

# PRÉ – FABRICADOS DE CONCRETO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**CURSO BÁSICO ABCIC  
SÃO PAULO-SP-12/12/12**

# AGENDA :

- **1º Módulo :**  
Princípios, Histórico, Aplicações, Tipologias, Selo de Qualidade.
- **2º Módulo :**  
Projeto, Ligações, Interfaces, Coordenação Modular, Painel Arquitetônico, Tolerâncias, BIM.
- **3ª Módulo :**  
Tipos de Peças, “ TOUR VIRTUAL “ por uma fábrica.
- **4ª Módulo :**  
Produção, Matérias Primas, Segurança, Logística, Montagem, Conclusão.



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 Construcción y del  
Cemento***



# PROCESSO

Os processos são compostos por:

- **M**étodo (Padronizar)
- **M**ão de Obra (Capacitar)
- **M**edição (Avaliar)
- **M**áquinas (Adequar e Manter)
- **M**atérias Primas (Qualificar e Avaliar Desempenho).

# PRÉ - MOLDADOS

Pré – moldagem:

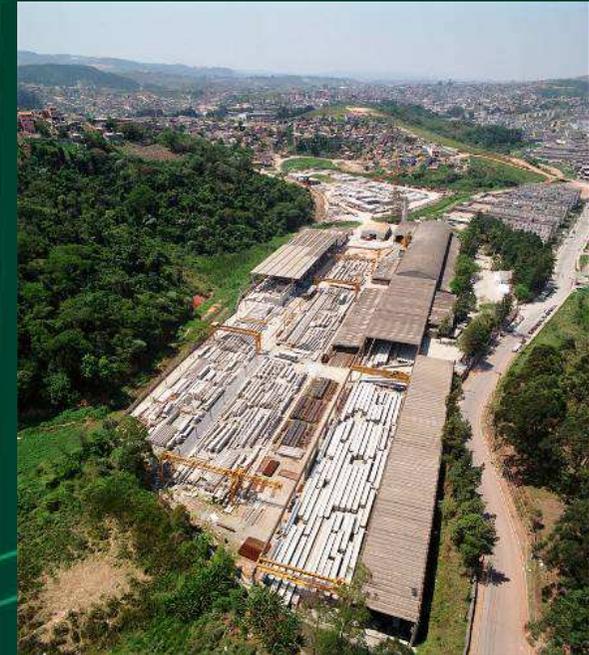
Processo de construção em que a obra, ou parte dela, é moldada fora de seu local de uso definitivo. A pré-moldagem é relacionada aos conceitos de industrialização e pré-fabricação.



# 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”.



# CONTEXTO HISTÓRICO

Pré-fabricado (pós-guerra e suas necessidades)

Mão de obra

Agilidade

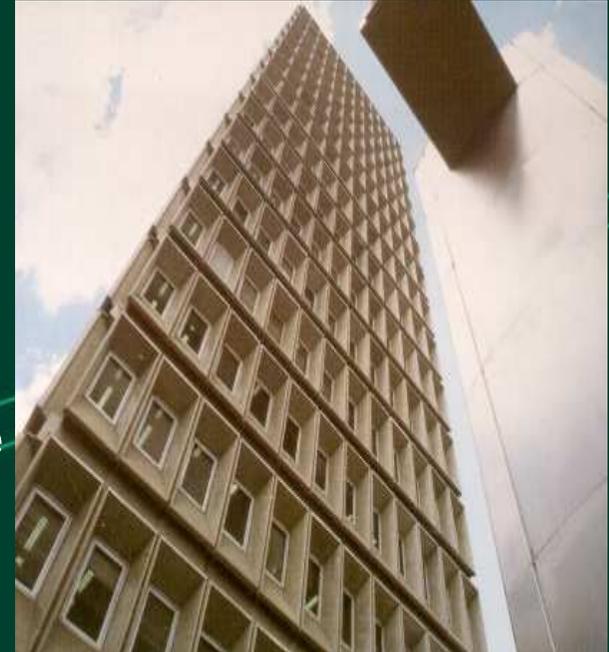
Baixo custo

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# 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  
Associados a galpões  
industriais, padronização  
em detrimento da  
criatiividade.**

**Paredes PI – conceito de  
fachadas.**

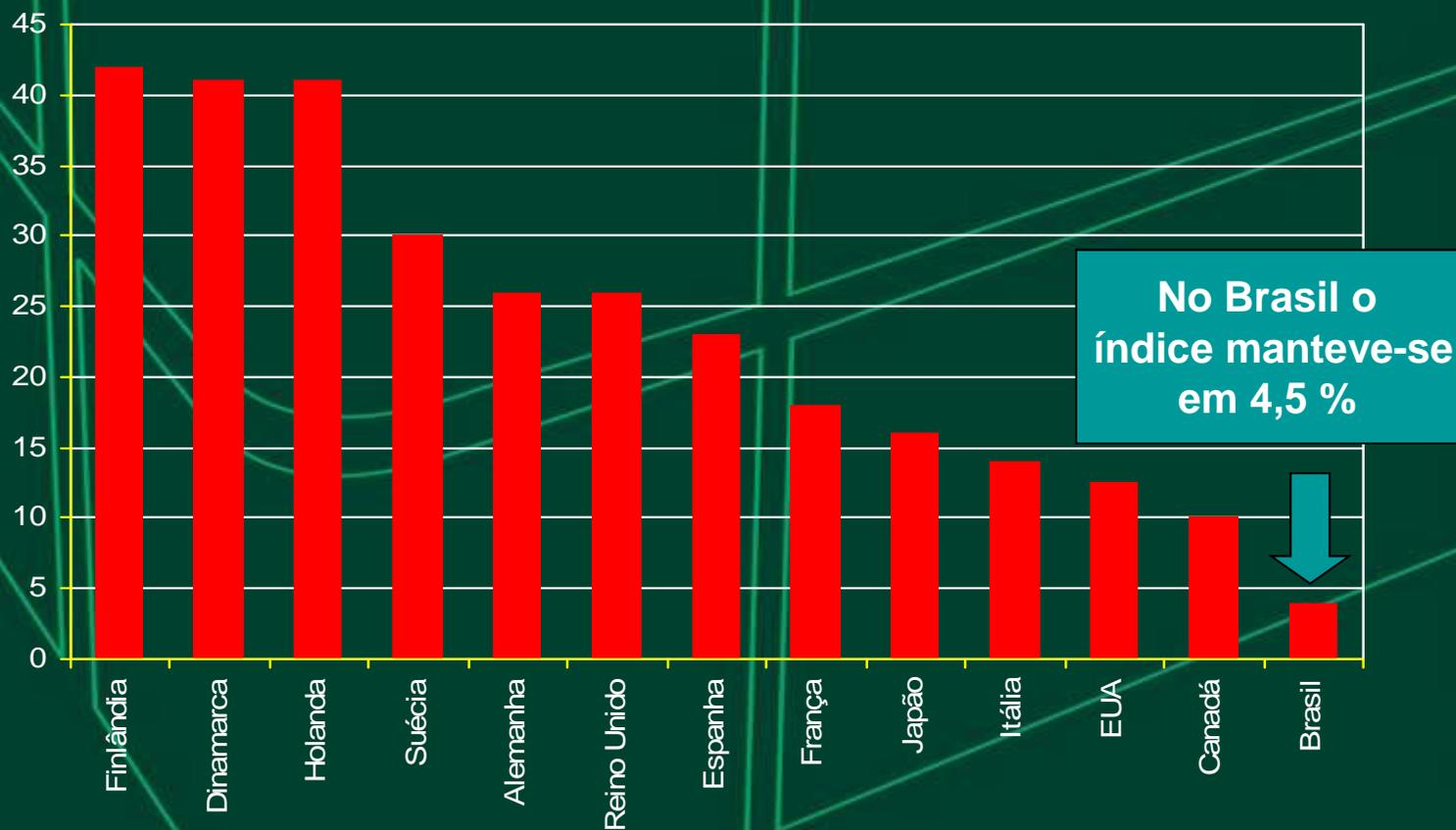
# CONTEXTO HISTÓRICO

- Em consequência 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;

# CENÁRIO – MERCADO NACIONAL

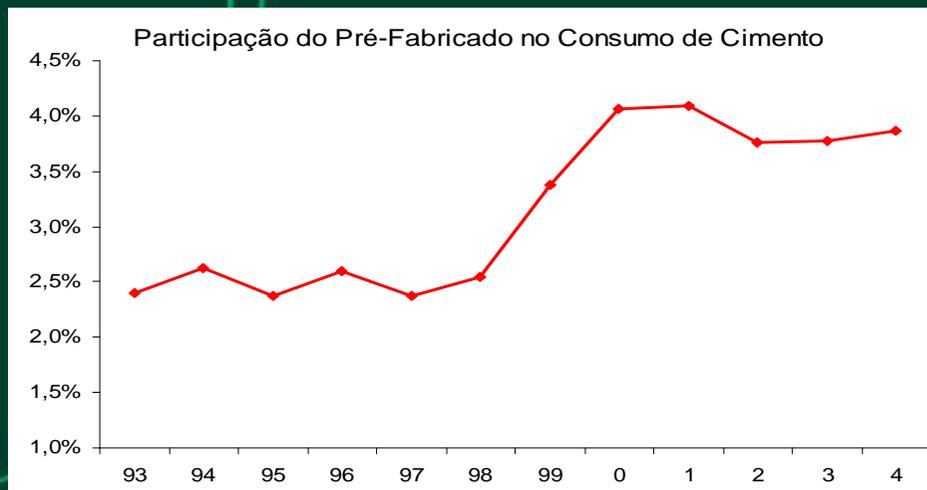
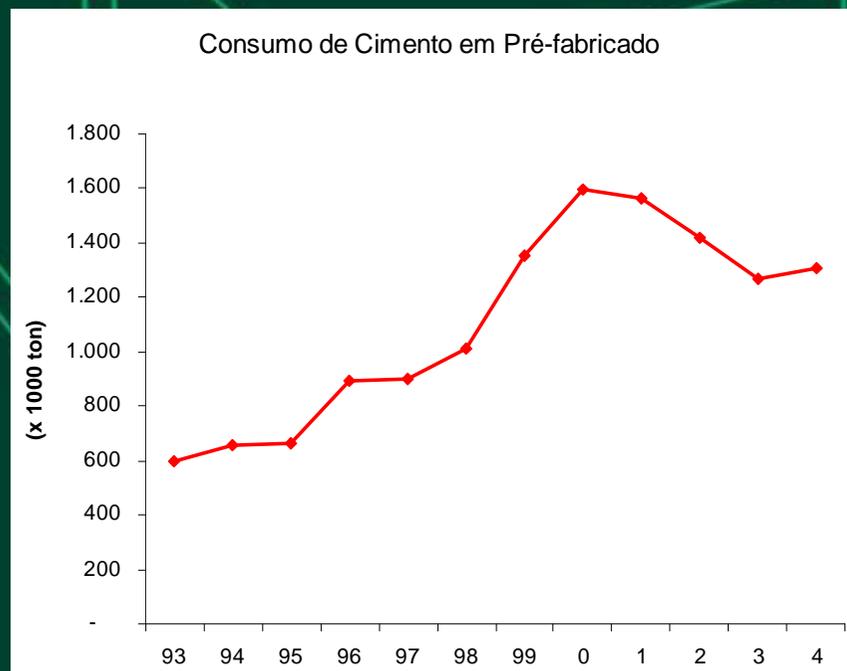
## Percentual de cimento destinado a pré-fabricados e pré-moldados

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# CENÁRIO – MERCADO NACIONAL

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# CONTEXTO HISTÓRICO (ATUAL)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



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



# Edifícios Altos (Estruturas Mistas)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



( Fortaleza- CE )

# CONTEXTO HISTÓRICO (ATUAL)

- Última década  
fachadas pré-fabricadas =  
sofisticação arquitetônica
- Hoje, o mercado nacional  
está capacitado a oferecer  
um sistema completo, que  
vai da fundação e estrutura  
à fachada.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# 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.
- Impulsiona para 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, o que não temos na estrutura metálica.

# VANTAGENS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

**Rapidez na execução.**



**Flexibilidade – Resiliência ;  
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



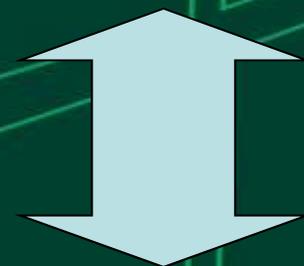
# SUSTENTABILIDADE

- **POUPAR AS JAZIDAS NATURAIS. USO DE RECURSOS LOCAIS.**
- **EMPREGO DE CONCRETOS COM < CONSUMO DE CIMENTO E PORTANTO < PEGADA DE CARBONO.**
- **ELIMINAR A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS.**
- **< CUSTO DE MANUTENÇÃO; > DURABILIDADE.**
- **> EFICIÊNCIA TÉRMICA ( MASSA / ISOLAMENTO ).**
- **RECICLAR EDIFÍCIOS; quer por ‘RETROFIT’; quer por REAPROVEITAMENTO DAS PEÇAS NOUTRO LOCAL.**
- **RECICLAR MATERIAIS ( PEÇAS ).**
- **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)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- Quanto ao local:  
Fábrica ou Canteiro
- Quanto a categoria do peso dos elementos:  
Leve ou Pesado
- Quanto a aparência:  
estrutural ou  
Arquitetônico (\*que é também estrutural)

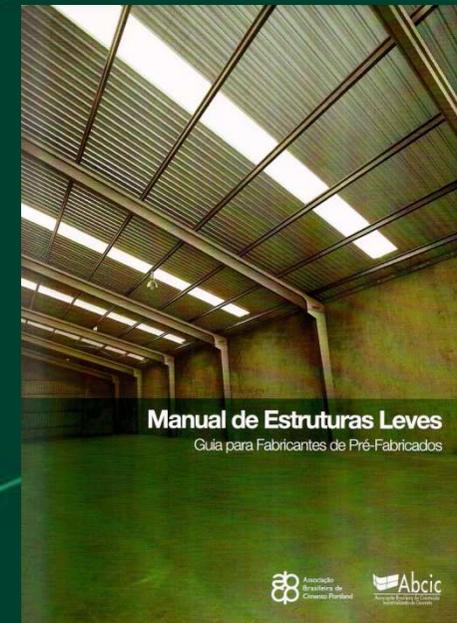


# LEVE

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



- Pórticos (estrutura de
- Cobertura integrada ao sistema).
- Soluções econômicas.
- Com ou sem tirantes.
- Vão de 8 a 25 m
- Pé direito de 3 a 20 m
- Modulação de 4 a 12 m
- Telhas :  
fibrocimento,cerâmica,  
metálica



# 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).**



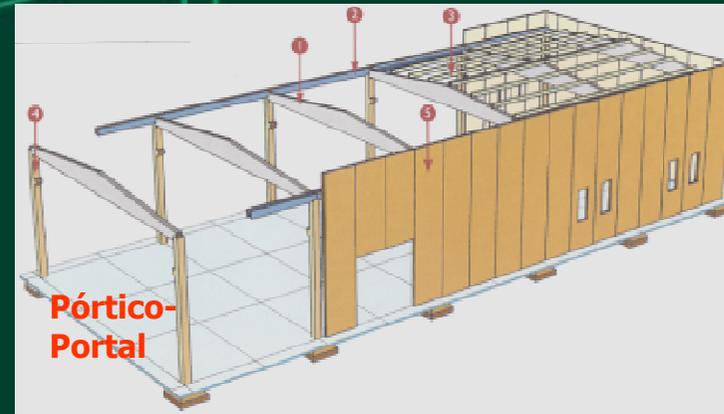
# TIPOLOGIAS – CONCEITO BÁSICO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

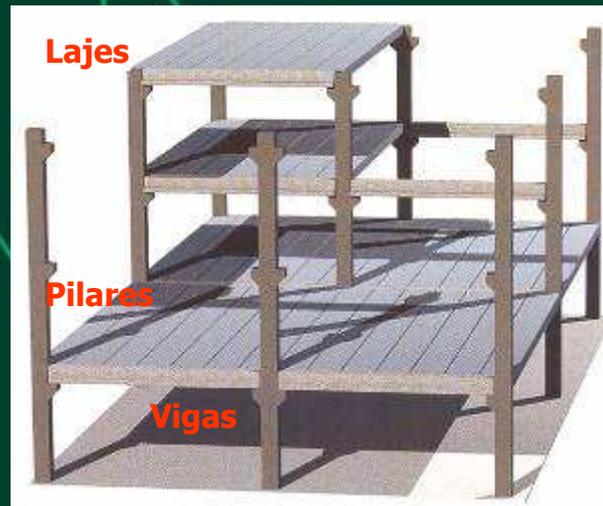
- PRÉ-FABRICAÇÃO não é uma simples variação da técnica de Construir com “ MOLDADO IN LOCO “.
- Para se extrair todos os BENEFÍCIOS DA TÉCNICA, o ideal é que esteja presente desde a CONCEPÇÃO.

# TIPOLOGIAS

## Estrutura tipo PORTAL



Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



## Estrutura tipo RETICULADA Ou ESQUELETO

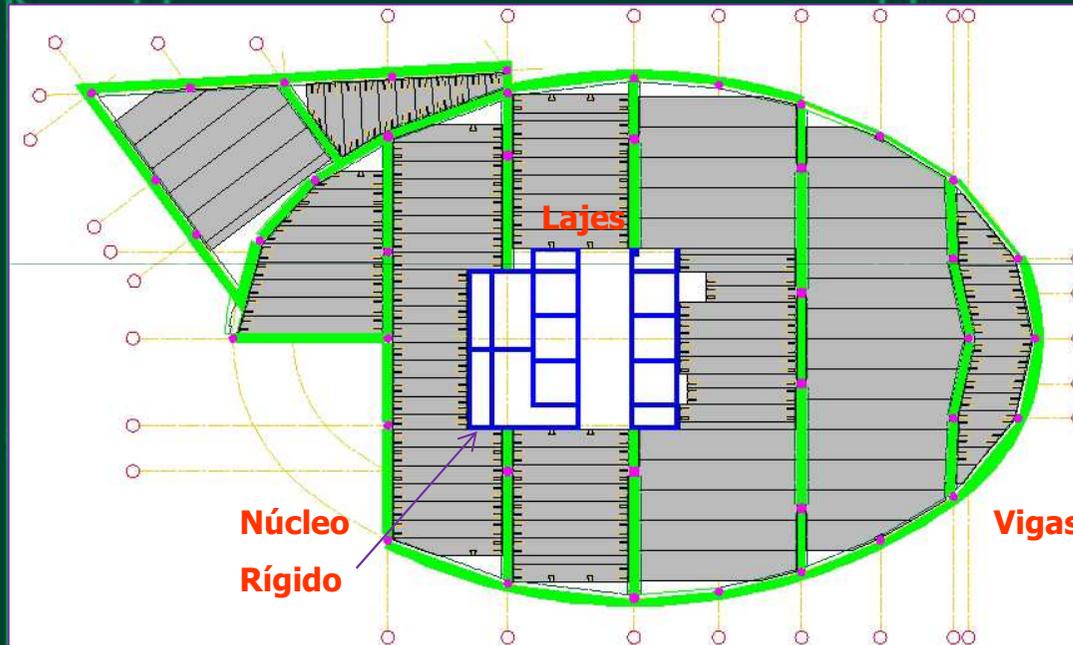


## Estrutura tipo PAINÉIS PORTANTES

# TIPOLOGIAS

## Solução Pré-Moldada para EDIFÍCIOS ALTOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



- Núcleo MOLDADO “ IN LOCO ” ou Painéis Portantes.
- Vigas podem ser solidarizadas

Tipo de elemento	Tipo de Edifício	Vão máximo (m)	Altura (mm)	Larguras mais comuns (mm)	Peso por unidade de área (kN/m <sup>2</sup> )
 lajes alveolares não protendidas	Habitacional/ Comercial	≤ 9	100-300	300-2400	2,1-4,0
 lajes alveolares protendidas	Habitacional/ Comercial/ Industrial/ Estacionamento	≤ 20	100-500	1200	2,0-4,8
 Lajes/painéis TT ou π	Comercial/ Industrial/ Estacionamento	≤ 24 (30)	200-800	1200-2400	2,1-5,0
 elementos de seção T	Comercial/ Industrial/ Estacionamento	≤ 30	600-1200	1500-5000	3,0-3,6
 elementos de seção U	Comercial/ Industrial	≤ 9	150-300	600	1,45-3,5
 elementos de seção U invertido	Comercial/ Industrial/ Estacionamento	≤ 20	200-700	1200	1,75-6,9
 elementos de pré-laje	Habitacional/ Comercial	≤ 7,2	100-200	600-2400	2,4-4,8
 lajes / painéis π ou TT invertidos	Habitacional/ Comercial	≤ 9	150-350	600-2400	1,0-3,0
 laje com nervuras pré-moldadas	Habitacional	≤ 7,2	200-300	—	1,8-2,4

# TIPOLOGIAS LAJES

# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

## PASSARELAS, PONTES E VIADUTOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

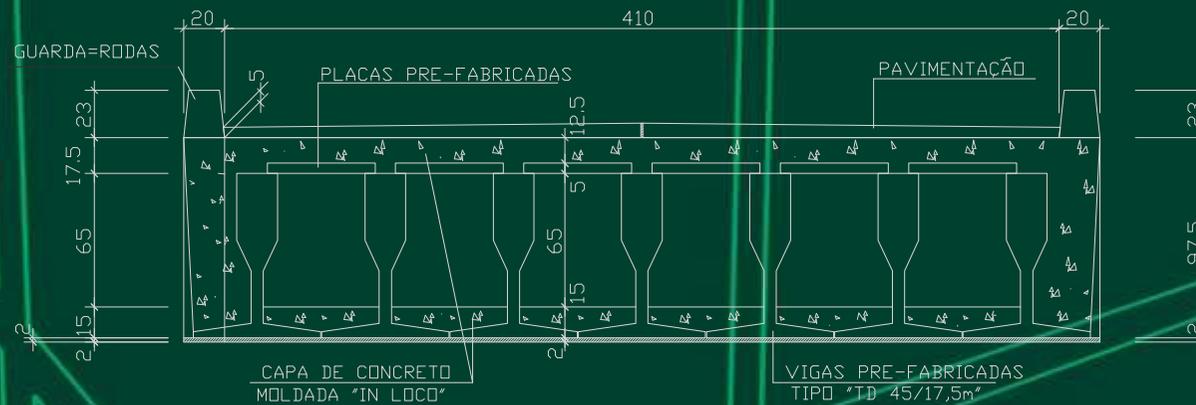


# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

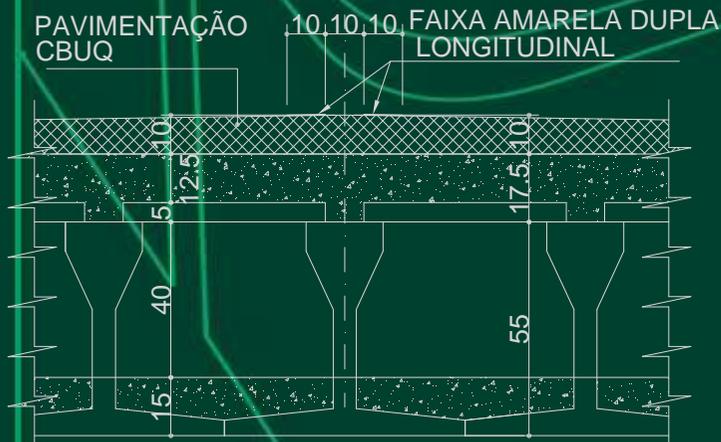
A

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

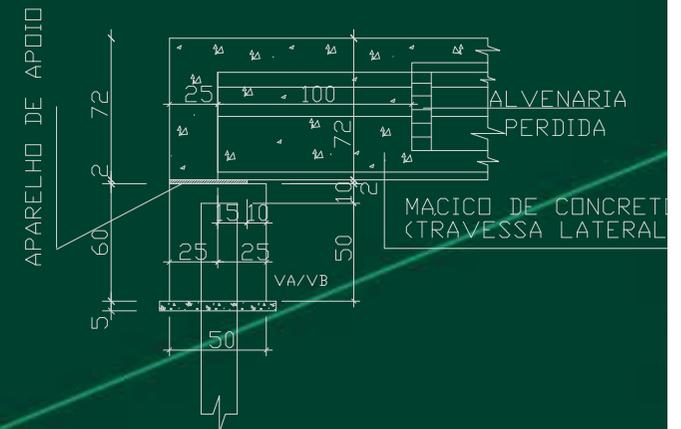
SEÇÃO TRANSVERSAL - VIGA TD/45



DETALHE 01 - FUNDO DE VIGAS E LAJES



DETALHE 02 - APOIO E ARTICULAÇÃO DE CONCRETO



# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**OBRAS ESPECIAIS;  
VIADUTOS EM CURVA.**



# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

## Galerias



## Túneis e Revestimentos



Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



## Barreiras Sonoras

## Dormentes, Infra ferroviária

( D. Ordóñez, PCI )

A

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# ARQUITETÔNICO

Diferenciação arquitetônica.

