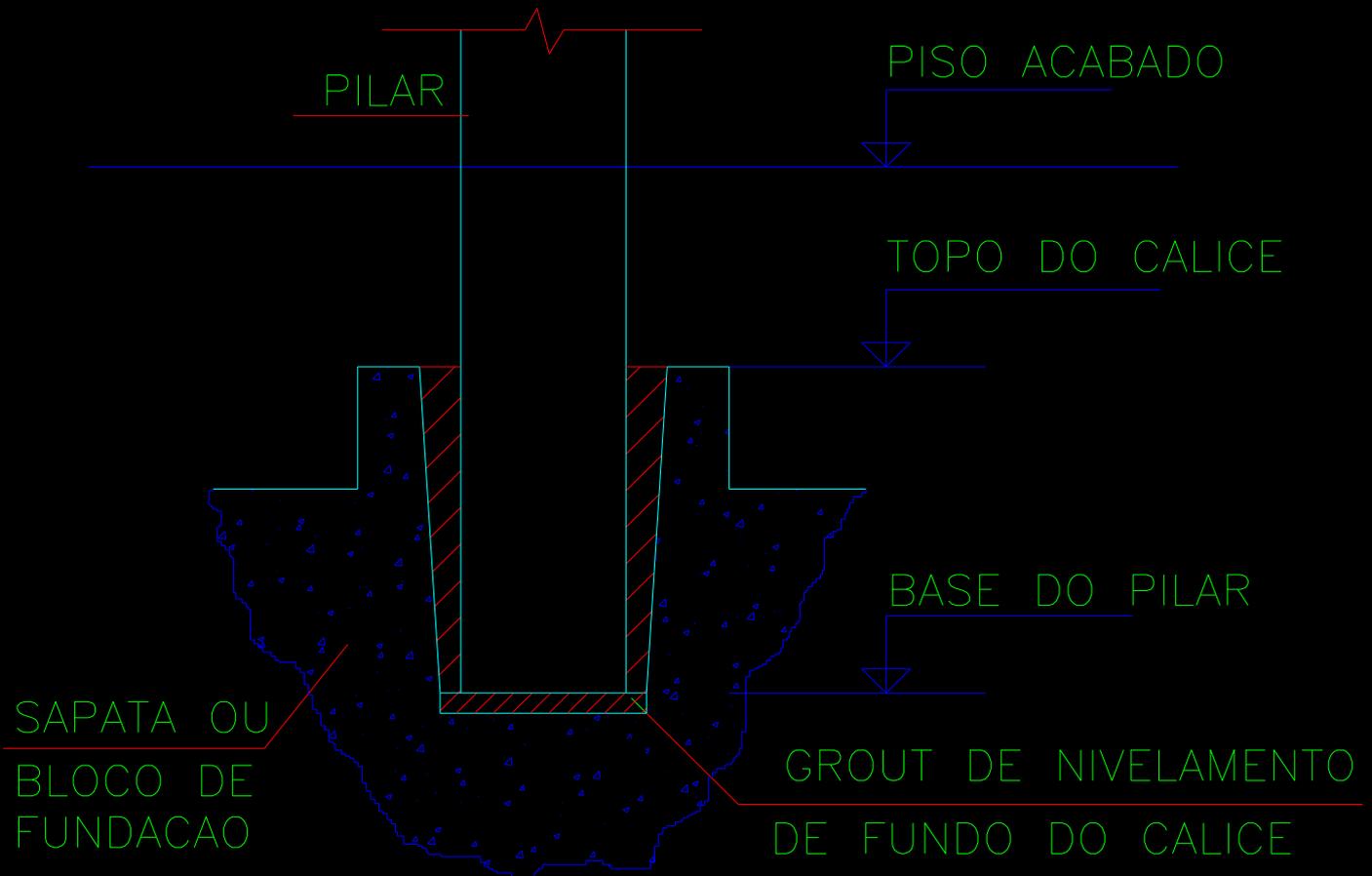
ISOSTÁTICA NA MONTAGEM

HIPERESTÁTICA APÓS A CONCRETAGEM

EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

ENGASTADA

LIGAÇÃO BLOCO – PILAR



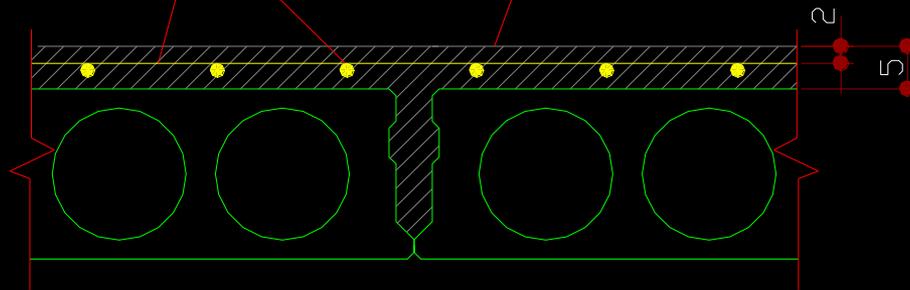
EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

SECÇÃO TÍPICA E POSICIONAMENTO DA ARMADURA

TELA CA60 Q-92

CAPEAMENTO – A.C.C.
($f_{cK} \geq 25\text{MPa}$)



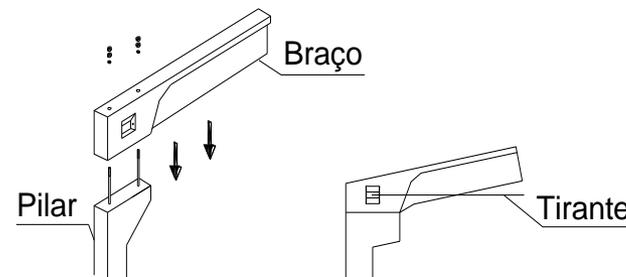
EXEMPLOS DE LIGAÇÕES (Estruturas Leves)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

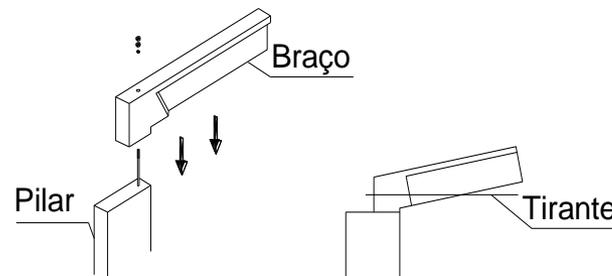


Ligação braço x pilar,

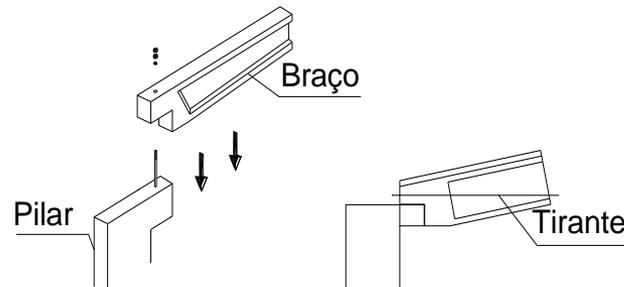
Encaixe com
chumbadores.



Encaixe Chumbadores - Engaste



Encaixe Chumbadores - Apoio s/ Consolo



Encaixe Chumbadores - Apoio c/ Consolo

2º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

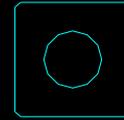
PEÇAS (Pilares)

- Maior complexidade (projeto e execução).
- Menor padronização (maiores diferenças de geometria, consoles);
- Interface com o sistema de águas pluviais;
- Insertos;
- Quarta Face (sem contato com a forma, acabamento manual e local para posicionamento de alças de içamento).
- $h_{máx} = 30m$ (considerar transporte)

PILARES (Seções Típicas)



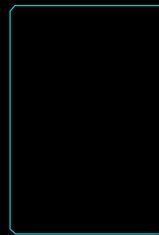
QUADRADA



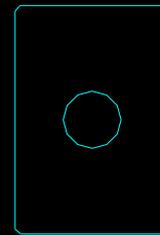
QUADRADA
VAZADA



CIRCULAR



RETANGULAR



RETANGULAR
VAZADA



PILAR I

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



CONSOLES (aplicações)



EMENDA DE PILARES

- Execução através de chapa de contato.



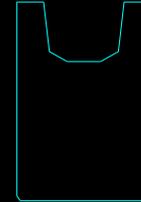
PEÇAS (Vigas)

- Podem ser armadas ou protendidas.
- Protendidas produzidas em pistas.
- Vigas armadas (estudar as dimensões para possibilitar melhor aproveitamento de formas).
- Detalhes fora de padrão direcionados para os pilares.
- Vigas calha (sistema de captação de água pluvial).
- Seção retangular vãos até 15m , seção I vãos até 30m.

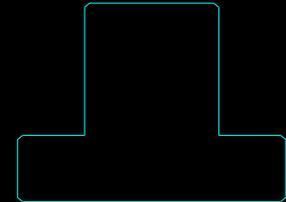
VIGAS (seções típicas)



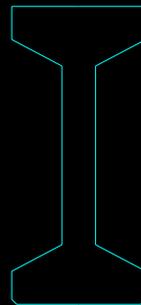
VIGA
RETANGULAR



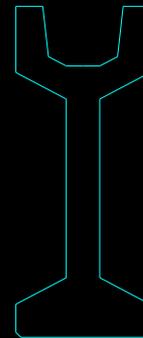
VIGA
CALHA



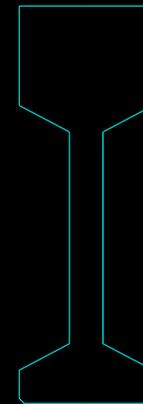
VIGA
T INVERTIDO



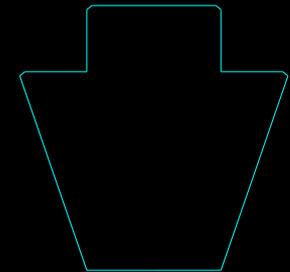
VIGA I



VIGA I
CALHA



VIGA I



VIGA
T INVERTIDO



VIGAS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



LAJES

- Lajes nervuradas: compostas de vigas ou vigotas pré-fabricadas de concreto armado, intercaladas com blocos de concreto ou de cerâmica. As vigotas possuem formato de um "T" invertido. Depois da montagem, é lançada uma camada de concreto, a capa de solidarização, que faz com que a laje transforme-se num conjunto único.
- Vãos até 5m.

LAJES

- Lajes nervuradas protendidas: as lajes nervuradas podem ser executadas com vigas ou vigotas protendidas de fábrica, nos casos em que se torna necessário resistir a vãos maiores ou diminuir o número de pontos de escoramento;
- Vãos até 10m.

LAJES

- Lajes nervuradas treliçadas: compostas por peças pré-moldadas têm como vantagem a redução da quantidade de fôrmas. Atualmente, utiliza-se o sistema treliçado com nervuras pré-moldadas, executadas com armaduras treliçadas.
- Vãos até 10m.

LAJES

- Painéis maciços pré-moldados em série: compostas por uma placa de dimensões e geometrias idênticas ao cômodo da edificação, moldada in-loco no chão, umas sobre as outras, e içada posteriormente para o local definitivo.
- O sistema é atualmente utilizado em conjuntos habitacionais.

LAJES

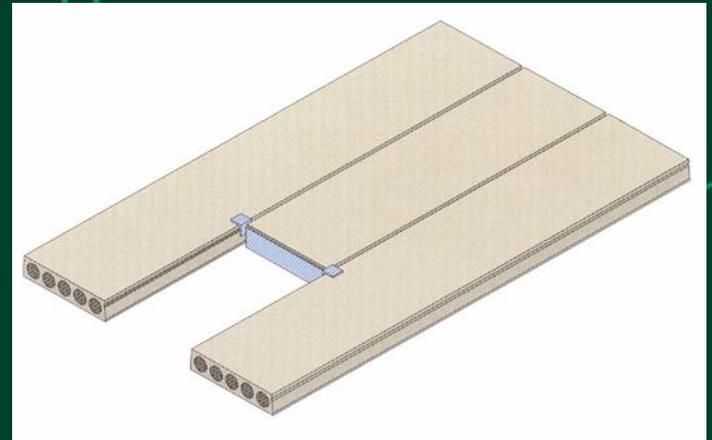
- Lajes compostas por painéis “ π ” ou “U”: os painéis tipo “ π ” podem ser empregados com ou sem capa de concreto moldada no local. Esse tipo de painel é também empregado como fechamento vertical. Sua principal característica é vencer vãos que podem chegar até 40m e dispensar escoramento.
- A largura dos painéis, normalmente, é de 1,0 m e 1,20m, mas podem chegar até 2,50m. A altura varia de 150 mm a 300 mm, embora possam atingir 500 mm.