Com ou sem função estrutural.

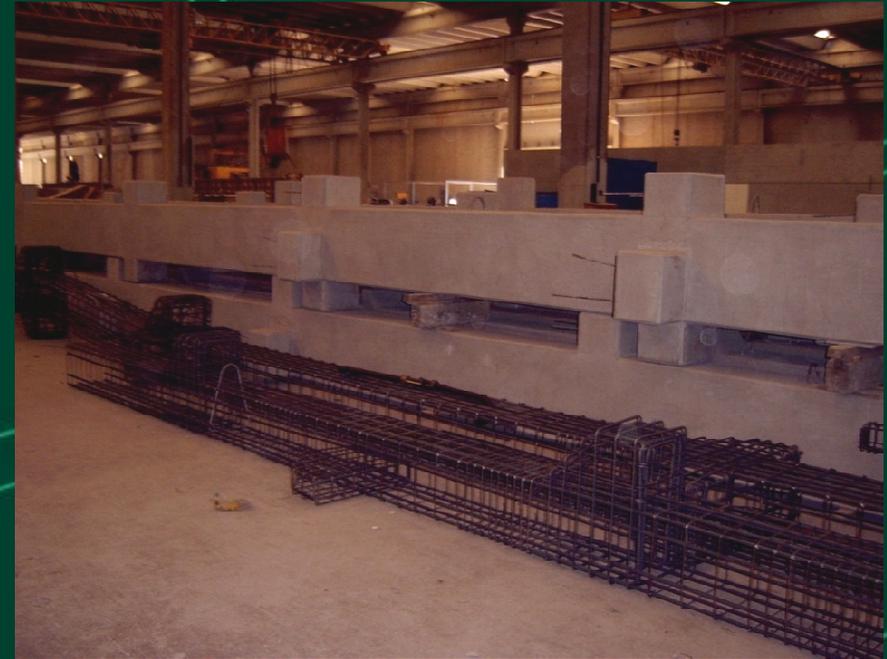
Painéis de fechamento x alvenaria.



# CONCRETO ARMADO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- 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 aprox.)**

Ab

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# CONCRETO PROTENDIDO

- Melhor rendimento mecânico das seções;
- Maior esbeltez e menor peso próprio para as peças;
- Menor fissuração, Menor altura estrutural → Menor GABARITO TOTAL.
- Grandes vãos;
- Exige porém, Maiores cuidados na sua execução.

Ab

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

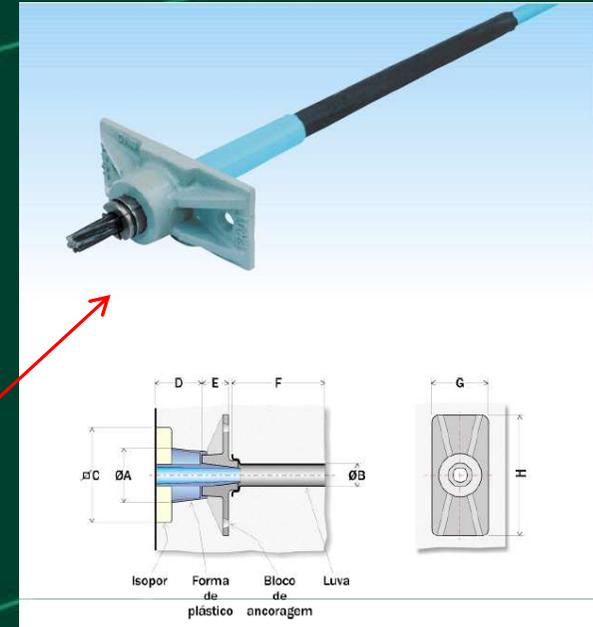
## PROTENDIDO (Pré-Tração)

- Exige pista de protensão (pré-fabricados)
- Cabos retos
- Sempre aderente



# PROTENDIDO (Pós – Tração)

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

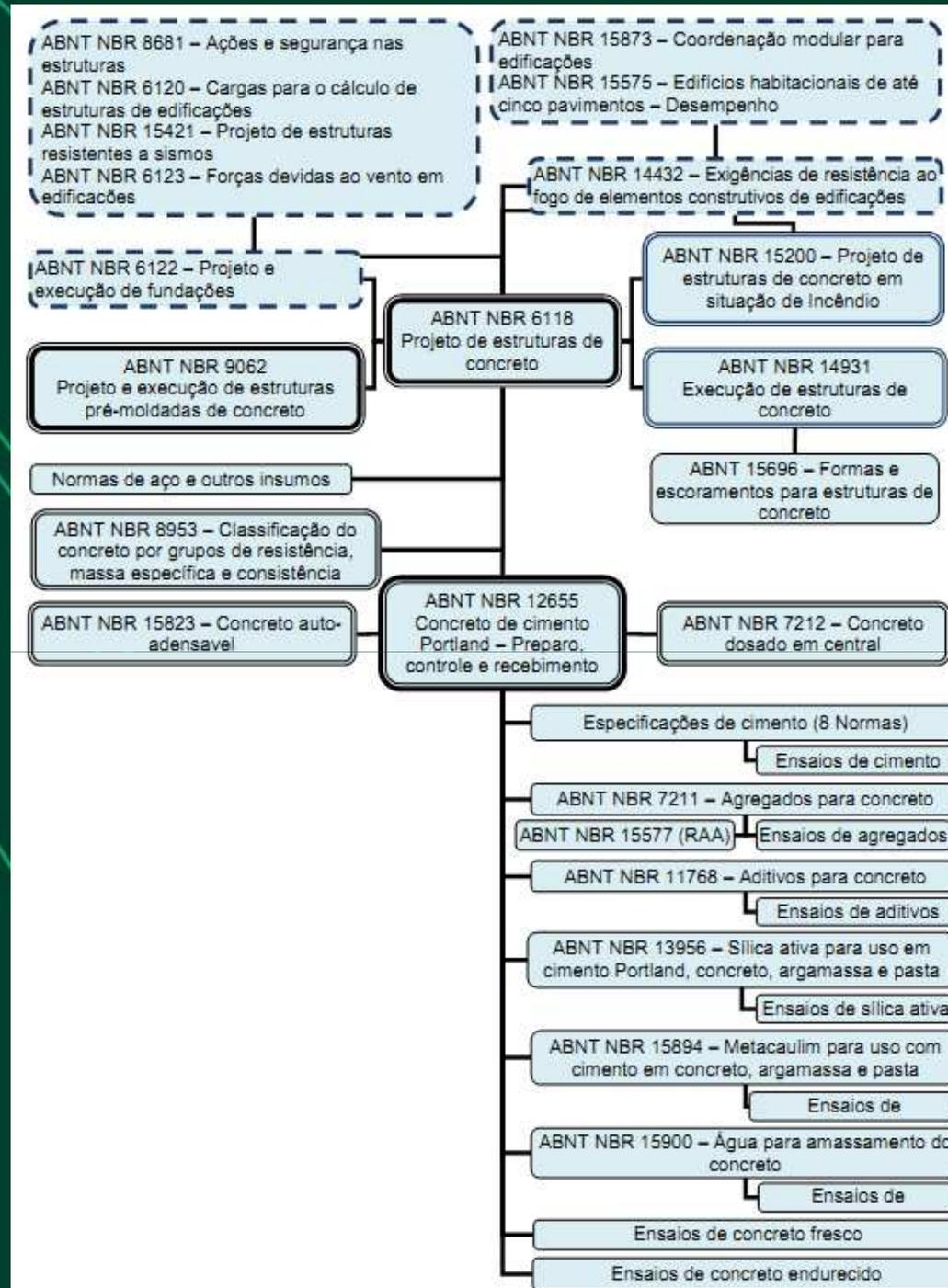


Ab

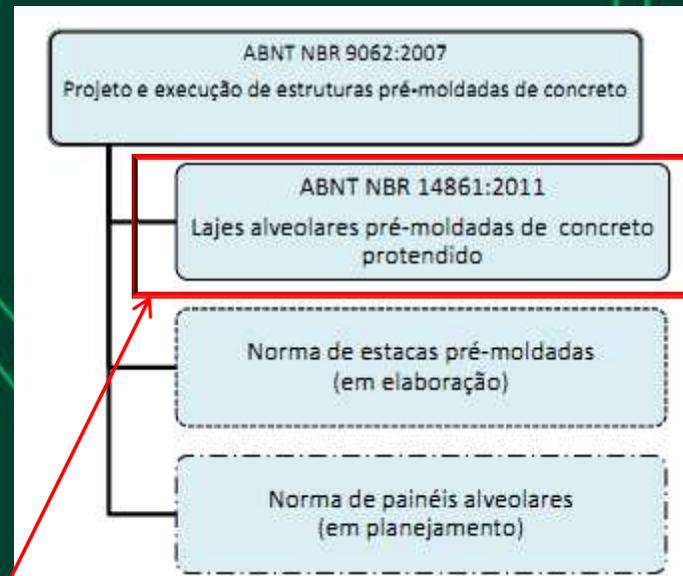
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# NORMALIZAÇÃO (objetivos)

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



# ESTRUTURA DA NORMATIZAÇÃO ( EDIFÍCIOS )



**IMPORTANTE PASSO PARA A  
INDUSTRIALIZAÇÃO !**

# ESTRUTURA DA NORMATIZAÇÃO (PRÉ-FABRICADOS)

Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# 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.
- Certificação por entidade independente.
- Atestado.



Abc

## SELO EXCELÊNCIA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

<b>Processos</b>	<b>Nível I</b>	<b>Nível II</b>	<b>Nível III</b>
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

Abc

# 1º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# 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.
- Considerações sobre a pré-moldagem.

# 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.

Abc

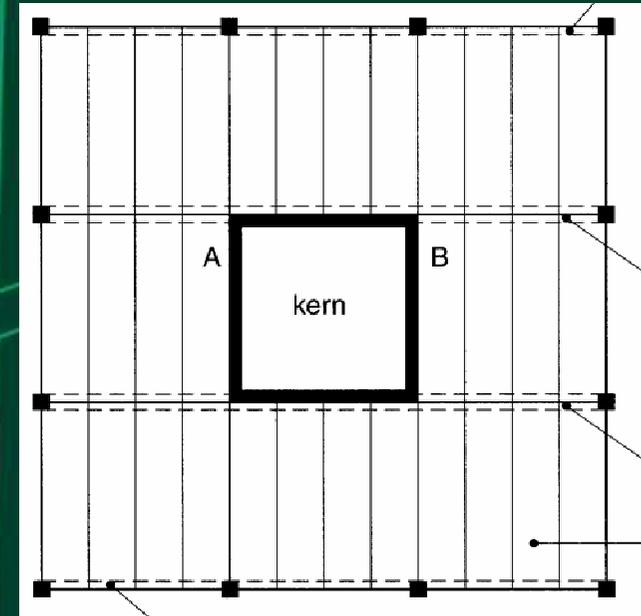
# PROJETO ( Modulações)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

As obras pré-fabricadas  
devem ser preferencialmente  
moduladas.

•**COORDENAÇÃO MODULAR**  
**ABNT NBR 15873:2010**

•**INTRODUÇÃO À COORDENAÇÃO**  
**MODULAR NO BRASIL**  
**\*\*COLEÇÃO " HABITARE " \*\***



Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PROJETO ( Modulações)

## O QUE É COORDENAÇÃO MODULAR ?

*“ Técnica que permite relacionar de maneira coordenada as medidas de todos os componentes.  
Permite se acoplamento através de simples montagem. “*

# PROJETO ( Modulações)

Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

*“ É o princípio básico da industrialização. “*

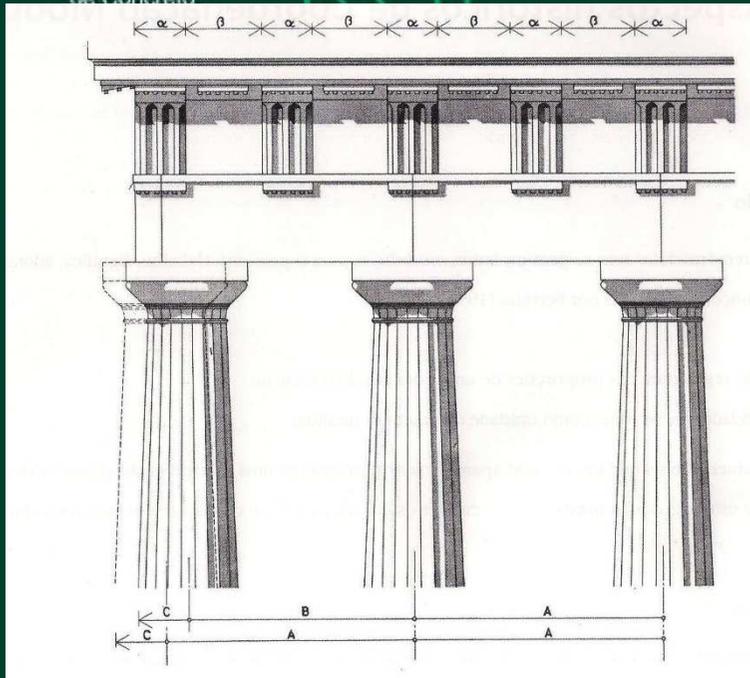
Abc

# PROJETO (Modulações)

## COORDENAÇÃO MODULAR...

Já na Antiguidade...

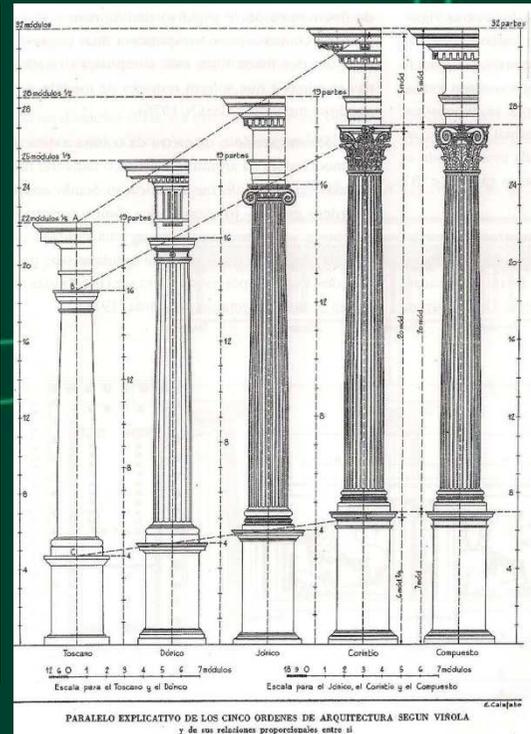
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



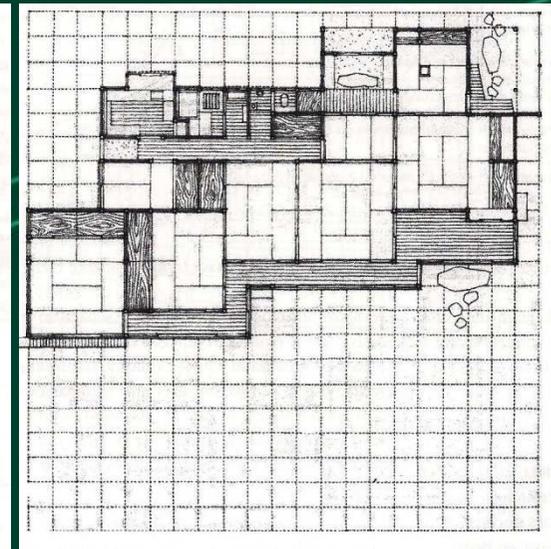
53

53

Vãos Normais e de esquina  
Arquitetura Grega



As Ordens Gregas



Arquitetura Japonesa,  
Modulada a partir do TATAME

Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PROJETO ( Modulações)

## •POR QUE EMPREGAR COORDENAÇÃO MODULAR ?

- *Organizar dimensionalmente a indústria.*
- *Racionalizar Projeto e Execução.*
- *Permitir Flexibilidade e Aprimoramento(P&D).*
- *Incentivar a intercambiabilidade.*
- *Aumentar a Precisão Dimensional.*

Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PROJETO ( Modulações)

- **MÓDULO : M**

- **M = 100 mm**

- **DIMENSÃO = n x M**

**DIMENSÃO =**

**MEDIDA NOMINAL +**

**AJUSTE DE COORDENAÇÃO.**

Abc

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PROJETO ( Modulações)

MEDIDA(S) NOMINAL(IS) QUALQUER  
(QUAISQUER)

AJUSTE DE COORDENAÇÃO  
QUALQUER.

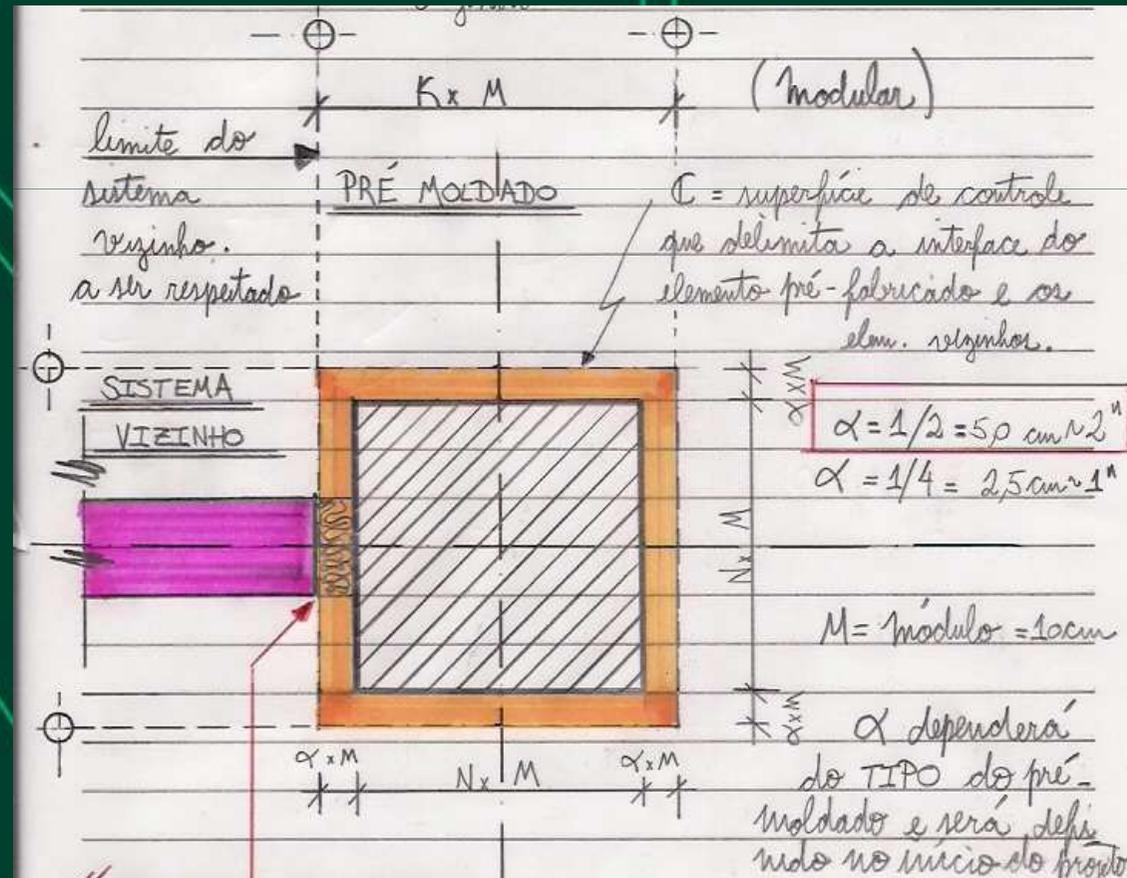
A SOMA PORÉM DEVERÁ  
RESULTAR MODULAR  
OU MULTI MODULAR !!

# PROJETO ( Modulações)



# PROJETO ( Modulações )

COMO FICA O PRÉFABRICADO NA  
COORDENAÇÃO MODULAR ?

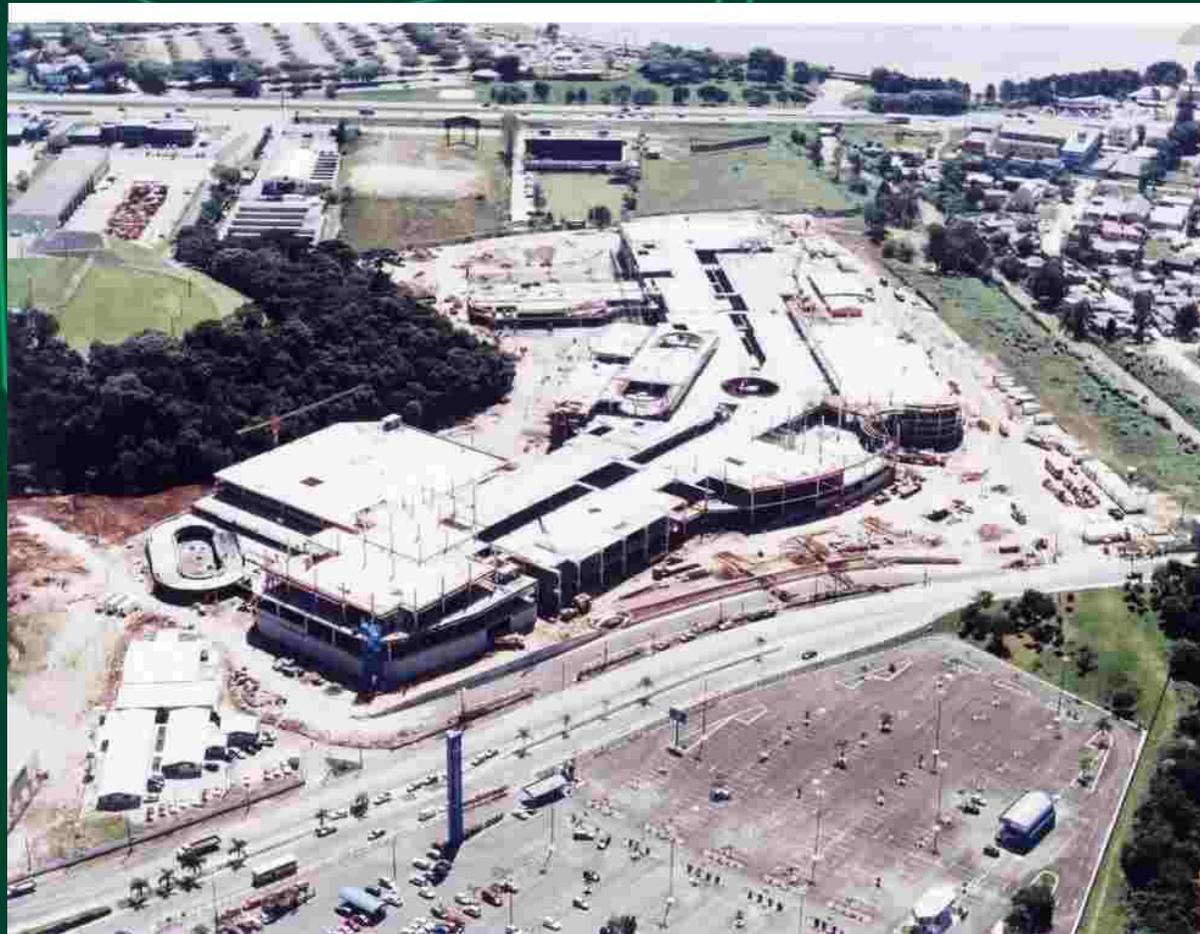


# MODULAÇÃO



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

# MODULAÇÃO



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

# LIGAÇÕES

- O tipo de ligação está diretamente correlacionado com o custo da estrutura pré-fabricada. > complexidade; > custo.
- Em cada situação a ligação pode ter uma ou mais funções : Transferência de esforços, efeitos de Diafragma, Pórtico, Redistribuição de esforços.
- Ligações interferem no modelo da estrutura.
- Arquitetura (estética).

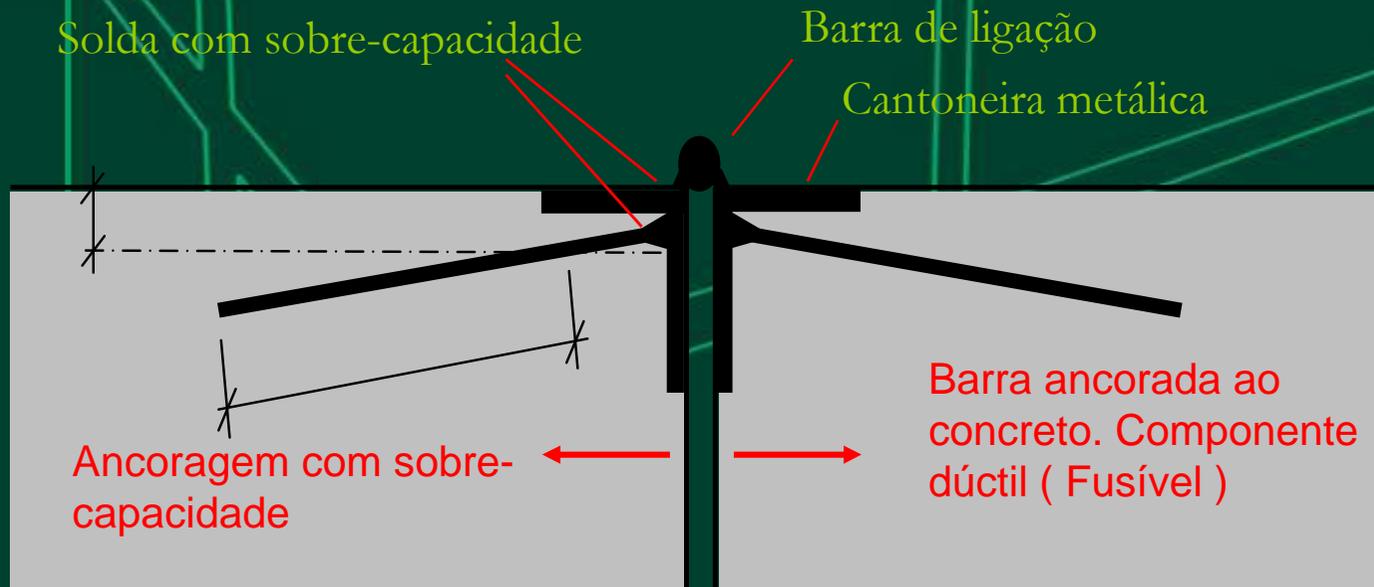
# LIGAÇÕES

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

- Muito importante em qualquer ligação é garantir a **DUCTILIDADE**, ou seja, a capacidade de “ avisar “ se estiver sendo sobrecarregada, em oposição a romper-se bruscamente ( **RUPTURA FRÁGIL** ).
- Obtem-se a **DUCTILIDADE** através da interação de concreto ( comprimido ) e o aço ( tracionado ) .

# LIGAÇÕES



Abci

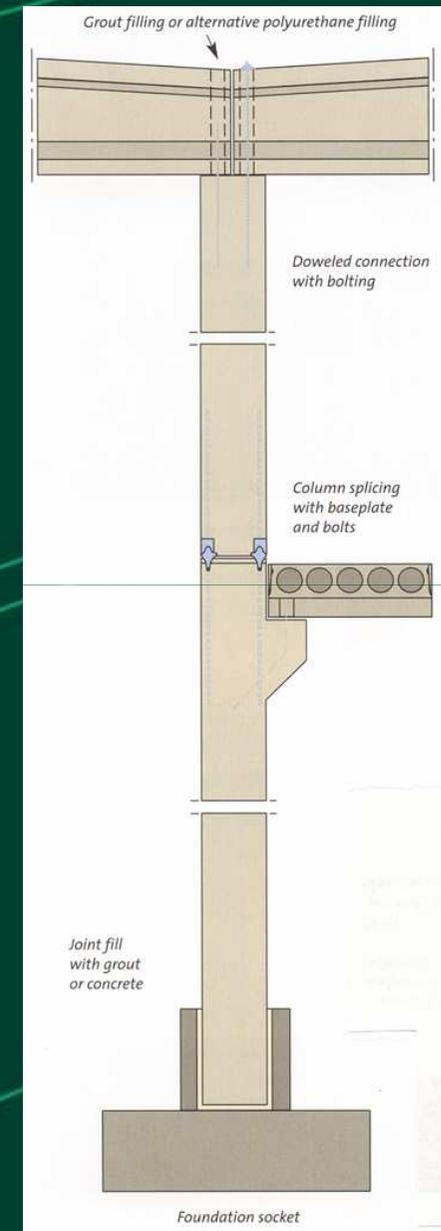
# LIGAÇÕES

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# LIGAÇÕES (Tipos)

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

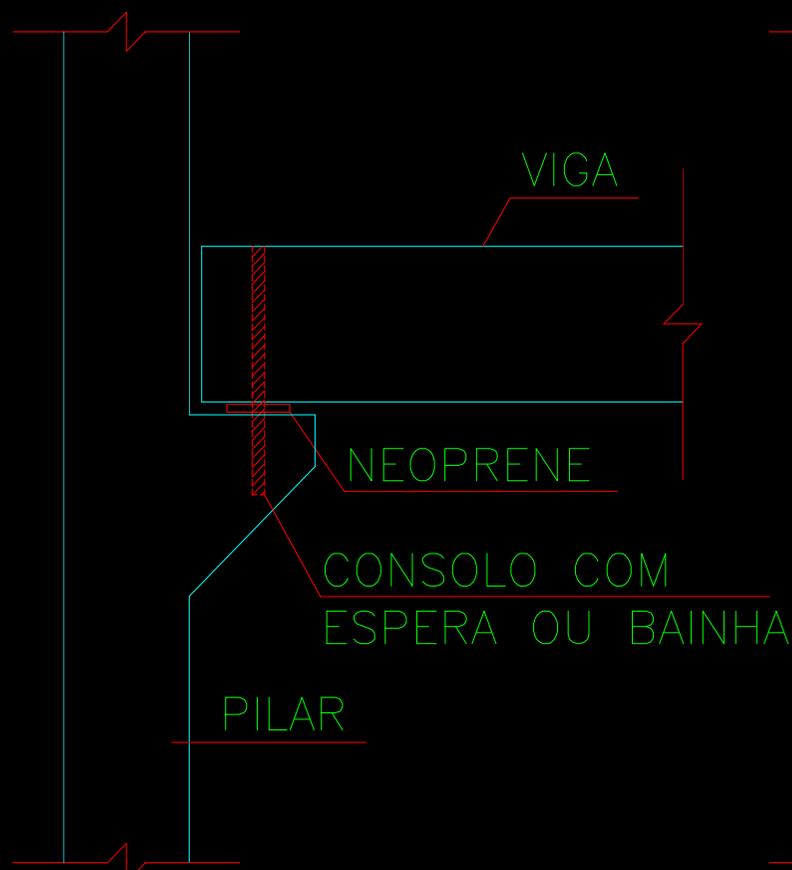


# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

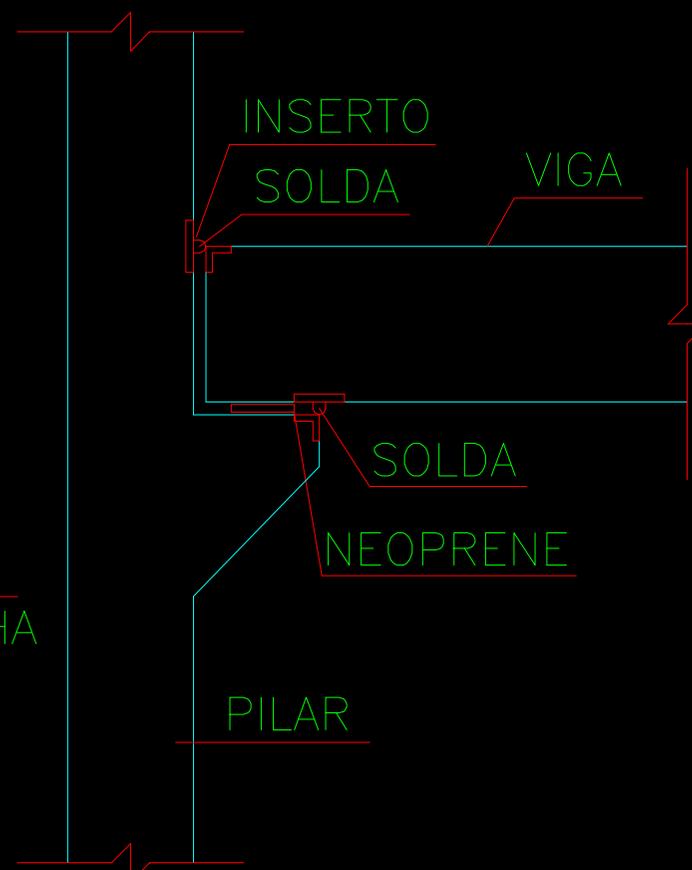
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## ISOSTÁTICA

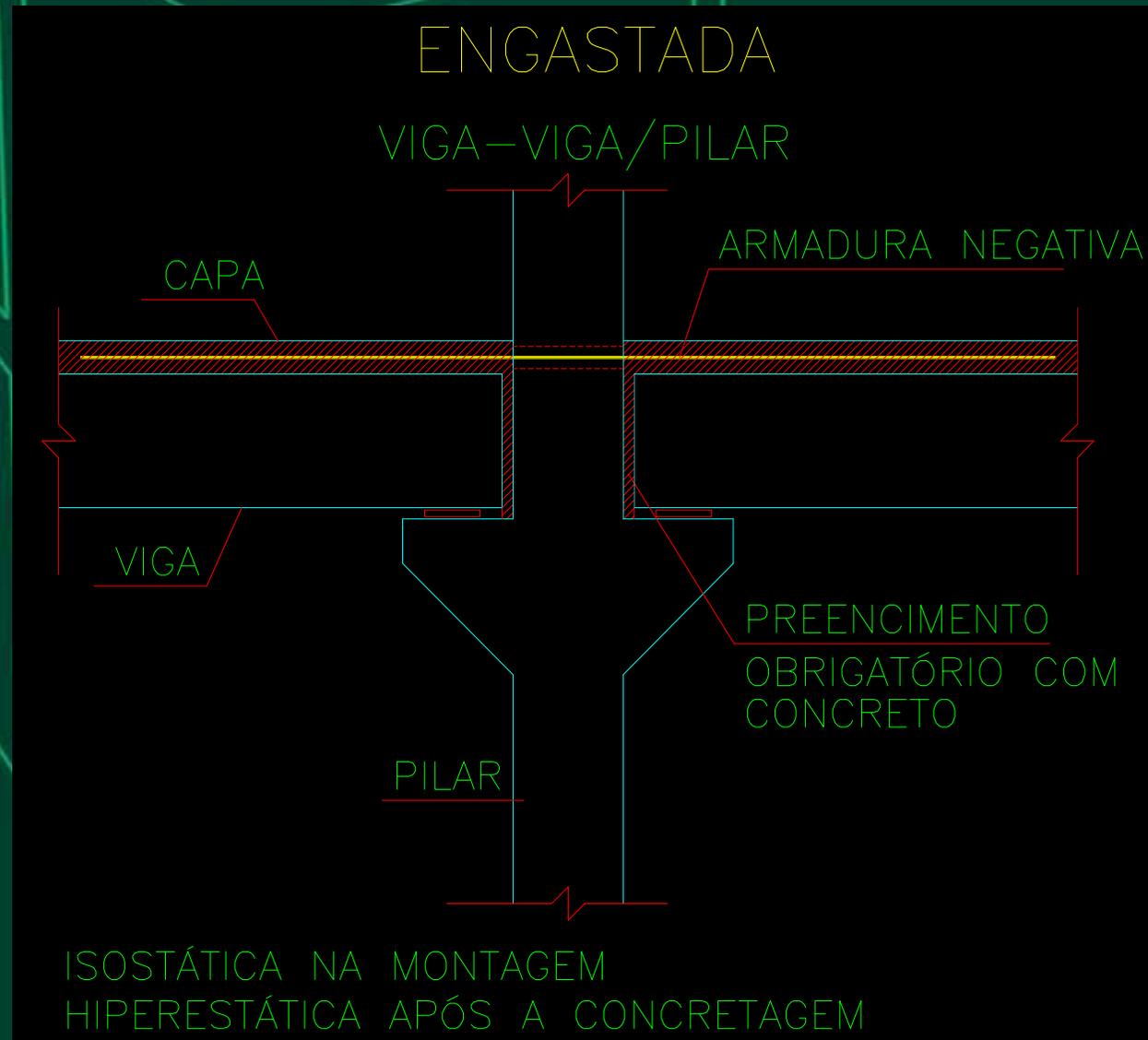
### ROTULADA



### SEMI-RÍGIDA

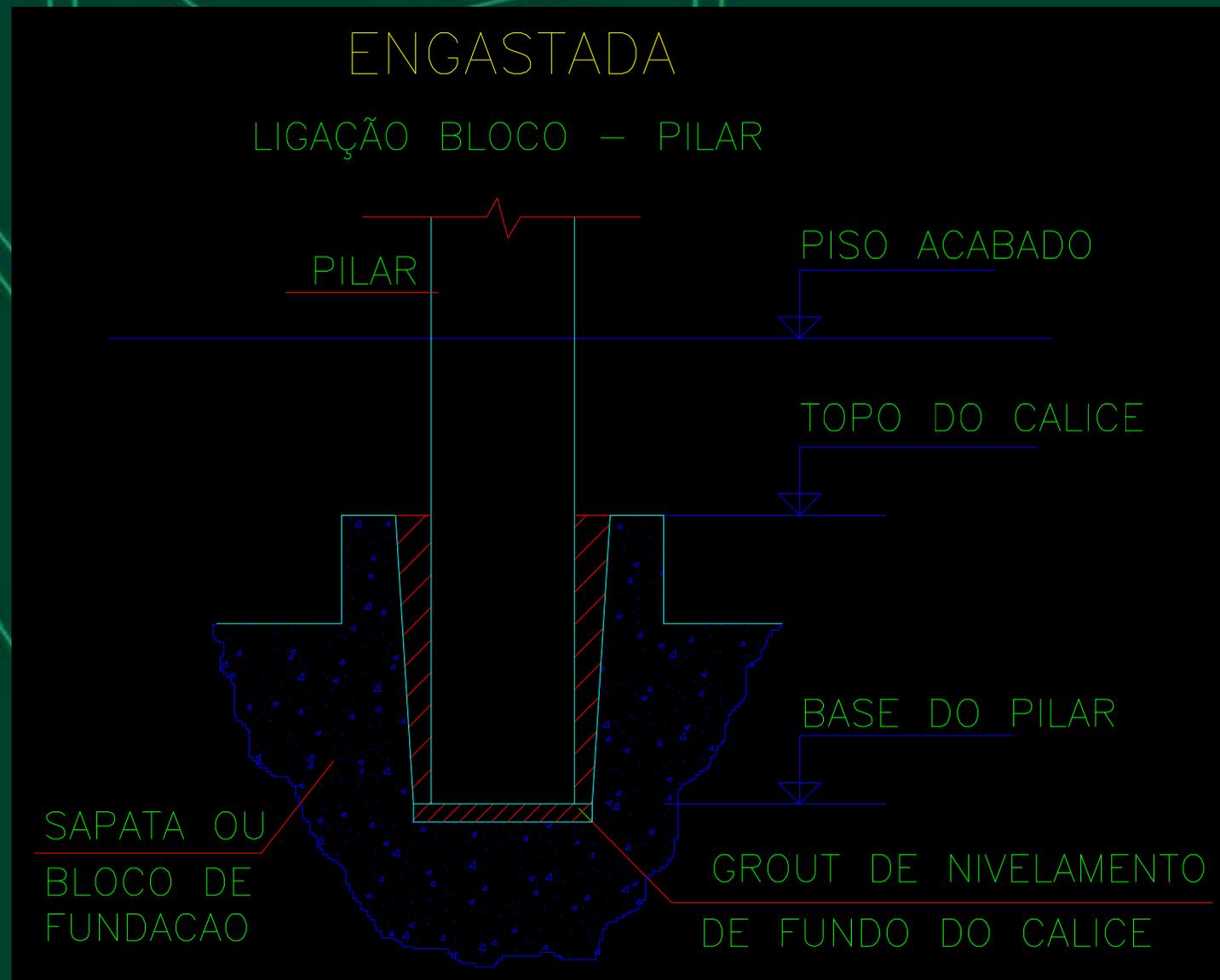


# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES



# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



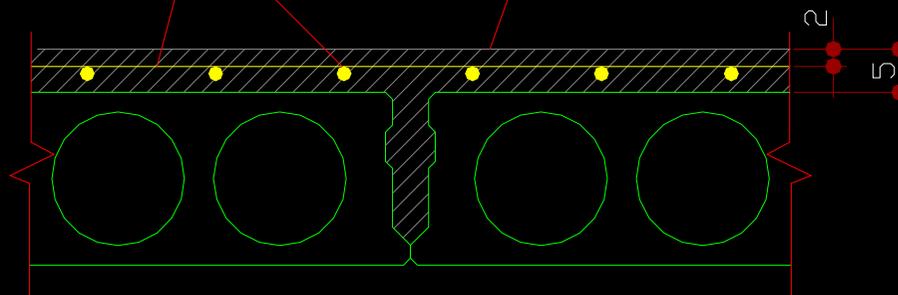
# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## SECÇÃO TÍPICA E POSICIONAMENTO DA ARMADURA

TELA CA60 Q-92

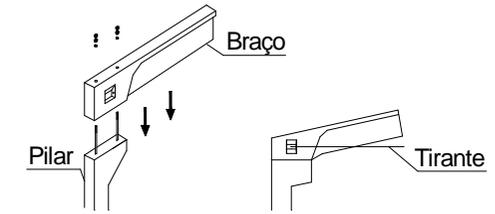
CAPEAMENTO – A.C.C.  
( $f_{cK} \geq 25\text{MPa}$ )



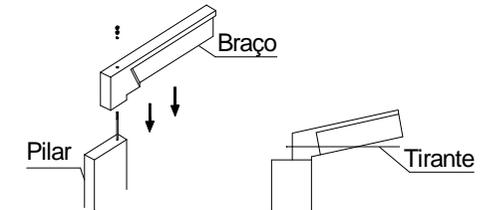
# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES (Estruturas Leves)



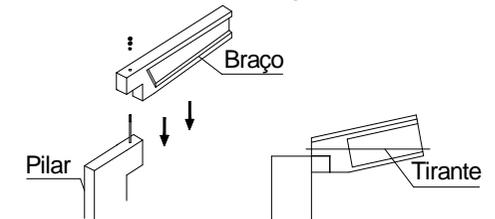
Ligação Painel  
Arquitetônico.