LAJES

- Lajes compostas por painéis alveolares de concreto: trata-se de um sistema composto por painéis que possuem normalmente largura de 1200 mm, com comprimentos de até 20 m. São pré-fabricados e normalmente são protendidos. Podem contar com capa moldada no local ou não. No Brasil a opção com capa é a mais utilizada.

LAJES ALVEOLARES

- Atinge grandes vãos.
- Processo industrializado.
- Modulação determinante para o sistema.
- Possibilidade de recortes
- Utilização de capa com 5cm. Pode ser utilizada sem capa.



LAJES ALVEOLARES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Seções de Lajes

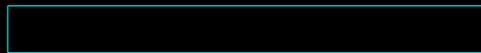
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



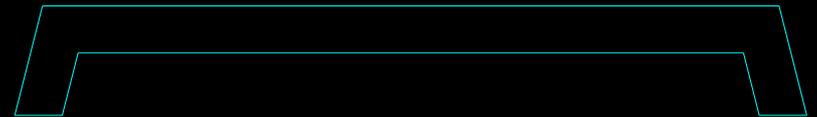
LAJE ALVEOLAR



LAJE TT



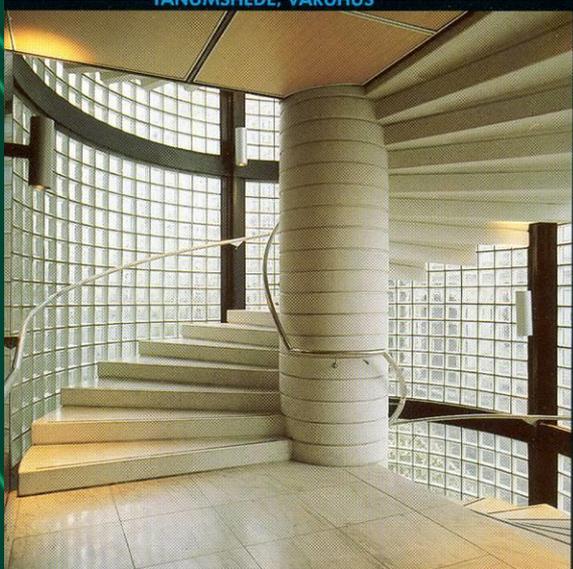
LAJE MACIÇA



LAJE U INVERTIDO

ESCADAS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Helicoidais



Retas

ARQUIBANCADAS E ESTÁDIOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



TELHAS

- Sistema de cobertura (captação e condução da água pluvial).
- Produção em pistas.
- Cobrimentos reduzidos em função da espessura da peça.
- Cuidados adicionais concreto em si e concretagem.
- Cálculo deve garantir desempenho durante período de estoque.(crítico)



CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



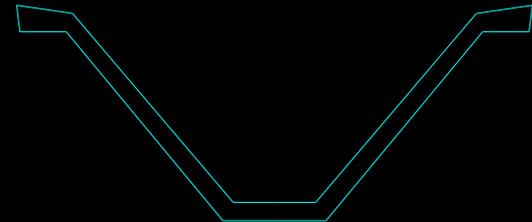
Captação da Águas Pluviais

TELHAS (seções típicas)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



TELHA W



TELHA W

TELHAS

- Sistema de Iluminação e ventilação zenital.
- Isolamento térmico opcional (ISOPOR)



SISTEMA DE COBERTURA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Utilização de domo como iluminação natural.

PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

- Utilização em fachadas.
- Revestimento externo (vedação ou fechamento).
- Considerar vedações nas juntas e sistema de fixação.
- Efeitos arquitetônicos.
- Aplicação em obras verticais.

PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Montagem

Transporte



PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



TRANSPORTE E MONTAGEM

PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



DETALHES DA EXECUÇÃO

PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PAINÉIS ARQUITETÔNICOS



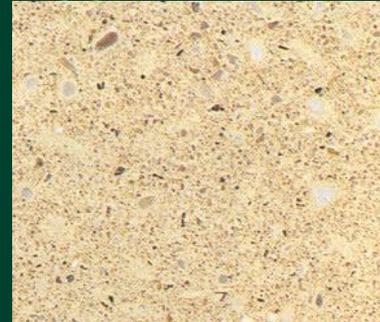
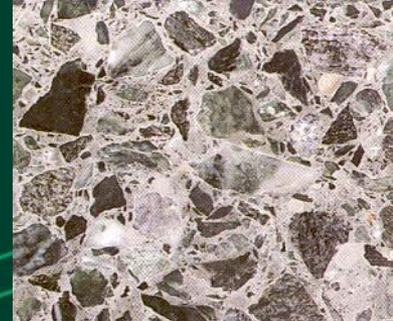
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

**DETALHES SISTEMAS DE
IÇAMENTO.**



ACABAMENTOS E TEXTURA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Agregado exposto, efeito com jateamento, polimento, etc...

PAINÉIS ALVEOLARES

- **Fechamento de edifícios (industriais e comerciais).**
- **Modulados.**
- **Autoportantes (trava a edificação influenciando diretamente no custo da estrutura).**
- **Ganhos estruturais x Estética**
- **Recebem revestimento posteriormente ou permanecem com acabamento de fábrica.**

PAINÉIS ALVEOLARES



Com ou sem revestimento.

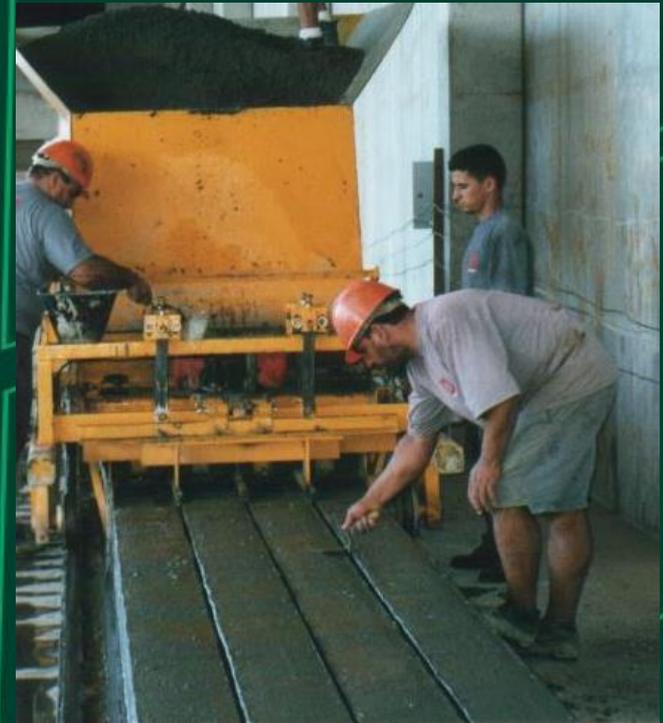
Revestimento executados na obra (pintura, cerâmica, granilha).