Encaixe Chumbadores - Engaste



Encaixe Chumbadores - Apoio s/ Consolo



Encaixe Chumbadores - Apoio c/ Consolo

Chumbador  
Galpão Leve.

# 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.



# ESTABILIDADE GLOBAL

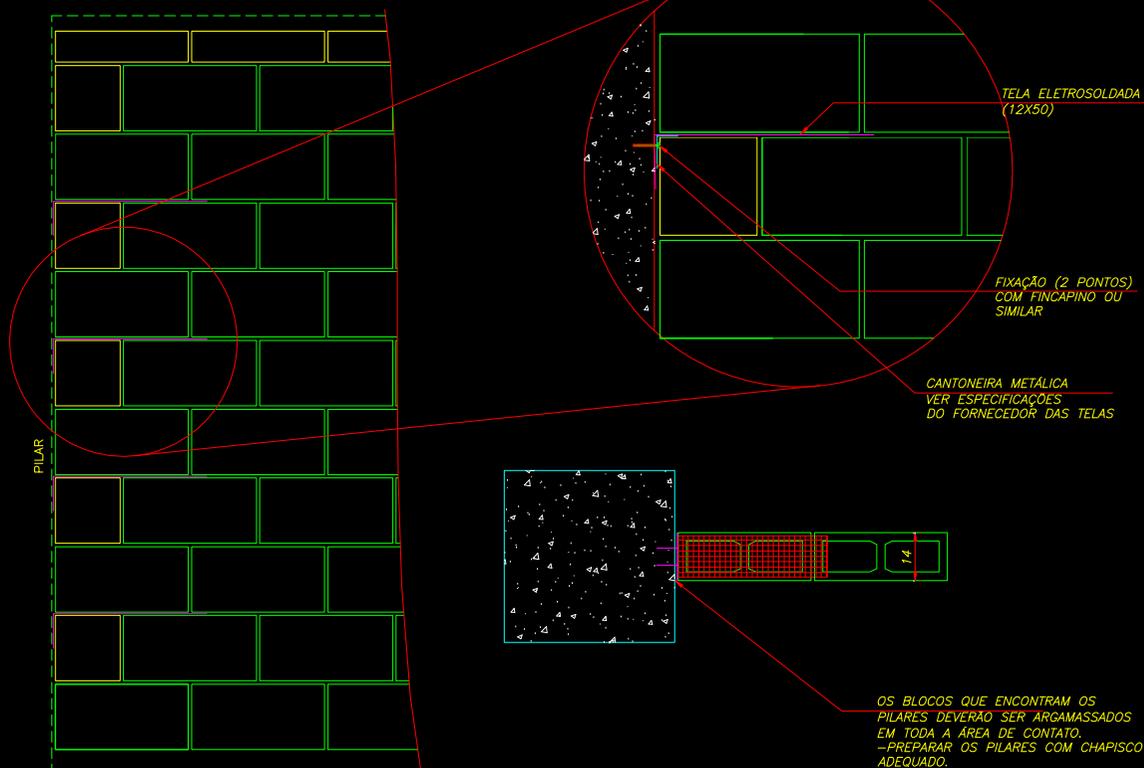
- **No PRÉ-FABRICADO a existência de um NÚCLEO RÍGIDO e a forma de se fazer as ligações em pórticos pré-definidos é que definem o comportamento deste em relação à ESTABILIDADE GLOBAL.**

# INTERFACE COM ALVENARIA (Blocos de Concreto)

## DET."14"

ESC. 1:12,5

BLOCO 14cm  
VALIDO SOMENTE P/ BLOCOS COM  
PAREDE GROSSA (2,5cm)



Abci

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# INTERFACE COM OUTROS SISTEMAS

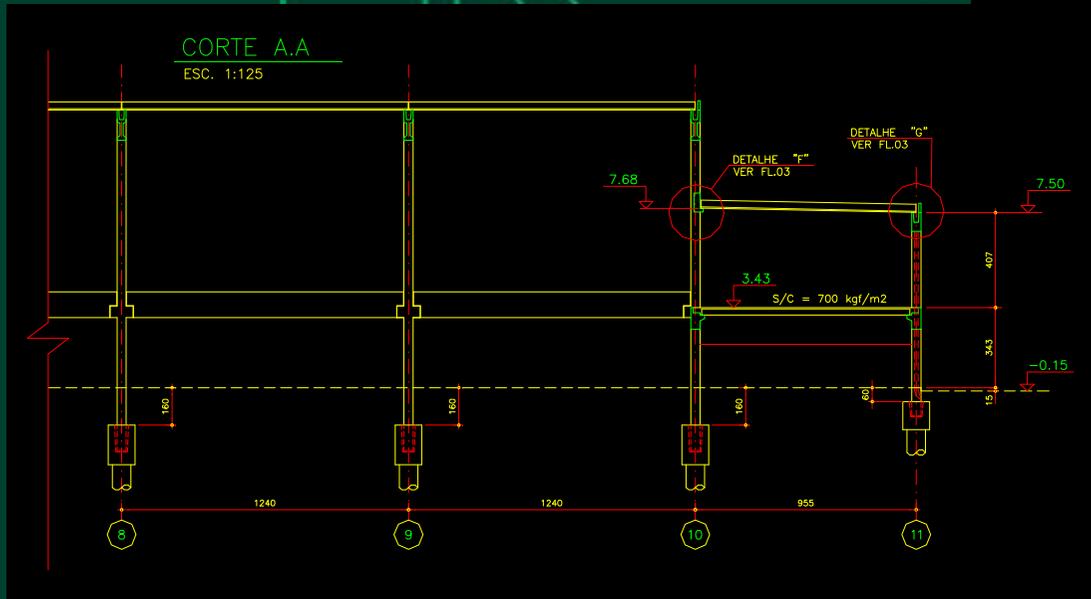
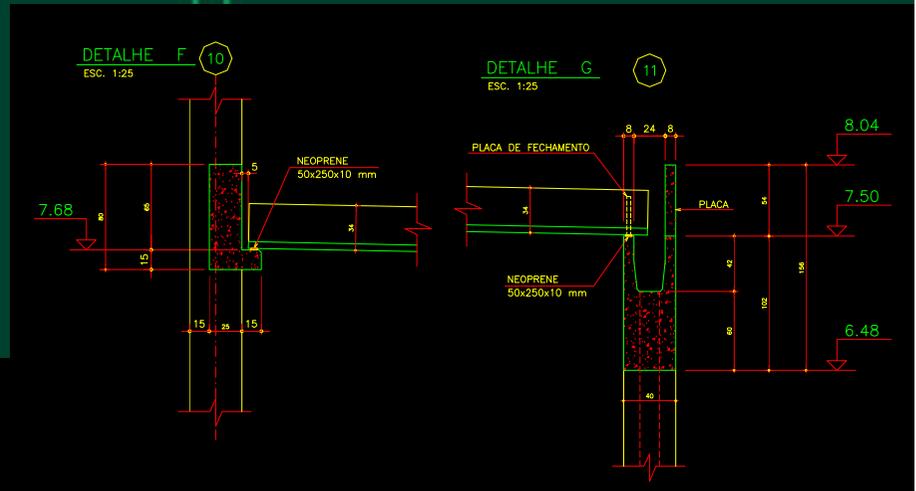


**Piso Protendido (Cordoalha engraxada)**

**Alvenaria de Blocos**

# PROJETO ESTRUTURAL

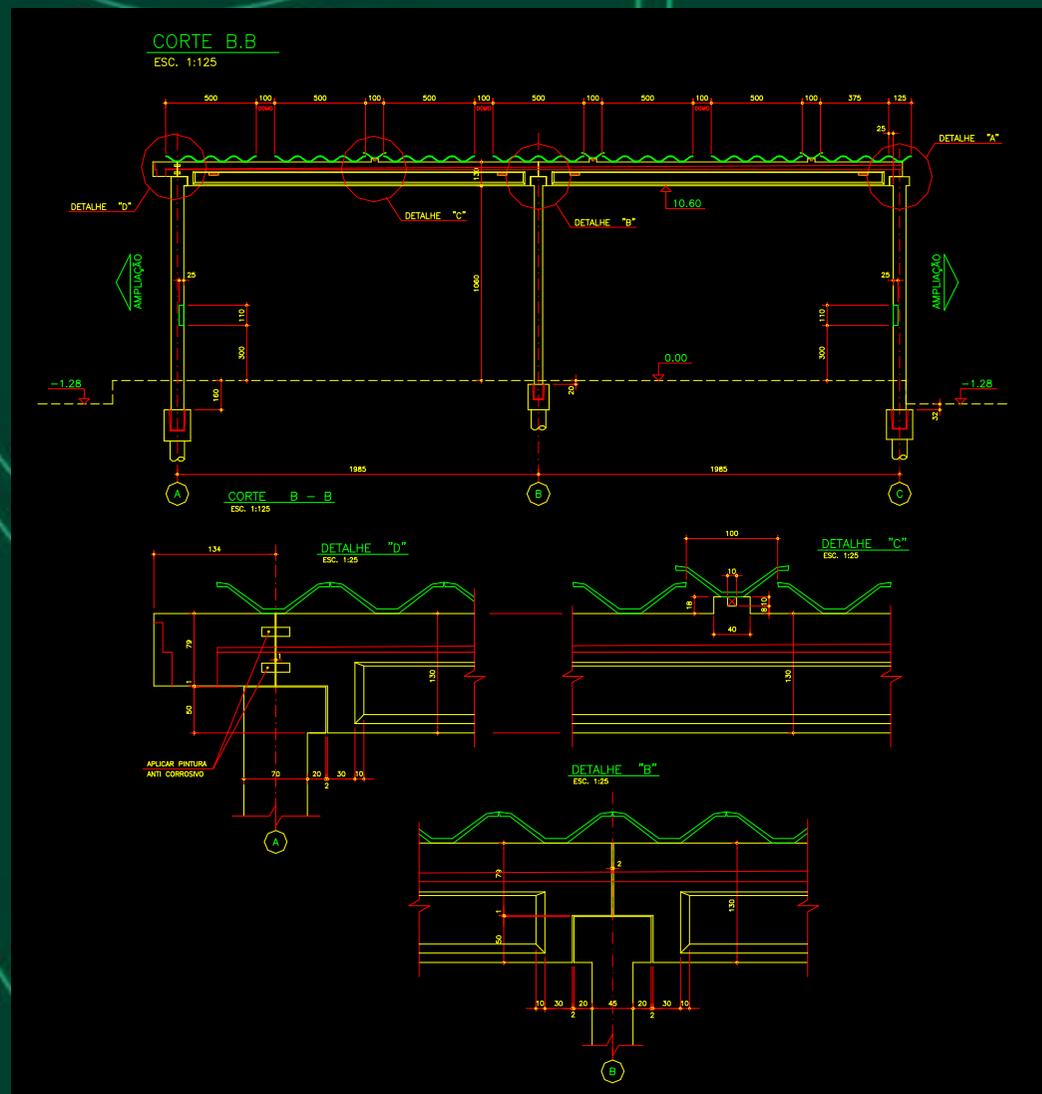
- Projeto de fôrmas com todas as dimensões necessárias, composto por vista lateral, superior e cortes;



Projeto de Montagem  
/ Apresentação

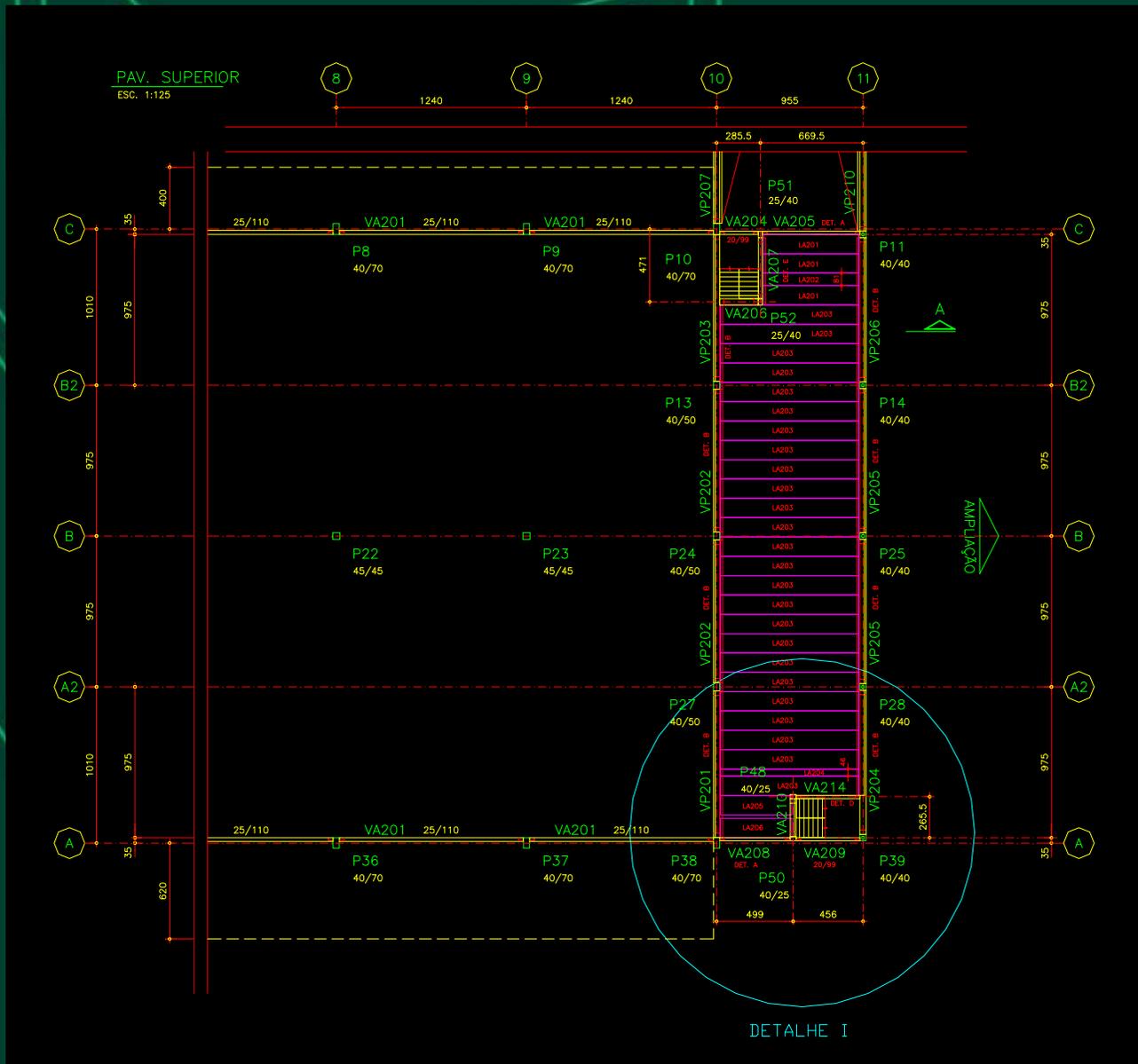
# PROJETO ESTRUTURAL

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

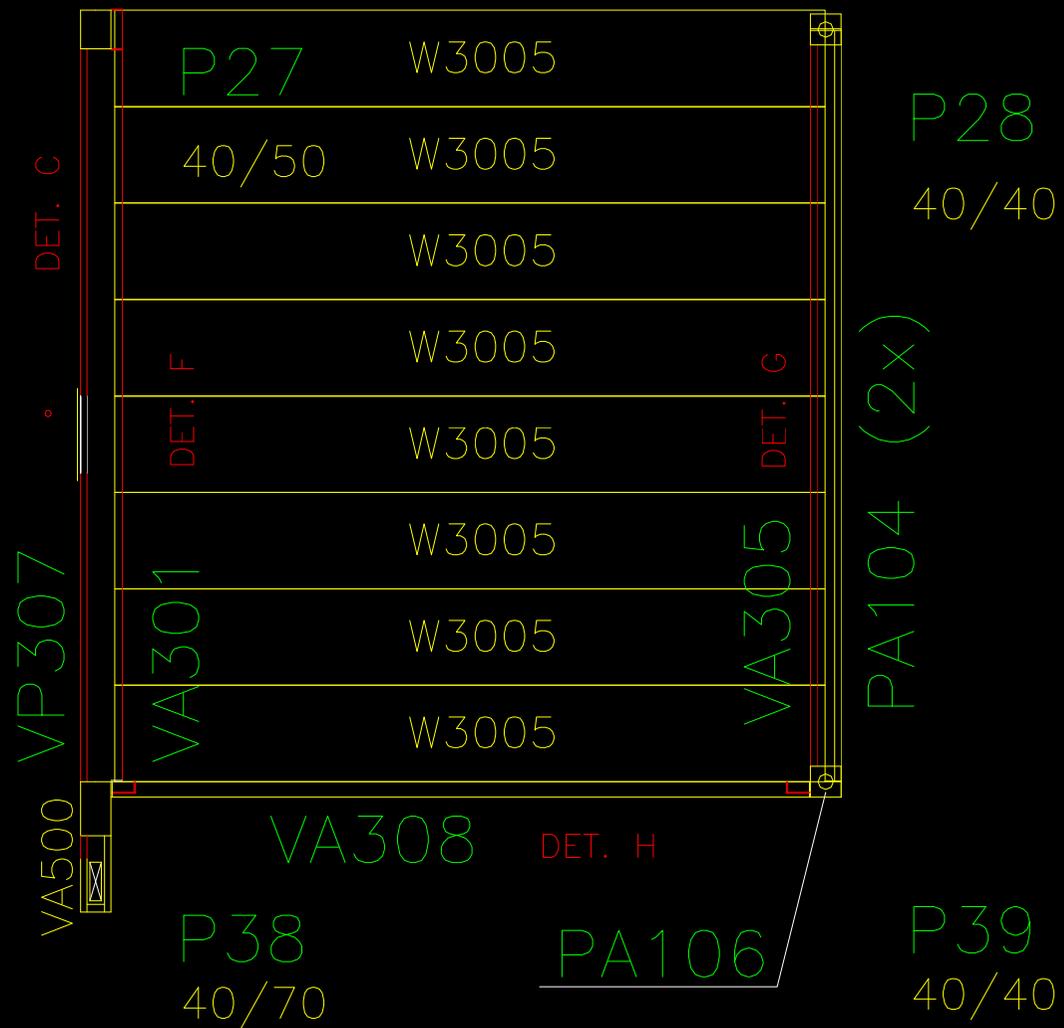


# PROJETO ESTRUTURAL

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

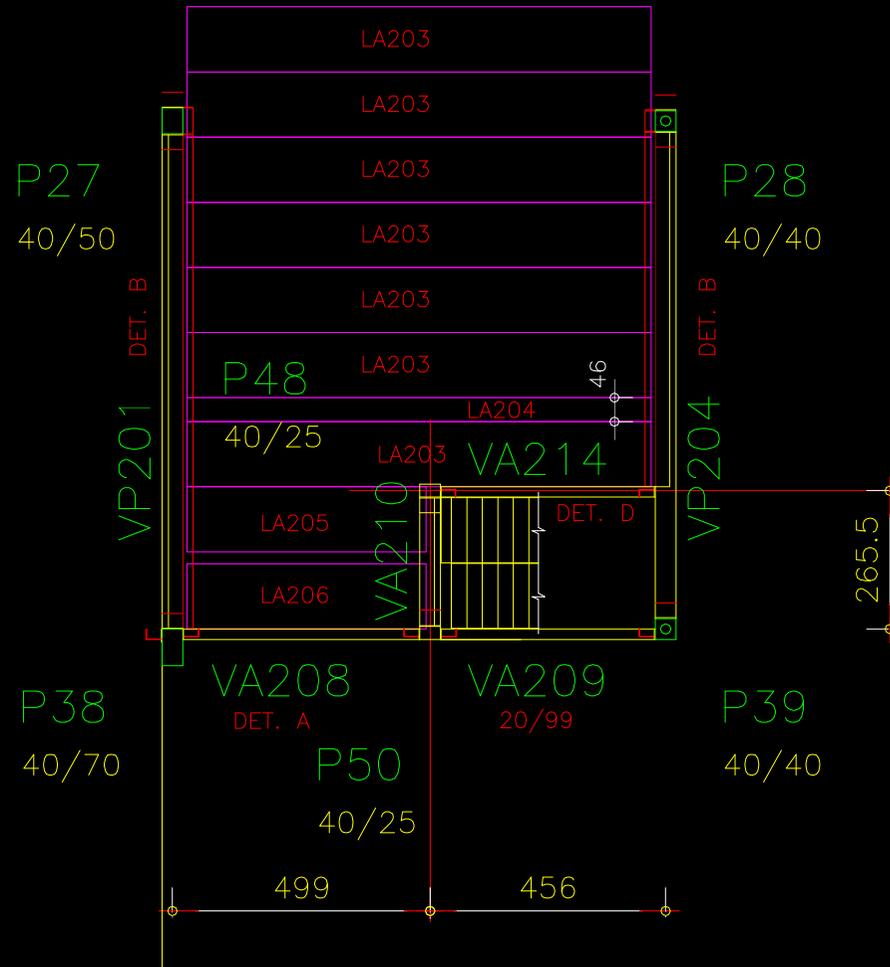


# DETALHE I



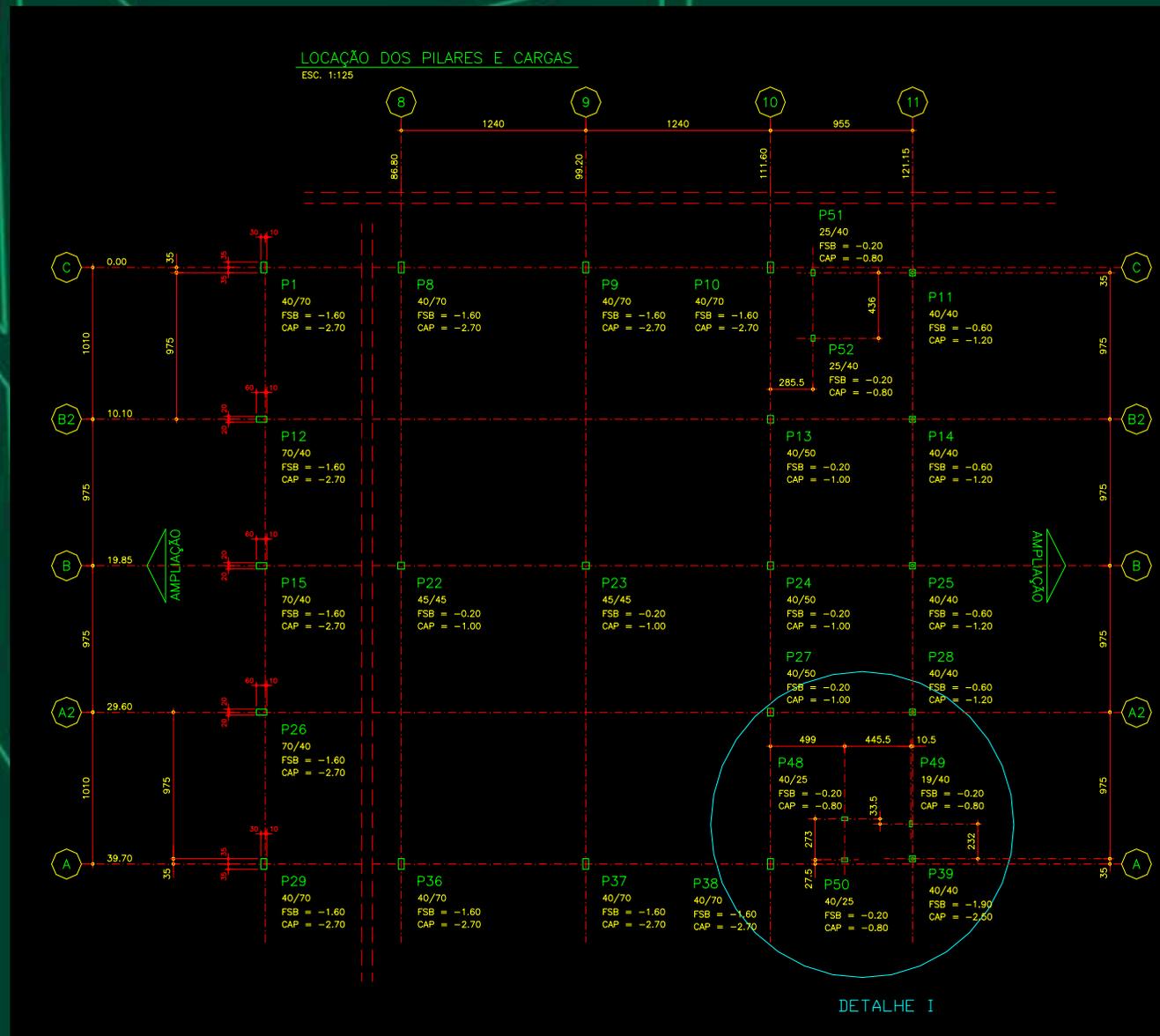


# DETALHE I



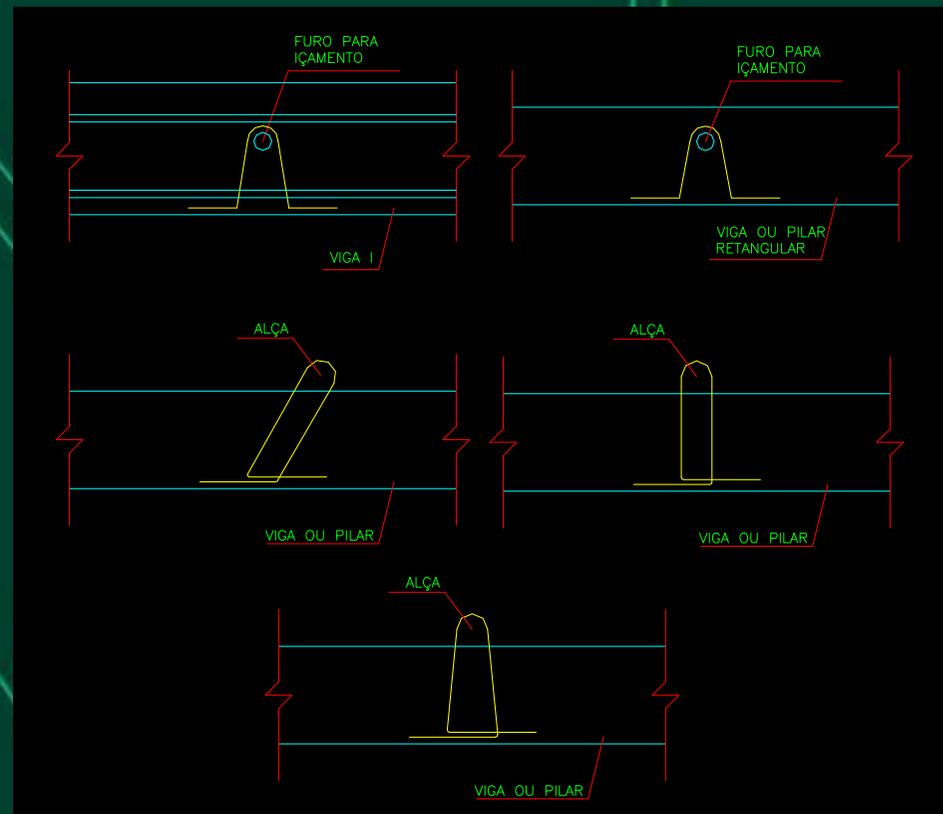
# PROJETO ESTRUTURAL

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

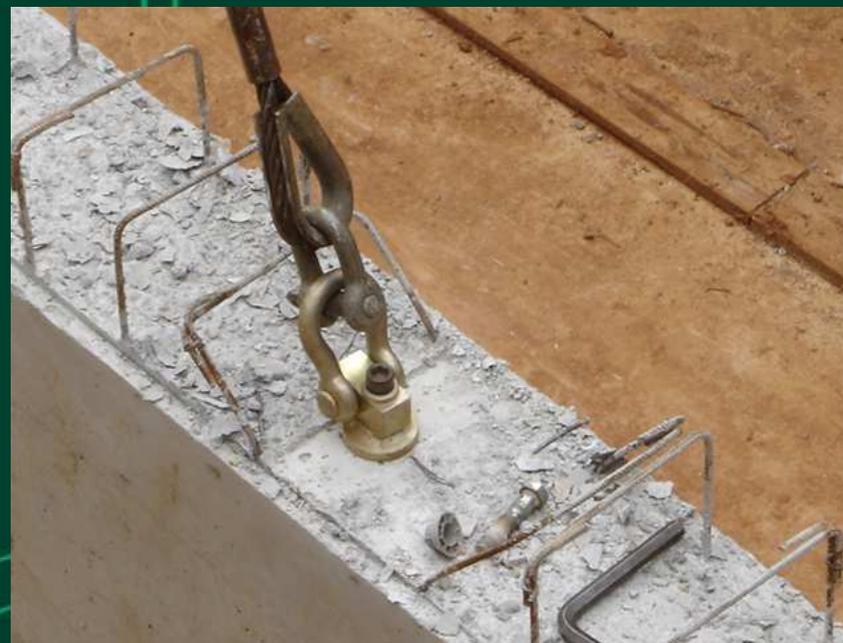


# PROJETO ESTRUTURAL

- 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)**

# SISTEMAS DE IÇAMENTO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

**Alça produzida com  
cordoalha CP-190+  
tubo.**



**Alça produzida com  
Cabo de aço ( alma  
flexível) + armaduras.**



# PROJETO ESTRUTURAL

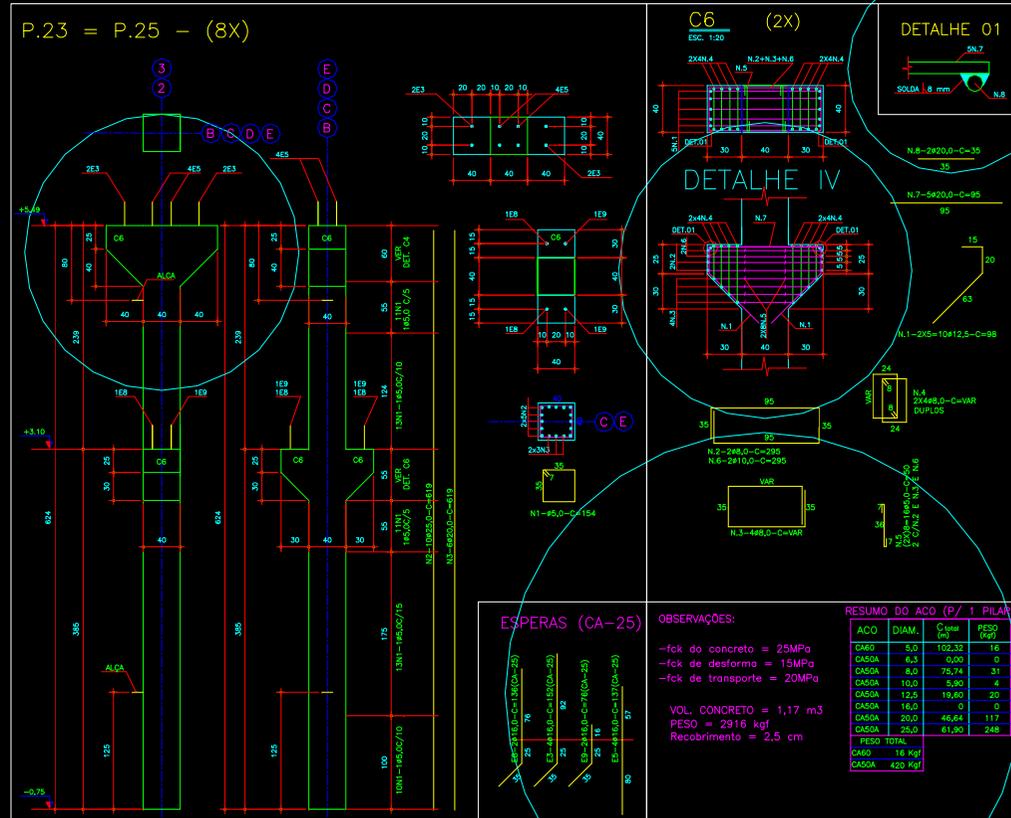
- Armadura especificando as dobras, com resumo de aço individual por peça;
- $f_{ck}$  do concreto,  $f_{cj}$  mínimo para desforma e desprotensão e montagem;
- Detalhamento de ligações (inserto para a solda, chumbadores bem como sua locação dentro da peça, ancoragem, etc);
- Identificação da peça e 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

Abcic

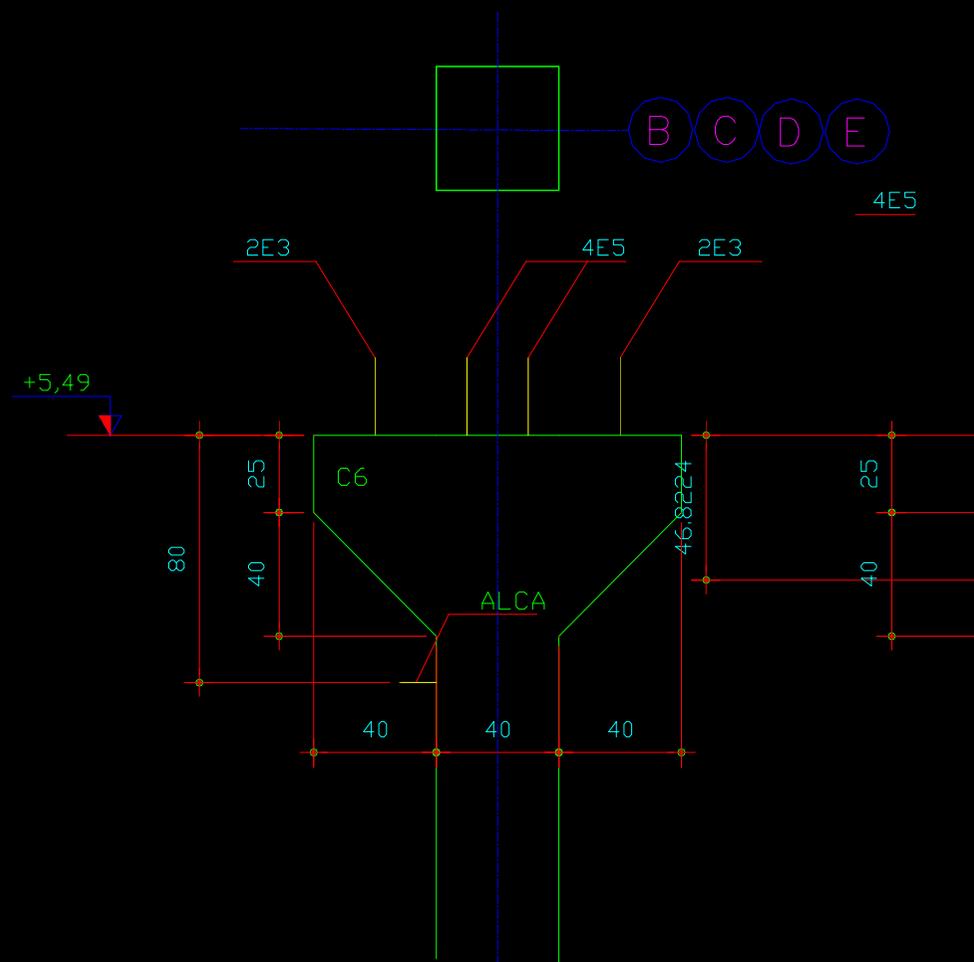
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

DETALHE I



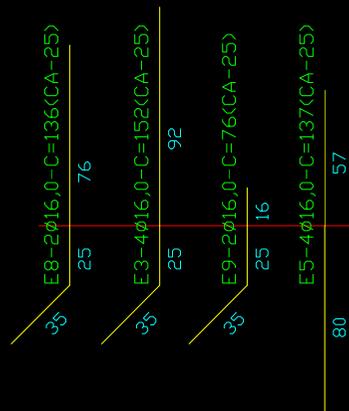
DETALHE II

# DETALHE I



## DETALHE II

### ESPERAS (CA-25)



### OBSERVAÇÕES:

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

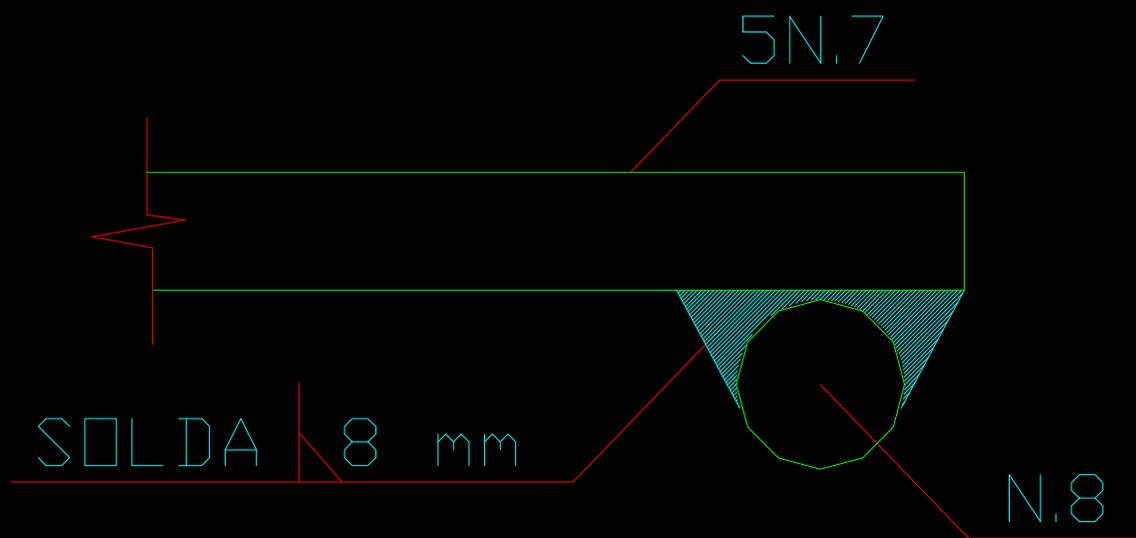
VOL. CONCRETO = 1,17 m<sup>3</sup>  
 PESO = 2916 kgf  
 Recobrimento = 2,5 cm

### RESUMO DO ACO (P/ 1 PILAR)

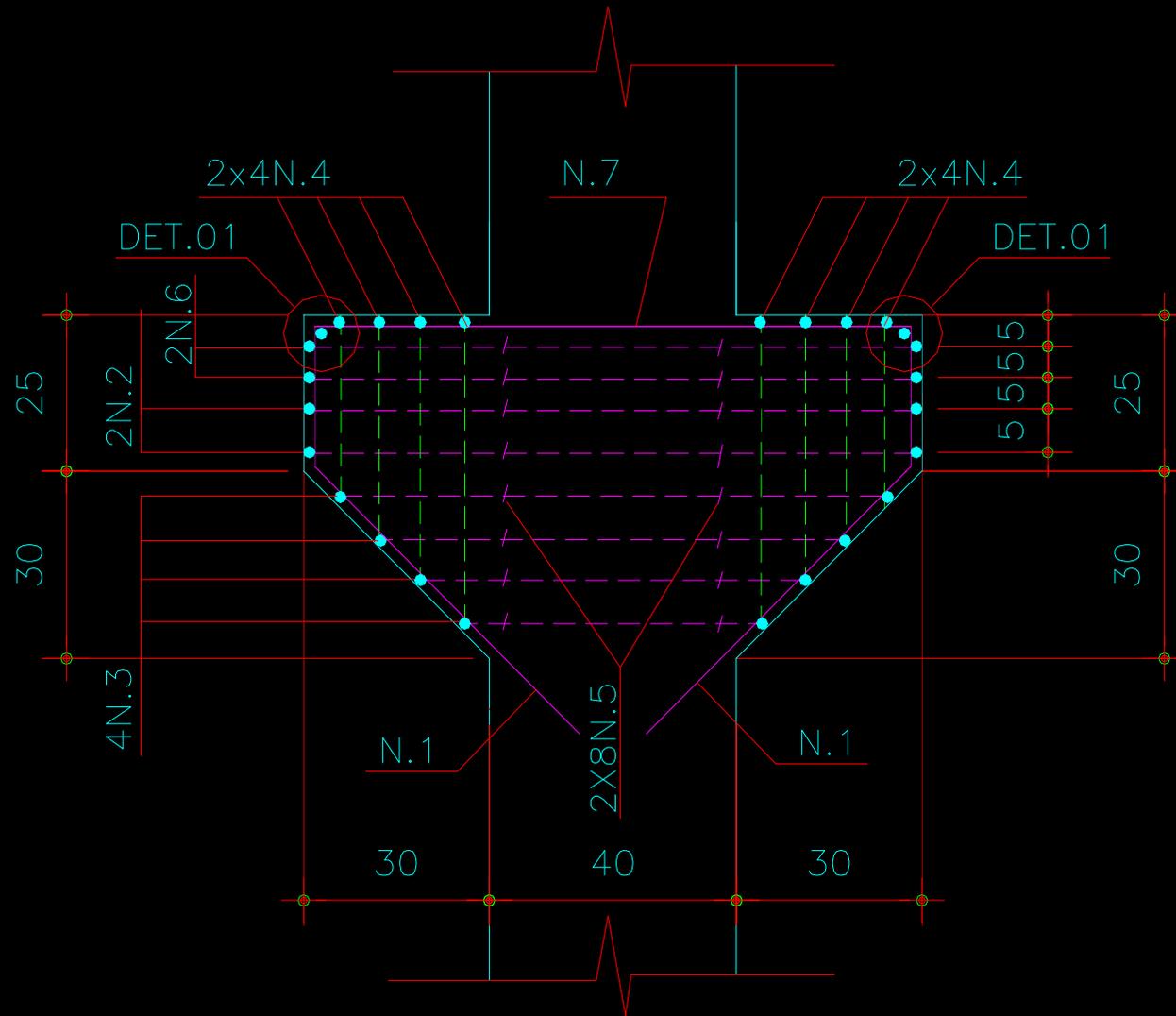
ACO	DIAM.	C <sub>total</sub> (m)	PESO (Kgf)
CA60	5,0	102,32	16
CA50A	6,3	0,00	0
CA50A	8,0	75,74	31
CA50A	10,0	5,90	4
CA50A	12,5	19,60	20
CA50A	16,0	0	0
CA50A	20,0	46,64	117
CA50A	25,0	61,90	248
PESO TOTAL			
CA60	16 Kgf		
CA50A	420 Kgf		