Alta produtividade menor custo.



ESTACAS

- Fundações profundas.
- Cravadas com bate-estaca.
- Executadas em concreto armado ou protendido.
- Normal, extrusadas e centrifugadas.
- Ligações soldadas ou luvas.



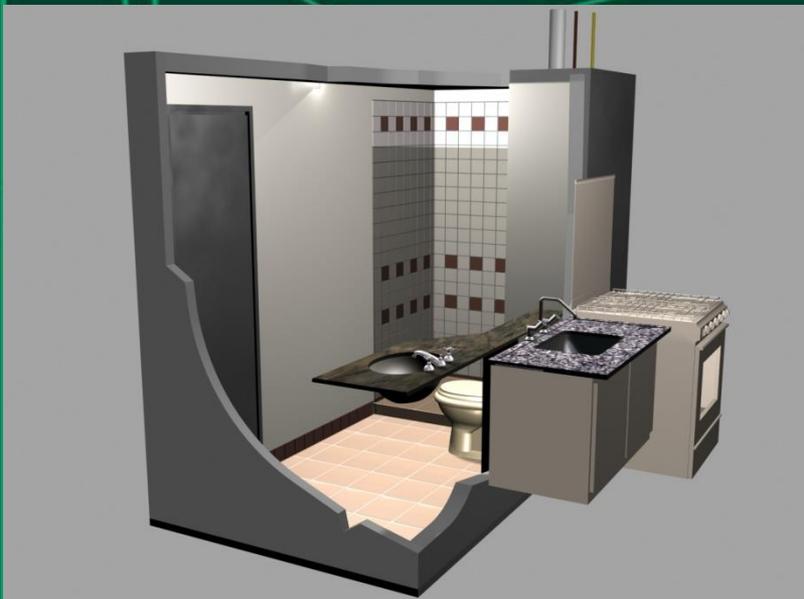
ESTACAS CENTRIFUGADAS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MONOBLOCOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Concretagem em etapa única.

Utilização de concretos especiais (GFRC).

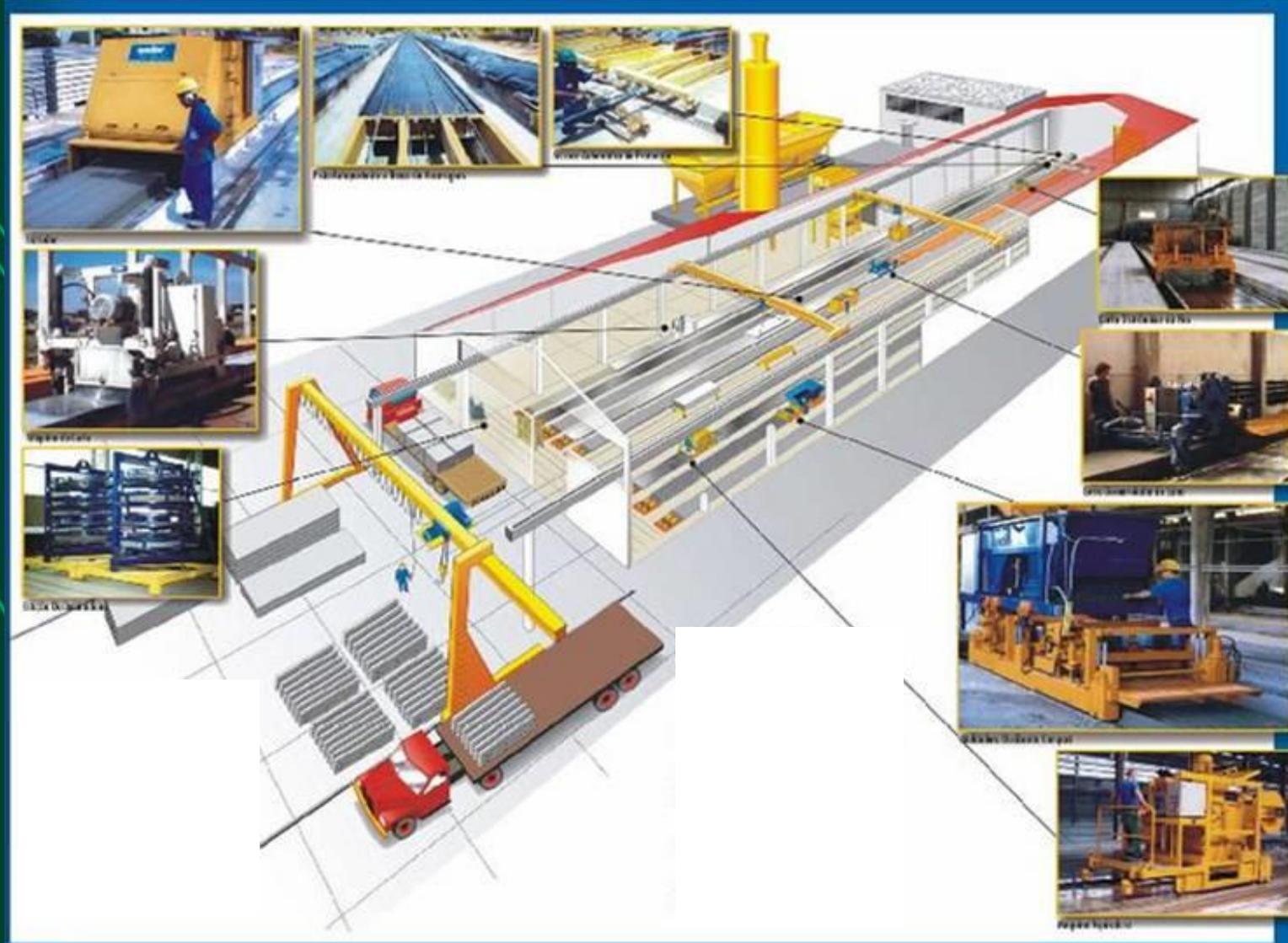
Sai com todos os acabamentos da fábrica.