# DETALHE III

## DETALHE 01



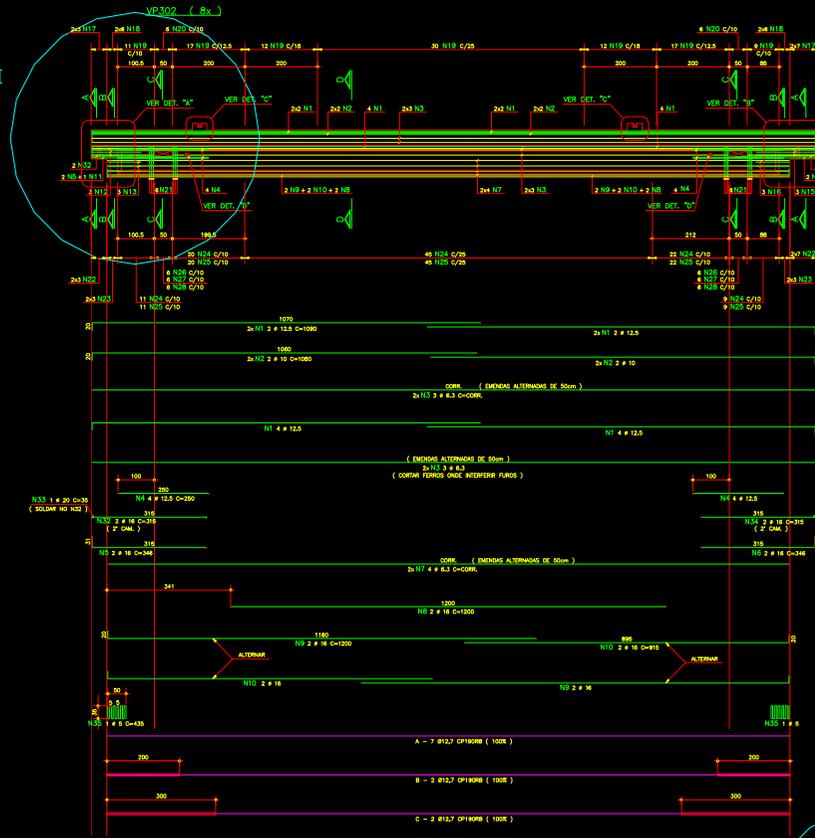
# DETALHE IV



# PROJETO PRODUÇÃO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

DETALHE I



DETALHE III

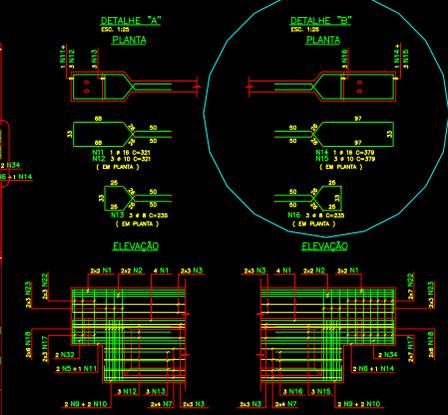
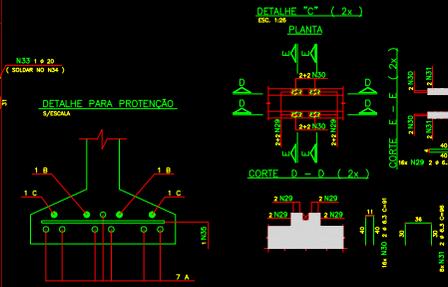


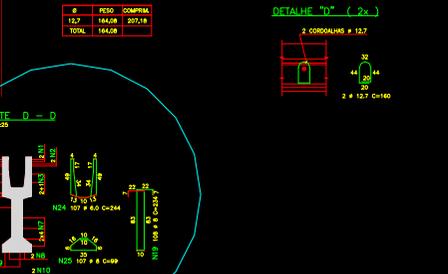
TABELA F - RESUMO P- / 1 VIGA

Pos.	Qt.	Comp.	Comprimento (cm)
1	12,5	16	1500
2	10	16	1500
3	4,5	16	1500
4	15,5	16	1500
5	10	16	1500
6	10	16	1500
7	4,5	16	1500
8	10	16	1500
9	10	16	1500
10	10	16	1500
11	10	16	1500
12	10	16	1500
13	10	16	1500
14	10	16	1500
15	10	16	1500
16	10	16	1500
17	10	16	1500
18	10	16	1500
19	10	16	1500
20	10	16	1500
21	10	16	1500
22	10	16	1500
23	10	16	1500
24	10	16	1500
25	10	16	1500
26	10	16	1500
27	10	16	1500
28	10	16	1500
29	10	16	1500
30	10	16	1500
31	10	16	1500
32	10	16	1500
33	10	16	1500
34	10	16	1500
35	10	16	1500
36	10	16	1500
37	10	16	1500
38	10	16	1500
39	10	16	1500
40	10	16	1500
41	10	16	1500
42	10	16	1500
43	10	16	1500
44	10	16	1500
45	10	16	1500
46	10	16	1500
47	10	16	1500
48	10	16	1500
49	10	16	1500
50	10	16	1500

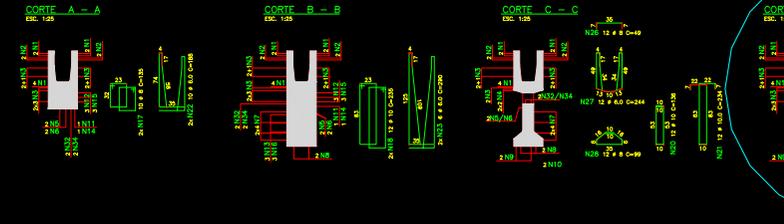
DETALHE "C" ( 2x )



DETALHE "D" ( 2x )

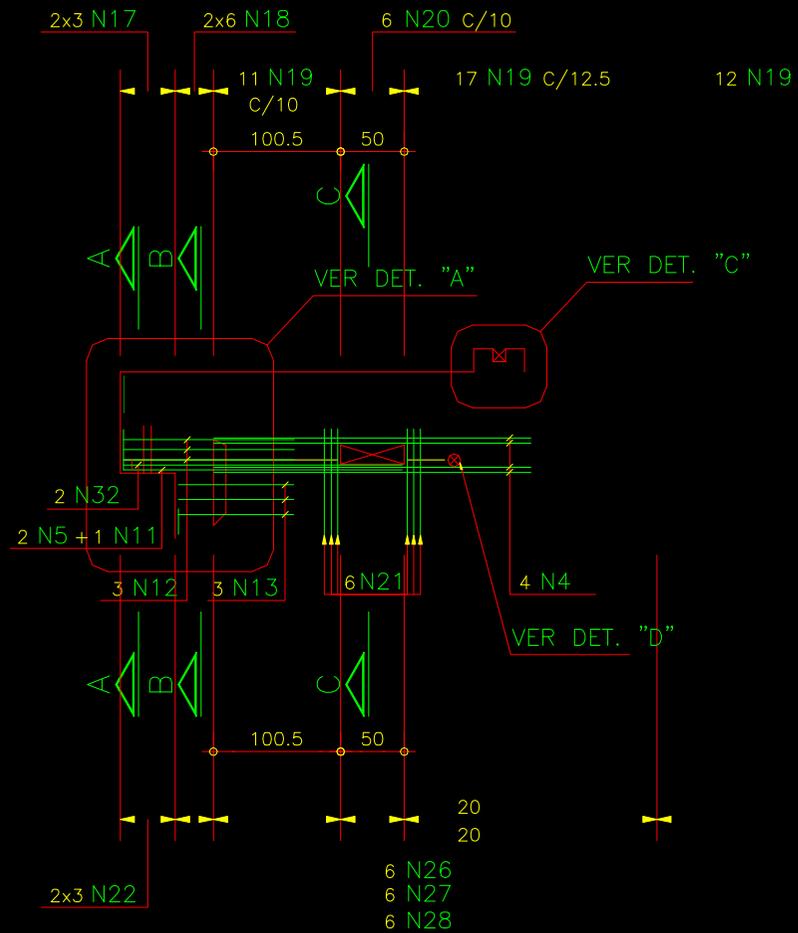


DETALHE II



# DETALHE I

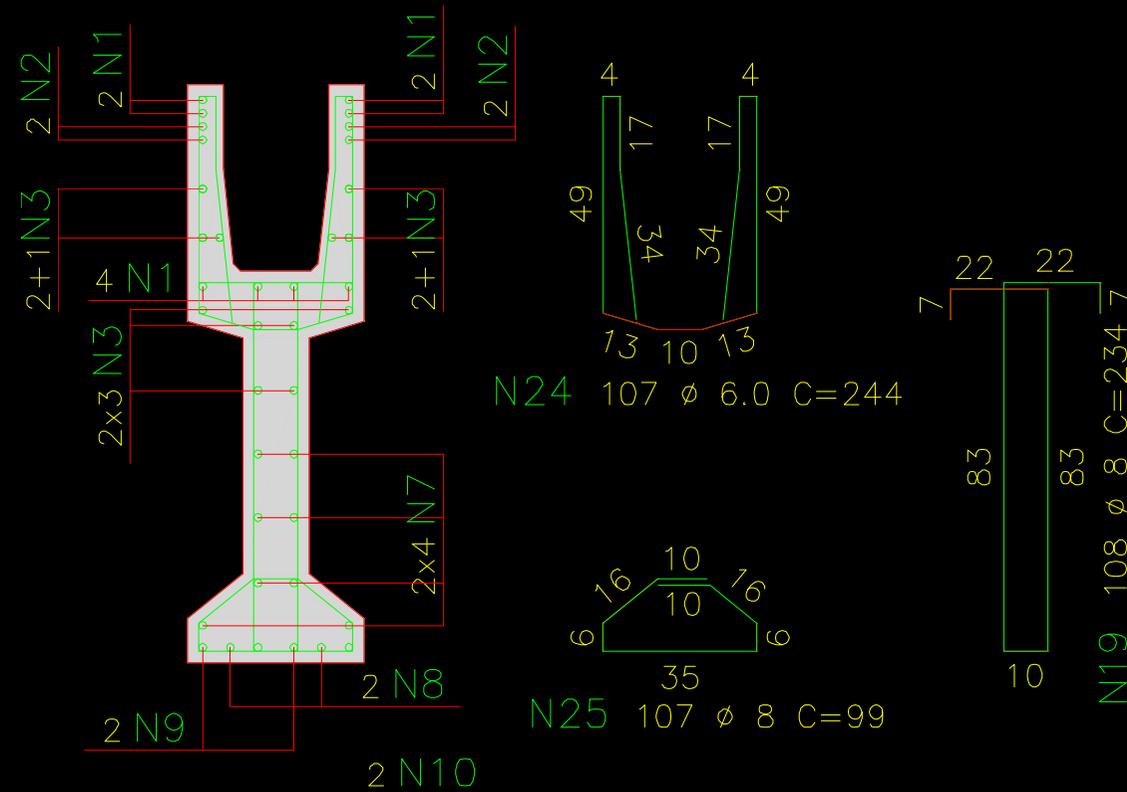
VP302 ( 8x )



# DETALHE II

CORTE D - D

ESC. 1:25

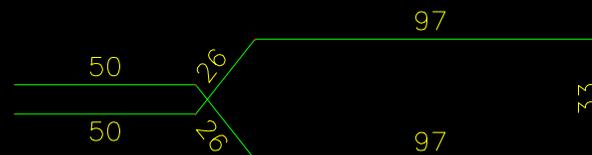
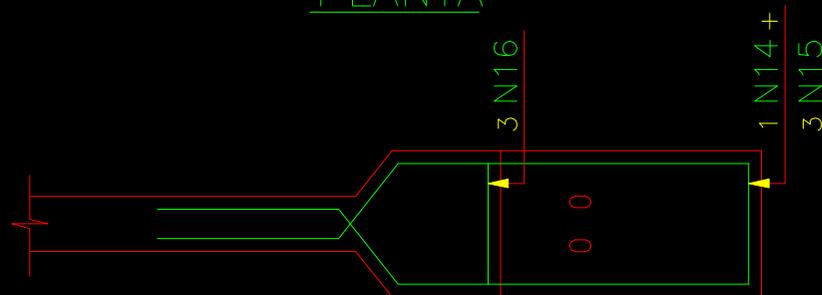


# DETALHE III

## DETALHE "B"

ESC. 1:25

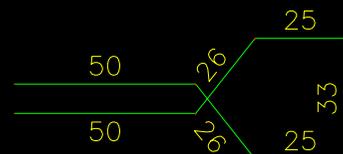
### PLANTA



N14 1  $\phi$  16 C=379

N15 3  $\phi$  10 C=379

( EM PLANTA )



N16 3  $\phi$  8 C=235

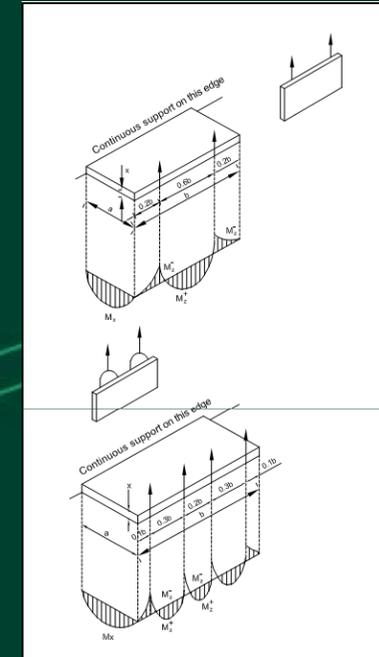
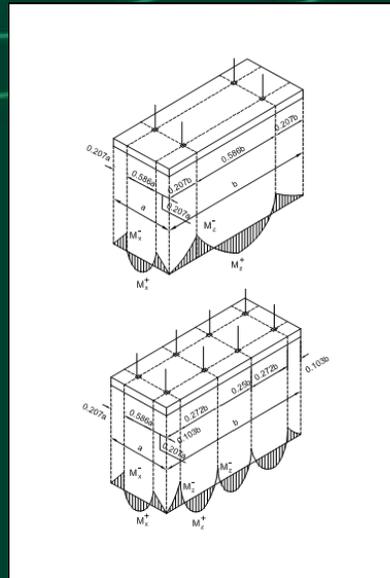
( EM PLANTA )

# PROJETO ESTRUTURAL (Considerações Específicas)

## Solicitações Transitórias:

- Desforma; \*\* Sucção da fôrma !
- \*\*
- Movimentação; (impacto)
- Armazenamento;
- Transporte;
- Montagem.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



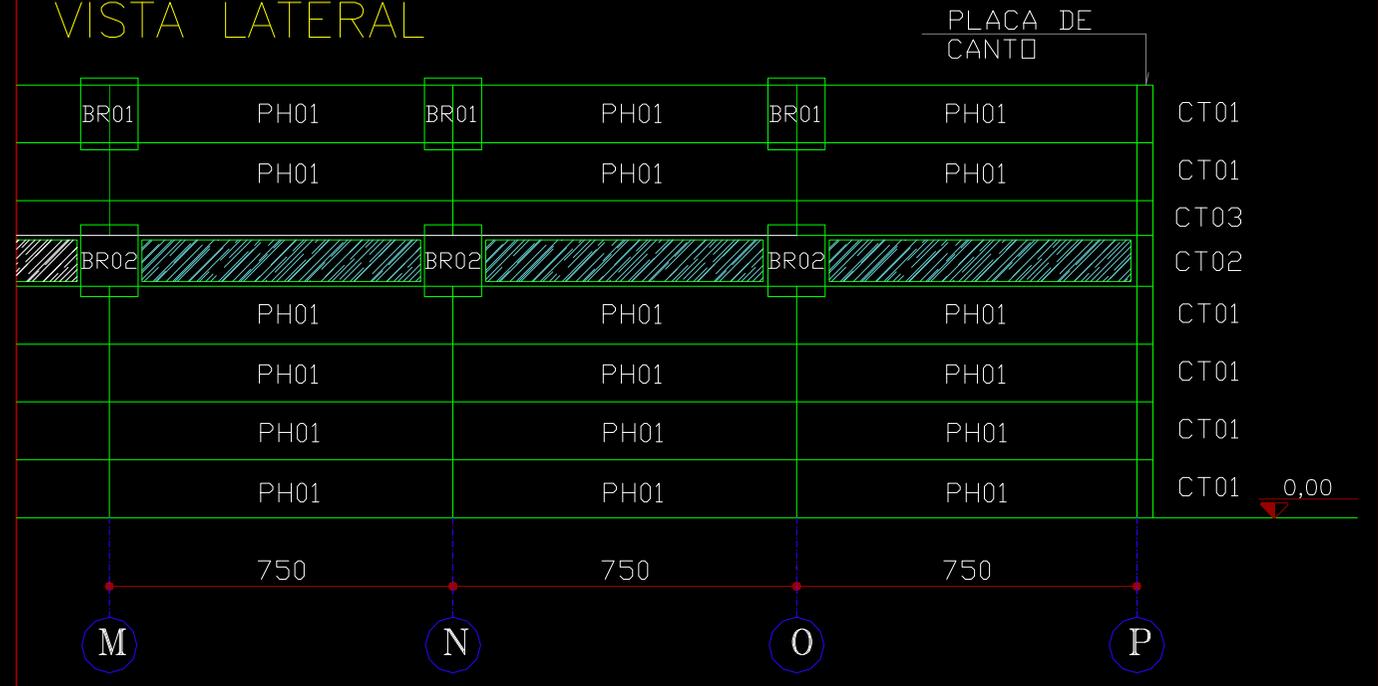
# PROJETO MONTAGEM

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

# PROJETO MONTAGEM

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## VISTA LATERAL

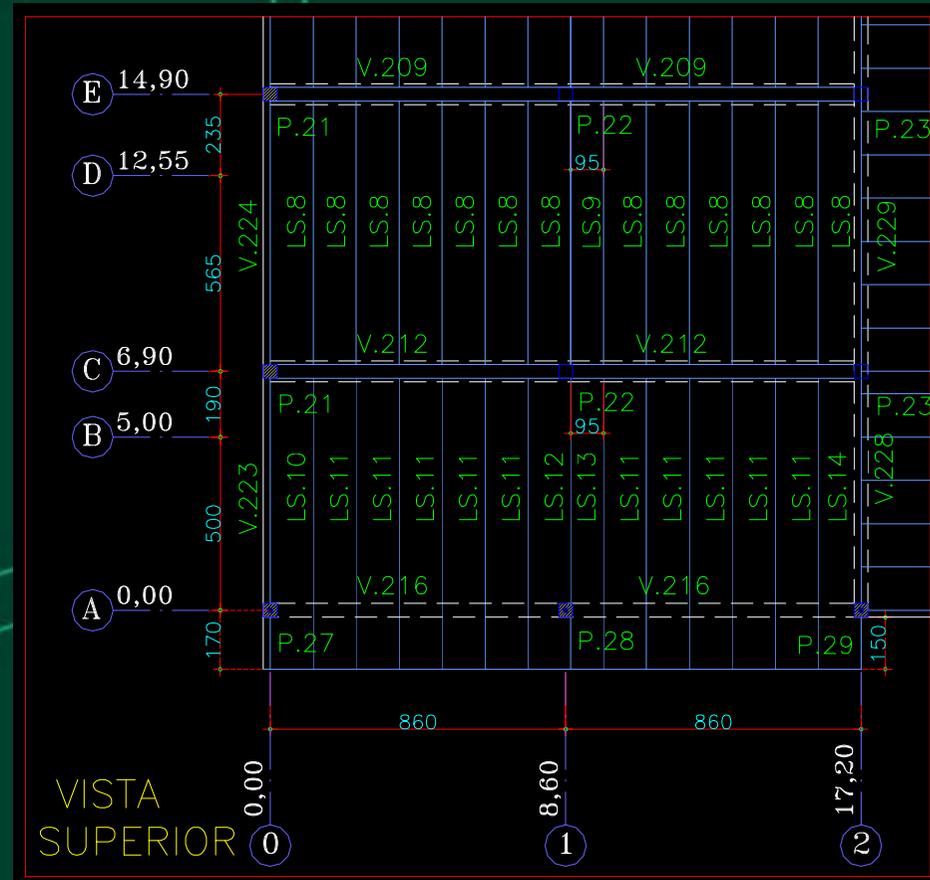
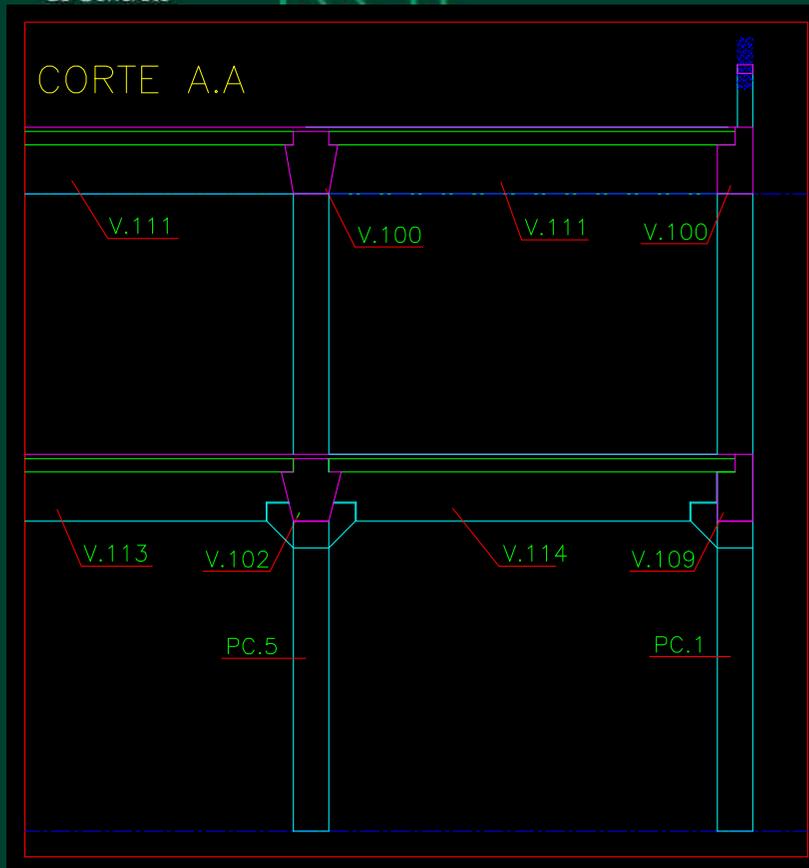


Abcic

# PROJETO MONTAGEM

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

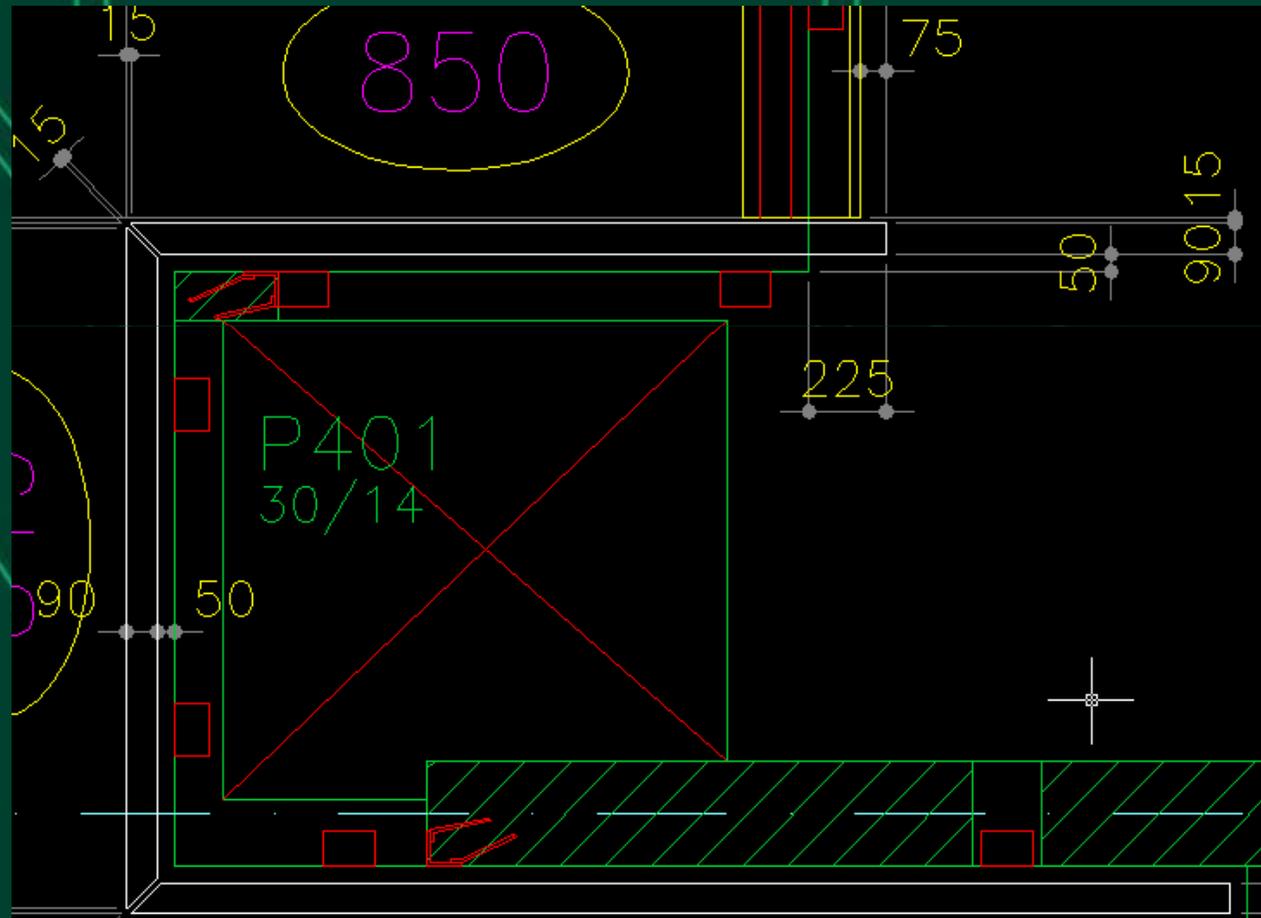
CORTE A.A



# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

- O Pannel arquitetônico pode ser visto de forma análoga a uma pele de vidro.
- Tipicamente, considerar um afastamento de 15 cm entre a face do pannel e a face da estrutura. (9-10 cm para o pannel 5 cm de folga construtiva). Entre painéis, considerar 1,5 cm.
- Em geral, as juntas entre painéis são tratadas por siliconagem e entre a estrutura e o pannel com lã de rocha ou uma 2ª concretagem.

# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

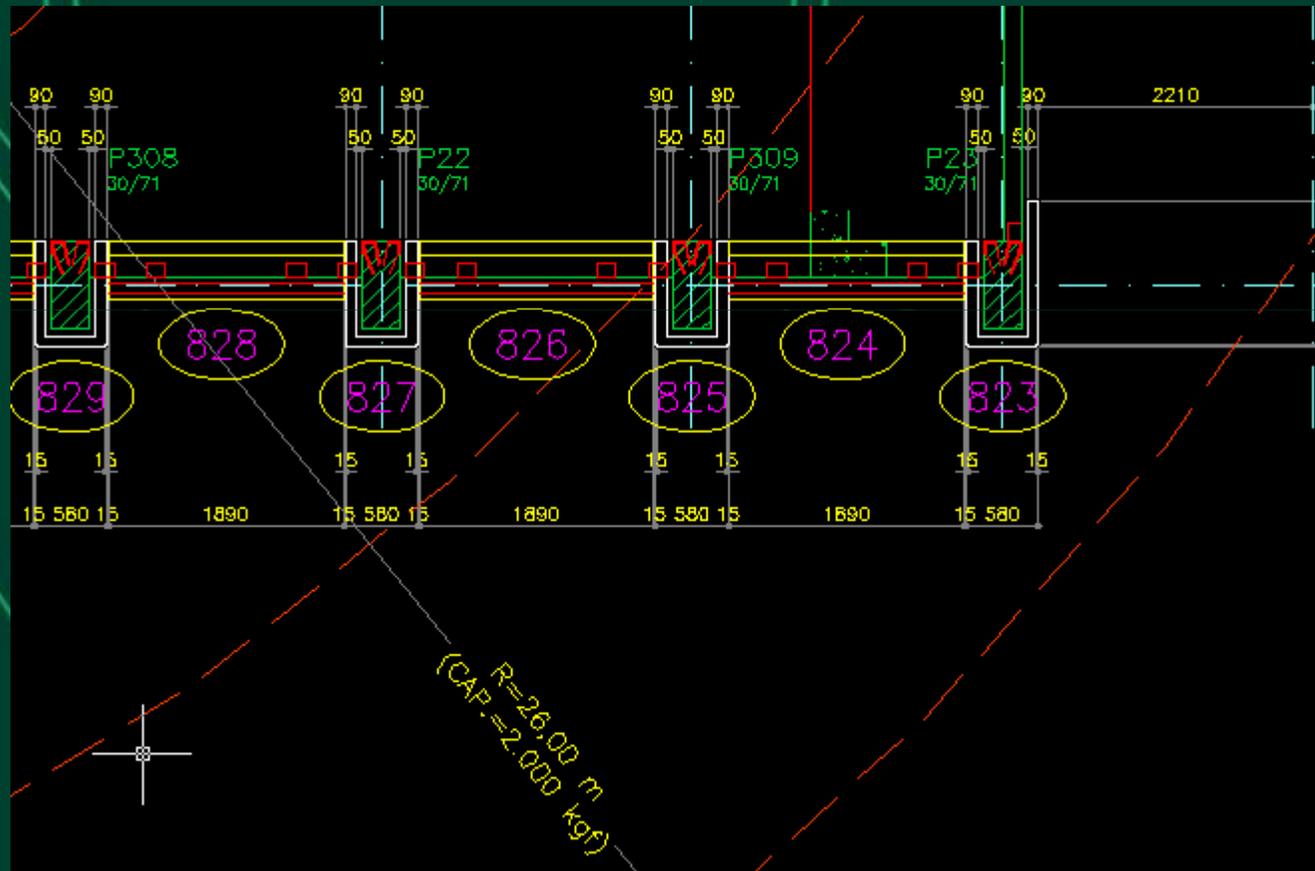


# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

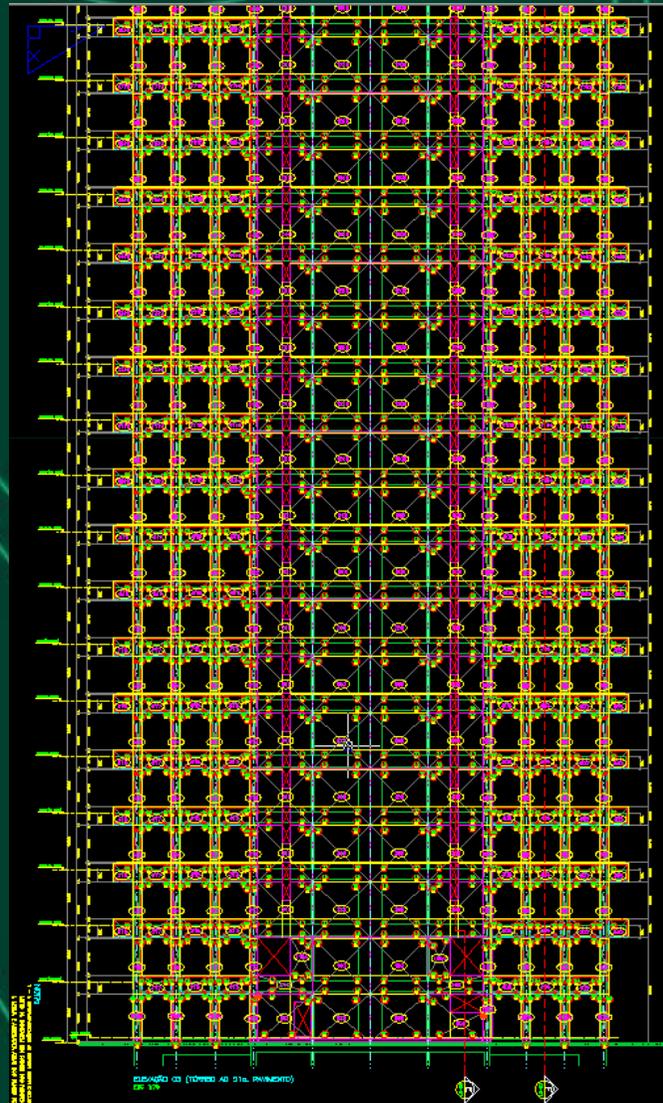
- A paginação dos painéis deverá ser integrada com a arquitetura.
- Deverá ser também compatível com as condições logísticas de produção, transporte e montagem.
- Notar a indicação dos raios de capacidade da grua para avaliar a viabilidade da montagem de cada peça.
- Interações com o projeto da estrutura (Prémoldada ou moldada “ IN LOCO “.)

# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)



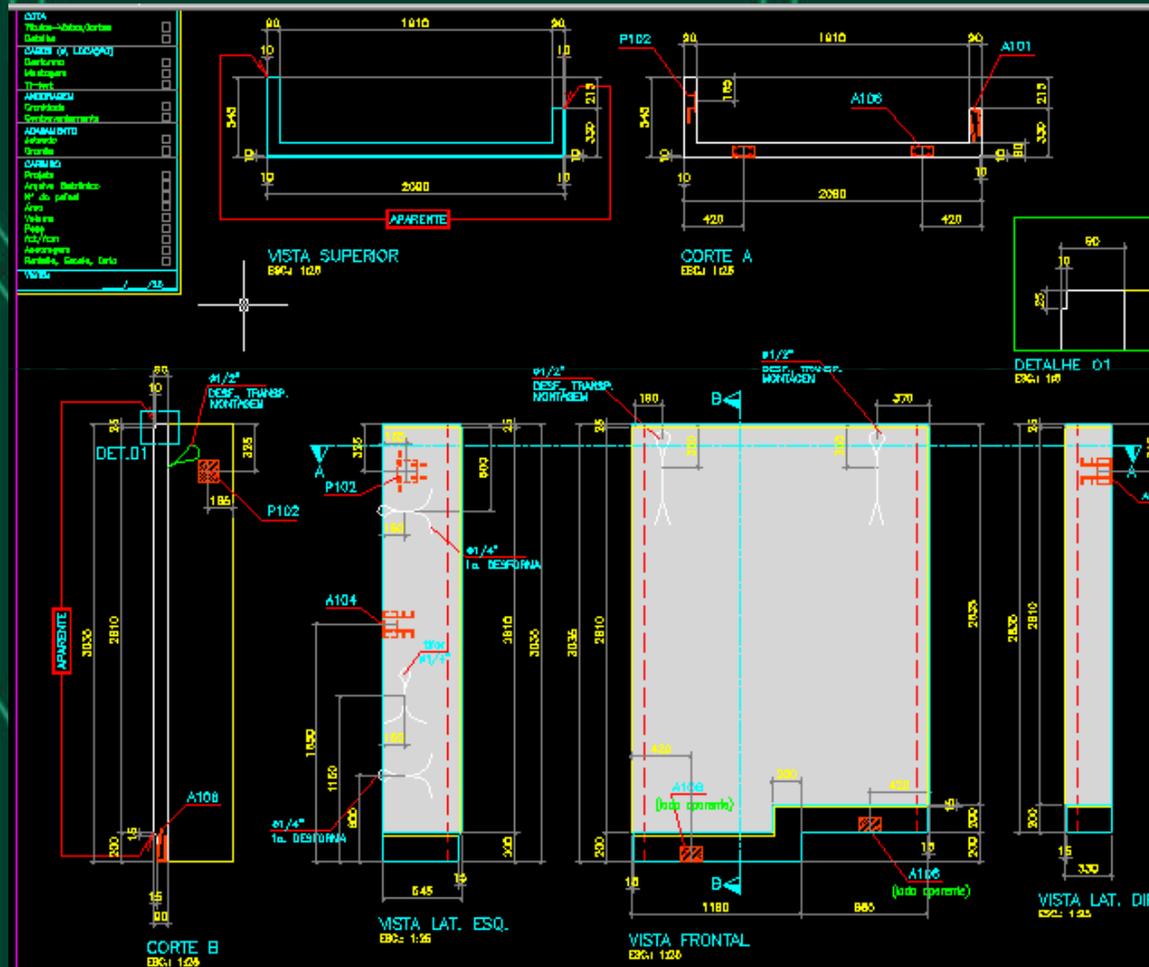
# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

- Mais do que nas obras convencionais, as obras pré-fabricadas e particularmente as de painéis são muito dependentes de um projeto bem planejado e bem elaborado.
- Todos os detalhes devem ser considerados.



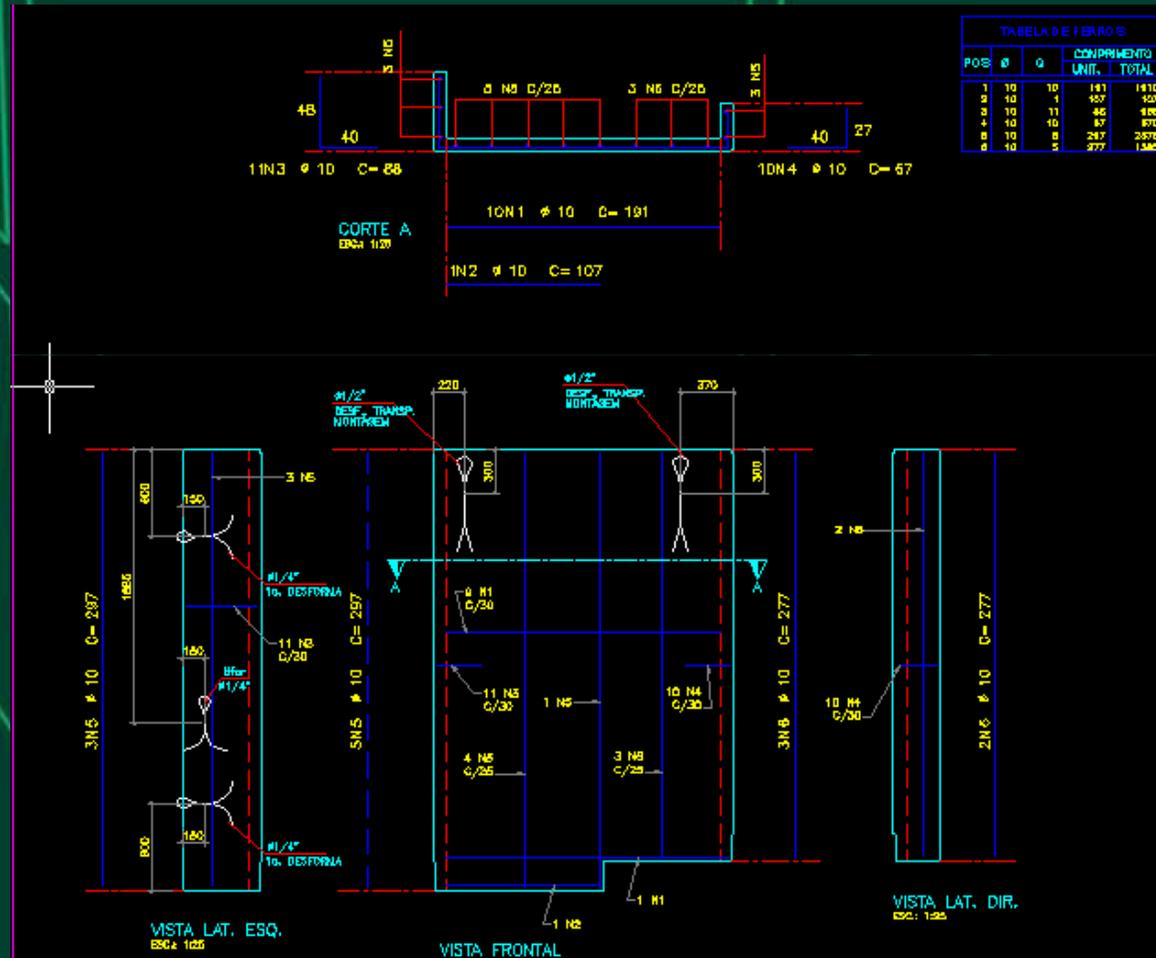
# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# 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 x FOLGA



**“ FOLGA É A PONDERAÇÃO DE TODAS  
AS TOLERÂNCIAS ASSOCIADAS AO  
PROCESSO “**

Abcic

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

*“ To BIM or not to BIM ? “*

*UMA TENDÊNCIA, MAS UM LONGO  
CAMINHO A PERCORRER..*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

## O QUE É BIM ?

De acordo com o “NATIONAL BIM STANDARD (EUA)” :

*“ Uma representação computacional das características físicas e de funcionamento de uma construção e as informações ligadas ao projeto e a todo o seu ciclo de vida, usando padrões **ABERTOS** da indústria, de sorte a dar subsídios às tomadas de decisão **MAIS PRECISAS**, gerando assim **MAIOR VALOR AGREGADO**. “*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

*De uma forma mais simples,*

*trata-se de uma nova ferramenta para desenvolvimento do projeto e da obra em que se procura uma MUDANÇA DE PATAMAR na forma de encará-los em relação ao CAD tradicional. O BIM acompanhará a construção desde que ela é concebida até que ela seja demolida.*

*Em lugar de tratar ENTIDADES ( Ponto, Linha, círculo, texto etc...)*

*... Passa a tratar OBJETOS TRIDIMENSIONAIS aos quais podem ser ATRIBUIÇÕES e OUTRAS GRANDEZAS, o que torna todo o processo mais rico, ágil, dinâmico e preciso.*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

*BIM envolve sobretudo uma mudança na FORMA DE PENSAR de toda a cadeia, mais que a simples introdução de um novo programa de computador. A idéia é que se tenha*

**UMA BASE DE DADOS COMPLETA DA OBRA QUE ACOMPANHE POR TODO O CICLO DE VIDA, E QUE POSSA SER COMPARTILHADA POR TODOS OS INTERVINIENTES DO PROCESSO.**

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

QUAIS OS GANHOS COM USO DO **BIM** ?