PRODUÇÃO

- Fôrmas;
- Armaduras;
- Protensão;
- Concreto (produção);
- Concretagem;
- Desforma/Desprotensão;
- Armazenamento.

LAY – OUT (fábrica)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PRODUÇÃO (Fôrmas)

- Planicidade;
- Estanqueidade;
- Oxidação;
- Desalinhamento;
- Travamento;
- Inspeção Fôrmas.



Características fundamentais visando assegurar aspectos dimensionais e visuais (acabamentos das peças). Inspeccionar nesta etapa de produção é fundamental.

PRODUÇÃO (Fôrmas)

Pista de protensão para vigas protendidas com painéis de fôrmas laterais.

Versatilidade (seções Diversificadas).

Aço.



Peças com armadura frouxa.

Formas de madeira ou aço.
(Custo x Benefício)

Reutilização função da
qualidade
do material empregado.



PRODUÇÃO (Fôrmas)

Pista de Lajes Alveolares.



Extrusão (máquinas).

Protensão.

**Telhas, Lajes, Estacas,
Painéis
Alveolares, vigas
protendidas**



Pista de Telhas.

PRODUÇÃO (Armaduras)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Central de armação.
Equipamentos para corte e
dobra.



Armadura Frouxa.

Armadura Protendida.

PROTENSÃO

Colocação dos cabos nas pistas.

Cuidados nas regiões das ancoragens. Isoladores.

Limpeza das cunhas.

Variações (valores mínimo e máximo) admitido para o alongamento do cabo.

Segurança.



PROTENSÃO

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PRODUÇÃO (Concreto)

- Materiais componentes do concreto (qualificação, análise de recebimento recebimento, armazenamento);
- Tabela de traços (dosagens experimentais);
- Aditivos / Adições.
- Fator a/c;
- Correção de umidade;
- Resistência e durabilidade;
- Tempo de mistura;
- Misturadores (limpeza das hastes/facas)

PRODUÇÃO (Concreto)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Centrais dosadoras.

PRODUÇÃO (Concreto)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



- Estocagem de agregados.
- Baías separadas.
- Sistema de drenagem .
(evitar empoçamento e contaminação dos agregados).
- Preferencialmente cobertos (quanto menos oscilar umidade melhor para o concreto).
- Evitar descarregar diretamente no local da utilização (baía de descanso).

PRODUÇÃO (Concretagem)

- Planejamento (volume, tipo, intervalo de tempo);
- Lay-out da fábrica (distâncias de transporte);
- Aceitação do concreto
- Altura de lançamento;
- Adensamento adequado;



PRODUÇÃO (Cura)

A cura é o conjunto de procedimentos que visam impedir que as peças sofram tensões durante o período em que ainda não atingiram resistência suficiente para receber qualquer esforço, seja por movimentação, carga de qualquer espécie, perda de água por evaporação ou mudanças de temperatura. Normal ou Acelerada.

PRODUÇÃO (Tipos de Cura)

Cura acelerada:

Método aonde o ambiente de cura é aquecido pela presença de vapor, sendo este o processo mais adequado.

Neste processo o ganho de resistência após o processo de cura é rápido e elevado, o que permite a movimentação e transporte dos elementos pré-moldados em tempo sensivelmente menor. Proporciona assim uma maior rotatividade no estoque gerando ganhos de produtividade e espaço.



PRODUÇÃO (Cura)

Cura natural:

As peças são mantidas em local protegidas do sol e da evaporação excessiva com temperaturas na ordem de 23 °C e umidade relativa acima de 90 %.

Em algumas situações as peças podem ser cobertas para acelerar o processo.

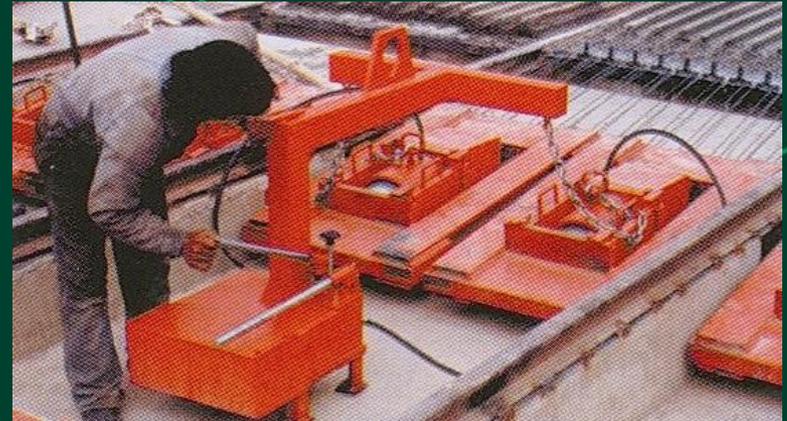


PRODUÇÃO (Desforma)

- Avaliação da resistência definida em projeto ou procedimento interno da empresa aprovado pelo calculista.
- Desforma precoce gera deformações não previstas, mesmo no longo prazo; fissuras e conseqüente perda de resistência e quebras.
- Eficiência do desmoldante (aderência gera efeitos não desejáveis a estrutura e estéticos).
- Dispositivos de içamento.

PRODUÇÃO (Desprotensão)

- Resistência do concreto superior a 21,0 MPa.
- Transferência da carga do cabo à peça.
- Aguardar período de resfriamento quando utilizado cura à vapor.
- Corte dos cabos.
- Contra-flechas.



PRODUÇÃO (Acabamento)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



3º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

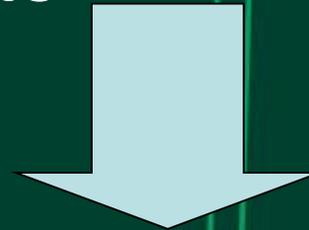
QUALIDADE (CLIENTE)

- Resistência estrutural adequada
- Vida útil elevada
- Ser funcional
- Baixo custo de operação e manutenção
- Preço acessível
- Assegurar prazo de entrega.



QUALIDADE (Vida útil)

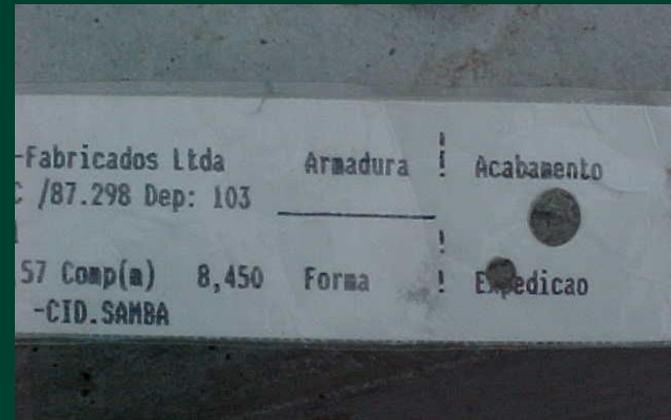
- Cobrimento
- Consumo mínimo de cimento.
- Máximo fator a/c
- Cura
- Limitação de fissuras
- Tipo de cimento



QUALIDADE DO PROJETO E DO PROCESSO CONSTRUTIVO

QUALIDADE

- Identificação e rastreabilidade do produto;
- Controle dimensional (inspeção de processo);
- Controle tecnológico (matérias-primas e concreto);
- Gestão dos processos com ênfase nas interfaces: projeto-produção e montagem;



Influências na Resistência à Compressão

	Causas da Variação	Efeito máximo no resultado
A - Materiais	Variabilidade na resistência do cimento	± 12%
	Variabilidade da quantidade total de água	± 15%
	Variabilidade dos agregados (principalmente miúdos)	± 8%
B - Mão-de-obra	Variabilidade do tempo e procedimento de mistura	-30%
C - Equipamento	Ausência de aferição de balanças	-15%
	Mistura inicial, sobre e subcarregamento, correia etc.	-10%
D - Procedimento de Ensaio	Coleta imprecisa	-10%
	Adensamento inadequado	-50%
	Cura (efeito considerado a 28 dias ou mais)	± 10%
	Remate inadequado dos topos	- 30% para concavidade
		- 50% para convexidade
	Ruptura (velocidade de carregamento)	± 5%

**Fonte: Manual de Dosagem e Controle de Concreto
Paulo Helene/Paulo Terzian**

Reflexão

- **Prazos insuficientes para o desenvolvimento de projeto.**
- **Ausência de análise crítica de projetos.**
- **Especificações e detalhamentos insuficientes.**
- **Utilização de novas tecnologias e materiais sem o desenvolvimento e aplicação prévia.**
- **Critérios de contratação baseado exclusivamente em preço em lugar da análise custo x benefício.**
- **Aplicação inadequada das ferramentas de controle.**
- **Qualificação de mão de obra.**

QUALIDADE

- Calibração de equipamentos utilizados para medição, inspeção e ensaios (balanças da central dosadora de concreto, prensa, manômetros dos macacos hidráulicos, balanças laboratório).

QUALIDADE

- **Controle Dimensional em relação à Tabela de Tolerâncias (referencial atual) - tabela de tolerâncias vinculada ao selo de Excelência ABCIC. Consiste na verificação dos parâmetros estabelecidos e cobrimentos.**
- **Matérias-primas: Concreto Armado - Aço, Agregados (Graúdo e Miúdo), Cimento e Aditivos. Desde a qualificação de fornecedores até a inspeção de recebimento e análise de desempenho.**



QUALIDADE

- Controle de materiais incorporados ao processo: insertos, neoprene, etc.
- Controle Tecnológico: É fundamental a rastreabilidade da resistência de desforma e desprotensão (liberação) das peças. Controle de resistência aos 14 ou 28 dias. Sendo aos 14 dias para concretos produzidos com cimentos de alta resistência inicial. O objetivo é assegurar um desvio padrão de 3,5 MPa. Rastreabilidade da água do traço.
- Módulo de Elasticidade (esforços em idades recentes). → Controle de flechas.