*Ganho de **TEMPO** no processo de desenvolvimento do projeto como um todo.*

*Desenvolvimento do projeto sob o conceito de **ENGENHARIA SIMULTÂNEA**, em oposição a forma **LINEAR** e pro grupos separados de especialistas.*

*Redução das **INCERTEZAS** associadas ao processo de projeto.*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

## E O PRÉ FABRICADO COM O BIM ?

*“ CASES “ de pré fabricantes que o utilizaram ( PCI ) revelam redução de Custos Globais do pré-fabricado da ordem de 2,3 a 4,2 % resultantes de ....*

- *Redução de Custos associados à Engenharia.*
- *Redução de Custos decorrentes de Retrabalho*
- *Integração global do processo ( PCP, Expedição, logística de montagem, aproximando mais a construção de outros processos industriais.)*
- *Melhor produtividade por conta de análise de interferências (Armadura x INSERTS, p/ exemplo).*
- *Melhor precisão nas estimativas da obra.*
- *Menor “ LAG “ entre o início do Projeto e Início efetivo da Produção. Apoio à produção Automatizada.*
- *Melhor Serviço de Suporte ao Cliente.*

# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

SISTEMAS LIGADOS AOS NOSSOS PROCESSOS QUE OPERAM EM BIM.

- REVIT ( Autodesk ) [usa.autodesk.com/revit/](http://usa.autodesk.com/revit/)
- TEKLA STRUCTURES [www.tekla.com](http://www.tekla.com)
- NEMETSCHEK [www.nemetschek.com/en/home.html](http://www.nemetschek.com/en/home.html)
- TQS [www.tqs.com.br](http://www.tqs.com.br)
- .....



Abcic

## 2º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

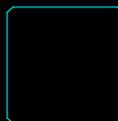
## PEÇAS (Pilares)

- 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).
- $h_{\text{máx}} = 30\text{m}$  ( considerar transporte)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PILARES (Seções Típicas)



QUADRADA



QUADRADA  
VAZADA



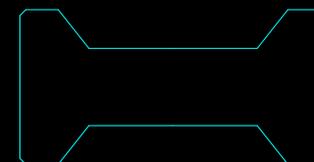
CIRCULAR



RETANGULAR



RETANGULAR  
VAZADA



PILAR I



# CONSOLES (aplicações)

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# EMENDA DE PILARES

- Execução através de chapa de contato.



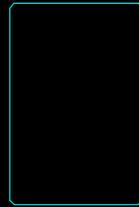
## PEÇAS (Vigas)

- 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.

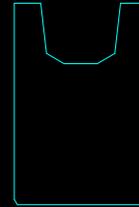
Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

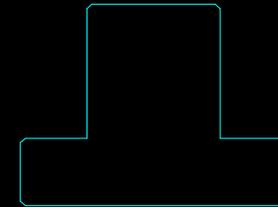
# VIGAS (seções típicas)



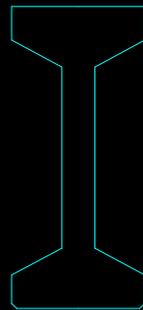
VIGA  
RETANGULAR



VIGA  
CALHA



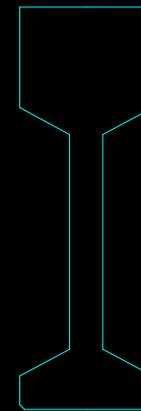
VIGA  
T INVERTIDO



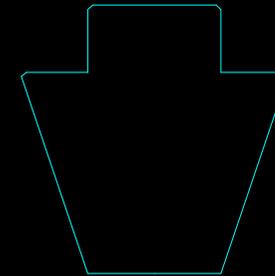
VIGA I



VIGA I  
CALHA



VIGA I



VIGA  
T INVERTIDO



Abcic

# 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 construções habitacionais.

# LAJES

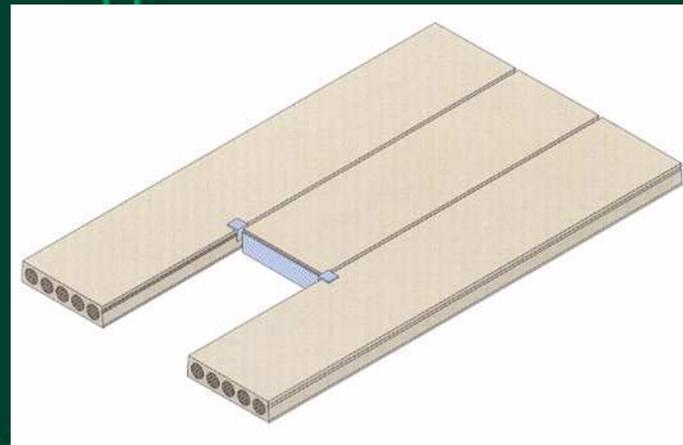
- Lajes compostas por painéis “ $\pi$ ” ou “U”: os painéis tipo “ $\pi$ ” podem ser empregados com ou sem capa de concreto moldada no local. Esse tipo de painel é também empregado como fechamento vertical. Sua principal característica é vencer vãos que podem chegar até 40m e dispensar escoramento.
- 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 em determinados casos.



Abcic

# LAJES ALVEOLARES

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



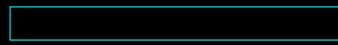
# Seções de Lajes



LAJE ALVEOLAR



LAJE TT



LAJE MACIÇA



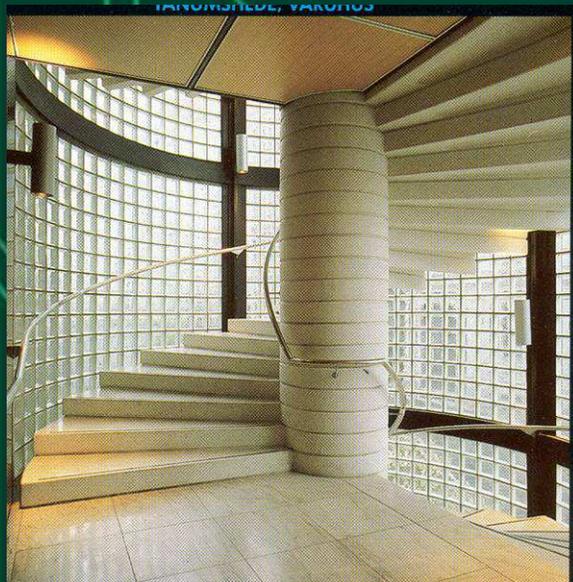
LAJE U INVERTIDO



Laje " TT ", a do filme

# ESCADAS

## Helicoidais



Retas

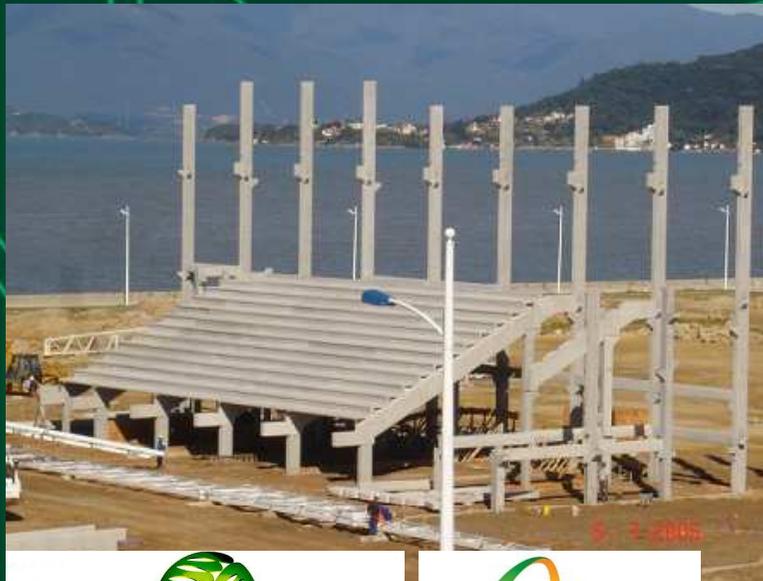


5 faces  
acabadas

Produção

# ARQUIBANCADAS E ESTÁDIOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Viga "JACARÉ"



# 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)



**Pergunta : Por que apoio nas extremidades neste caso ??**

# CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

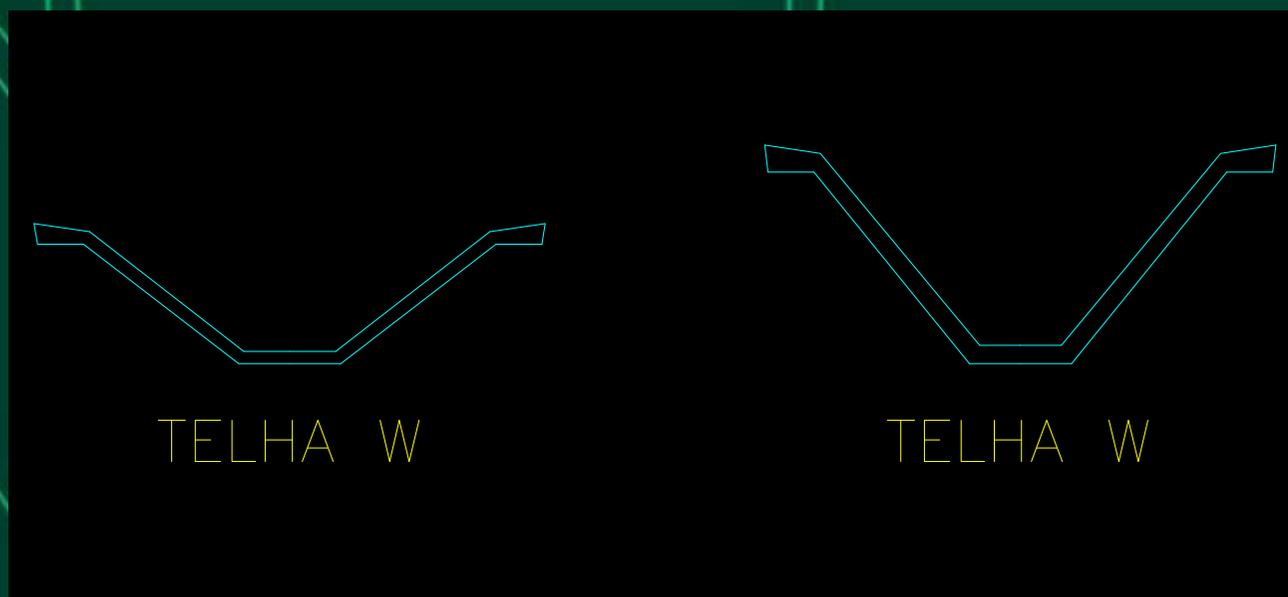


Captação da Águas Pluviais

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# TELHAS (seções típicas)



**W 40**

**W 50**

# TELHAS

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



# SISTEMA DE COBERTURA



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.

Abcic

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

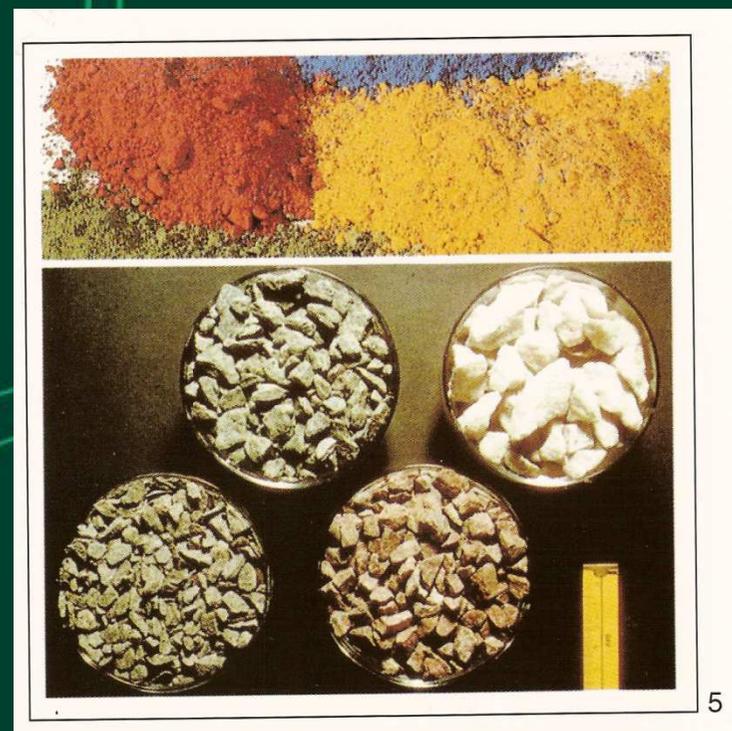
Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**DETALHES DA EXECUÇÃO**

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Cor	Pigmento
<b>Azuis</b>	<b>Óxido de Cobalto**</b>
<b>Marrons</b>	<b>Óxido de ferro marrom</b>
<b>Beges/ Cremes</b>	<b>Óxido de ferro amarelo</b>
<b>Verde</b>	<b>Óxido de Cromo**</b>
<b>Vermelhos/ laranjas</b>	<b>Óxido de ferro vermelho</b>
<b>Cinzas</b>	<b>Óxido de ferro preto</b>



# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Montagem



Sh. Bourbon-WALLIG  
Porto Alegre



Transporte

( MD Precast )

Abcic

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**TRANSPORTE E MONTAGEM**

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS



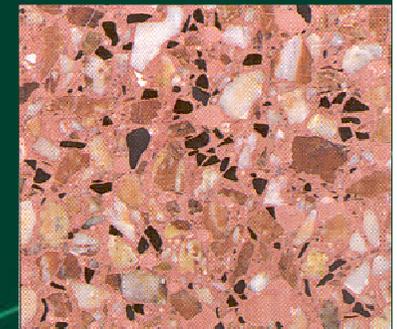
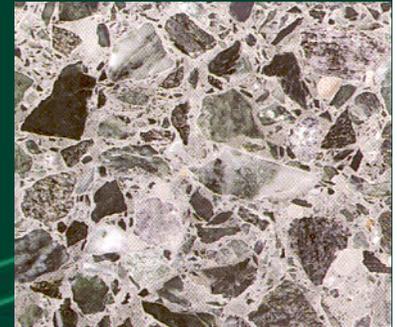
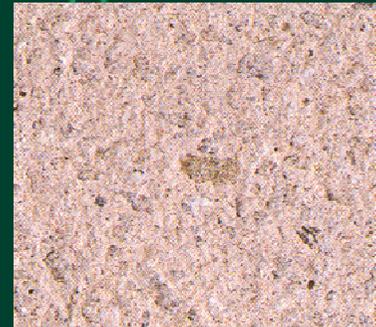
# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS



**DETALHES SISTEMAS DE  
IÇAMENTO.**

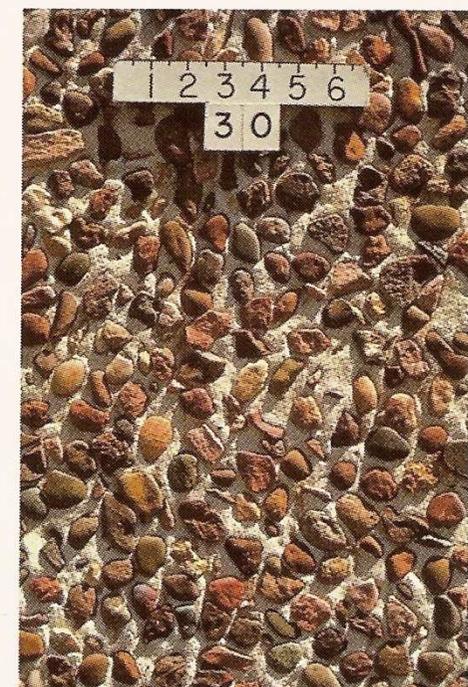
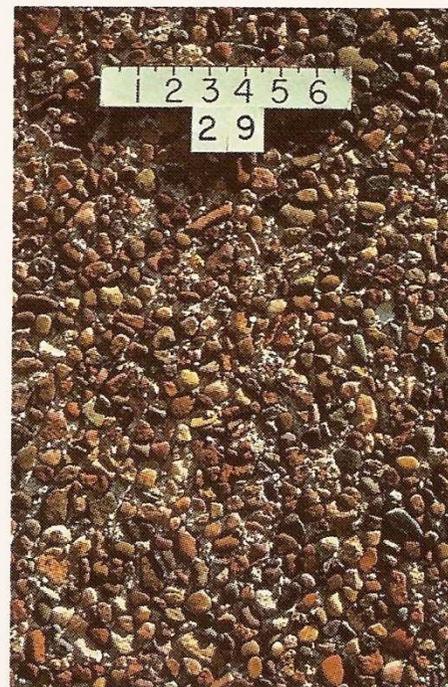
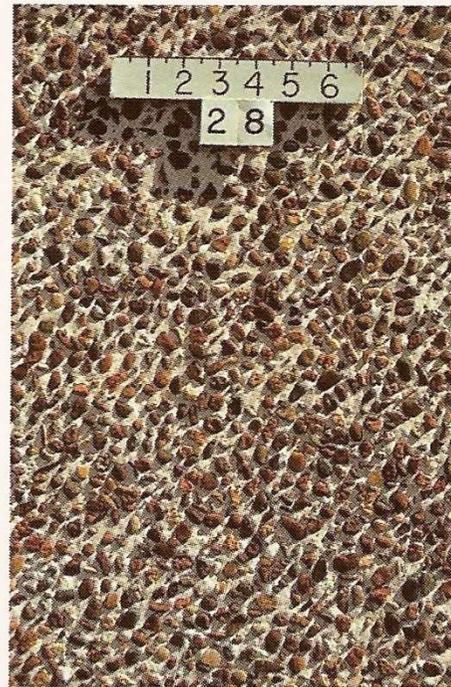


# ACABAMENTOS E TEXTURA



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

# ACABAMENTOS E TEXTURA

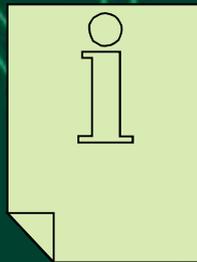


Agregado exposto, sobre colchão de areia ( + simples )

Abcic

# ACABAMENTOS E TEXTURA

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**MOLDES BORRACHA  
(FORM LINERS)**



# 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.

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PAINÉIS ALVEOLARES



Com ou sem  
revestimento.

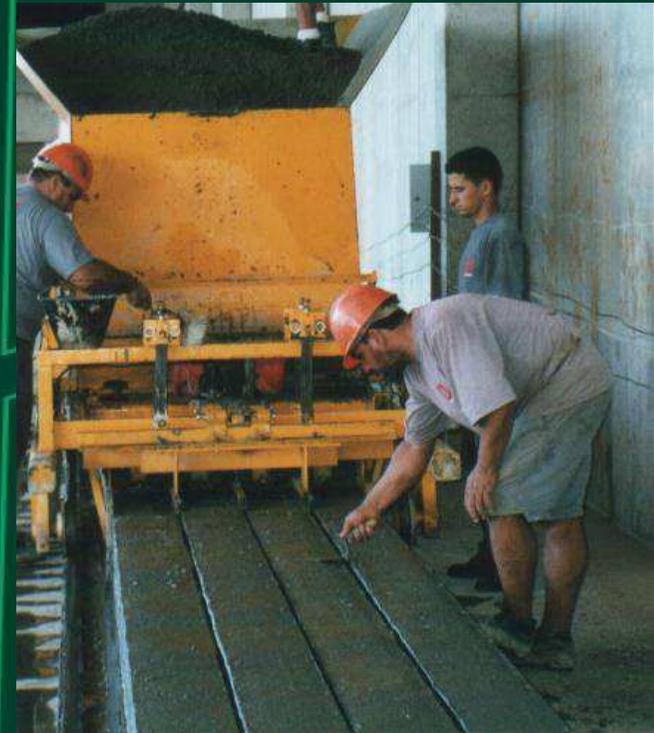
Revestimento executados  
na obra (pintura,  
cerâmica, granilha).

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.



Abcic

# 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).**

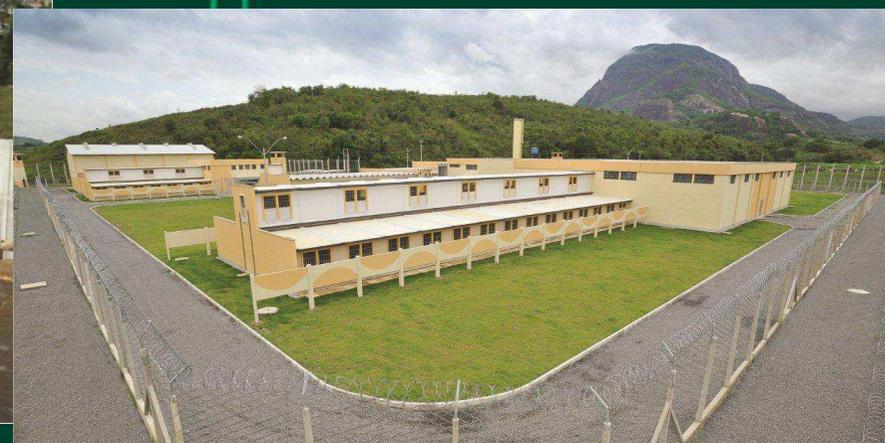
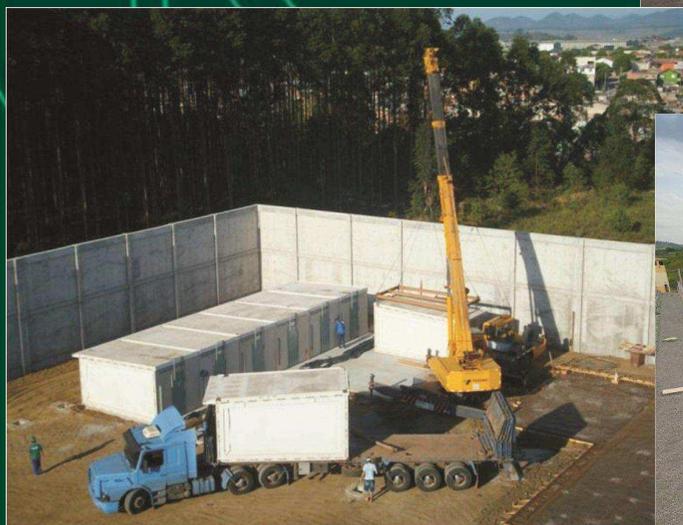