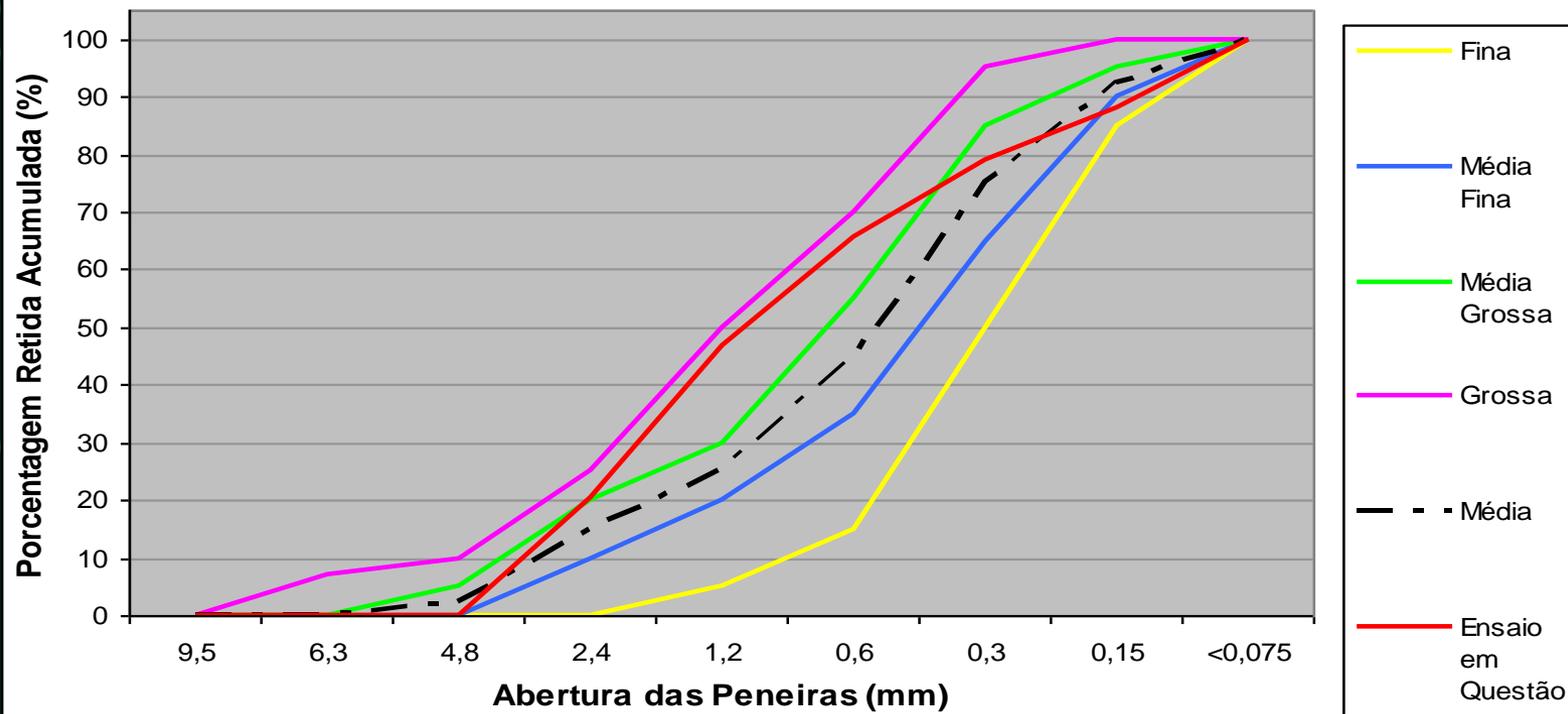
MATÉRIA - PRIMA

(agregado miúdo)

- Agregado Miúdo = Areia
- Desejável areia média
- Excesso de finos = queda de produtividade em extrusão. Maior consumo de cimento.
- Excesso de fração grossa = maior desgaste de equipamentos. Prejudicial ao acabamento especialmente pilares e vigas.
- Influência sobre o abatimento (slump) do concreto fresco.

MATÉRIA – PRIMA (agregado miúdo)

Curva Granulométrica do Agregado Miúdo



A análise do custo X benefício do material é determinante na otimização do traço. O custo real só é obtido através de dosagem experimental. Uma areia de baixo custo não é necessariamente a que reduzirá o custo do m³ de concreto.

MATÉRIA – PRIMA (agregado graúdo)

- Diâmetro – máximo
- Dimensões da peça
- Espaçamento das armaduras
- Tipo de lançamento
- Consolos (concentração de armadura)

MATÉRIA - PRIMA (cimento)

Cimento Portland Comum (CPI, CPI-S)	NBR 5732
Cimento Portland Composto (CPII-E, CPII-Z, CPII-F)	NBR 11578
Cimento Portland de Alto-Forno (CPIII)	NBR 5735
Cimento Portland Pozolânico (CPIV)	NBR 5736
Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CPV-ARI)	NBR 5733
Cimento Branco. Usado sobretudo para o Concreto Arquitetônico.	

MATÉRIA-PRIMA (cimento)



+



CP I ou CP V

+



CP II-F



CP II-E ou
CP III ou
CP V RS



CP II-Z ou
CPIV ou
CPV RS

MATÉRIA – PRIMA (cimento)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MATÉRIA – PRIMA (Aditivo)

- Aceleradores
- Incorporadores de ar
- Plastificantes
- Superplastificantes
- Hiperplastificantes (Concreto Auto-adensável)
- Ação de superfície (Painéis Arquitetônicos)

Importante: Avaliação do produto em dosagem experimental , custo x benefício.Efeito desejado x consumo real.

CONCRETO AUTO ADENSÁVEL



CAIXA "L"

VERIFICAÇÃO DO DIÂMETRO



MATÉRIA- PRIMA (Aço)

- Rastreabilidade do aço (lote x certificado correspondente x local de aplicação).Limites de escoamento, ruptura e alongamento).
- Armazenamento adequado (estrados/dormentes evitando contato direto com o chão e separados por bitola).
- Por logística próximo a central de armação.
- Cuidado com as cordoalhas :

Pontos de oxidação em aço para protensão.

Cuidado com proximidade com solda/maçarico.



SEGURANÇA

NR – 18 – Ampliar Visão em relação às estruturas Convencionais.

Fundamental em todas as etapas, mas considerando a logística ênfase deve ser dada as considerações de projeto principalmente em informações referente a situações transitórias durante a montagem.

Manutenção de Equipamentos.



LOGÍSTICA

- Transporte interno (local de produção para estocagem).
- Armazenamento.
- Tipo de transporte para obra.
- Formação das cargas em função do planejamento de montagem.
- Correta amarração das cargas.
- Tipos de equipamentos para içamento.
- Dispositivos auxiliares para montagem.
- Em alguns casos aquisição e armazenamento de matérias primas está agregado a logística .

LOGÍSTICA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



LOGÍSTICA(EQUIPAMENTOS)

Curvas de Capacidade de equipamentos de montagem

CAPACIDADE TOTAL 50.000 Kg a 3.0 m

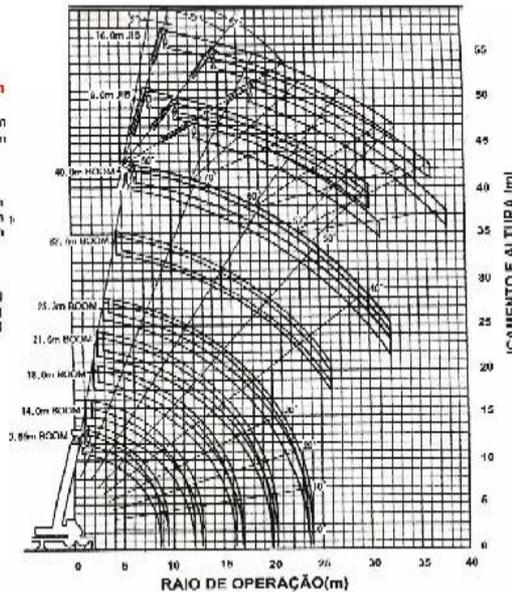
LANÇA - PRINCIPAL 5 estágios 10.65 - 40.0m
JIB / 2 estágios 9.0 - 16.0m

DIMENSÕES

Comprimento aprox. 12.860 mm
Largura aprox. 2.820 mm
Altura aprox. 3.750 mm

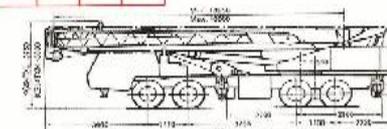
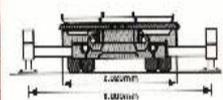
PESOS

Peso bruto do veículo aprox. 39.000 Kg
- dianteira aprox. 16.000 Kg
- traseira aprox. 24.000 Kg



Patolas Interamente Estendidas														
Patola Frontal Estendida (360°)														
Patola Frontal não Estendida (nas laterais e na traseira)														
A B	C						D		E		F			
	10.65m	14.0m	18.0m	21.6m	25.3m	32.7m	40.0m	9.0m	16.0m					
3.0m	50,000	33,000	28,000	24,000				80°	3,600	2,200	1,200	2,300	1,100	600
3.5m	43,000	33,000	28,000	24,000				79°	3,600	2,200	1,200	2,300	1,100	600
4.0m	38,000	33,000	28,000	24,000	20,000			78°	3,600	2,200	1,200	2,300	1,100	600
4.5m	34,000	30,500	28,000	24,000	20,000			77°	3,320	2,140	1,190	2,180	1,070	590
5.0m	30,200	28,000	25,000	24,000	20,000			76°	3,130	2,000	1,180	2,060	1,050	580
5.5m	27,500	26,500	23,600	22,200	20,000	13,000		75°	2,970	2,020	1,170	1,960	1,020	580
6.0m	25,000	24,000	21,500	21,900	20,000	13,000		73°	2,680	1,910	1,150	1,790	970	570
6.5m	22,700	22,300	21,800	19,900	18,100	13,000	7,500	70°	2,330	1,740	1,110	1,560	910	560
7.0m	20,700	20,300	20,000	18,400	16,800	13,000	7,500	68°	2,160	1,640	1,090	1,440	870	540
7.5m	18,300	16,600	15,500	17,100	16,700	13,000	7,500	65°	1,910	1,490	1,070	1,270	810	530
8.0m	17,400	17,100	17,000	15,200	14,800	12,300	7,500	63°	1,780	1,390	1,030	1,180	780	510
9.0m	14,200	14,100	14,100	13,800	13,200	11,000	7,500	60°	1,600	1,260	1,000	1,080	740	500
10.0m		11,900	11,500	11,450	11,400	10,600	7,500	58°	1,300	1,180	880	980	720	490
11.0m		9,450	9,450	9,400	9,400	9,100	6,250	55°	900	850	800	700	680	470
12.0m		7,650	7,650	7,350	7,850	6,300	6,450	53°	790	660	600	530	550	400
14.0m			5,650	5,650	5,660	6,450	5,600	50°	400					
16.0m			4,100	4,100	4,050	4,800	4,800							
18.0m				2,900	2,900	3,750	4,100							
20.0m					1,800	1,850	2,400							
22.0m						1,200	2,100	2,650						
24.0m							1,500	2,050						
26.0m							1,000	1,550						
28.0m								1,150						
30.0m									800					
32.0m										500				

A: Altura da lança
B: Raio de operação
C: Comprimento do JIB
D: Ângulo de inclinação do JIB
E: Ângulo da lança com JIB montado



Comprimento total.....3.000 mm
Raio de giro da traseira.....3.860 mm
Altura - Dianteira.....2.480 mm
Traseira.....2.280 mm

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

MONTAGEM (Planejamento)

- Conhecer detalhadamente os projetos.
- Conhecer o terreno (dimensões e possíveis interferências).
- Conhecer a redondeza identificando os melhores acessos.
- Interface intensa com a produção (engrenagem).
- Mudanças(necessidades de rever o planejamento)
- Necessidade de concretagens “in loco” (fundações , capeamento, ...).
- Interface com outras etapas da execução da obra como um todo (alvenaria, pisos,...).
- Possível necessidade do cliente na liberação parcial de determinadas áreas antes da conclusão da obra.
- Quando aplicável ,horários permitidos pela legislação do município. (*** Zonas de tráfego Restrito ***)
- Otimizar a utilização da equipe e dos equipamentos.

MONTAGEM

- Cravação de estacas e execução de blocos: acompanhamento de cravação e locação das estacas seguindo as diretrizes de projeto;
- Em execução de blocos ou sapatas garantir a correta locação e posicionamento da armadura;
- Montagem e chumbamento de pilares;
- Montagem e nivelamento das lajes;

MONTAGEM

- Montagem de telhas;
- Montagem do fechamento lateral;
- Acabamento composto por: solda, impermeabilização de juntas, corte de alças, reparos de eventuais danos decorrentes do transporte e da própria montagem.

MONTAGEM (cuidados)

- Procedimentos de segurança de trabalho. (Ligações Provisórias e/ou escoramentos)
- As ligações nem sempre são efetuadas de imediato.
- Excentricidades.

MONTAGEM (Equipamentos)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Autogrua sobre pneus.

Autogrua sobre esteiras.

MONTAGEM (Pilares)



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

MONTAGEM (Pilares)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MONTAGEM (Pilares)



Encunhamento do Pilar.

MONTAGEM (Vigas)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MONTAGEM (Vigas)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MONTAGEM (Lajes Alveolares)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Equalização

Chaveteamento

Solidarização

Tela ou Concreto reforçado
com fibras.

Capeamento (concretagem
da capa). 5cm



MONTAGEM (LAJES ALVEOLARES)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



CONCLUSÃO

- A pré-fabricação no Brasil vive hoje um novo momento com perspectivas de crescimento. (BOOM imobiliário, eventos esportivos 14 e 16, PAC dentre outros.)
- Alia cronogramas ousados e possibilidades de soluções inteligentes .
- Qualificação e aprimoramento dos profissionais envolvidos.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Concreto Pré-Moldado: Fundamentos e Aplicações
Mounir Khalil El Debs
- Manual de Dosagem e Controle de Concreto
Paulo Helene/Paulo Terzian
- Manual Munte de Projetos em Pré-fabricados de Concreto
Editora Pini
- Revista Ibracon. Préfabricados de concreto: Rapidez, economia e sustentabilidade na construção. Ed. 43 Jun, Jul e Ago 2006.
- Site ABCIC: www.abcic.org.br
- Site ABCP : www.abcp.org.br

4º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

ENCERRAMENTO

- Agradecimentos
- Entrega dos certificados

**AGRADECEMOS SUA
PRESENÇA!**

**Material Elaborado por: Eng. Íria Lícia Oliva Doniak
D.O. Engenharia e Projetos**

iria.do@onda.com.br

Carlos Franco

carlos@calfac.com.br

REALIZAÇÃO



www.abcic.org.br

APOIO



PROMOVENDO SISTEMAS CONTRUTIVOS À BASE DE CIMENTO

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto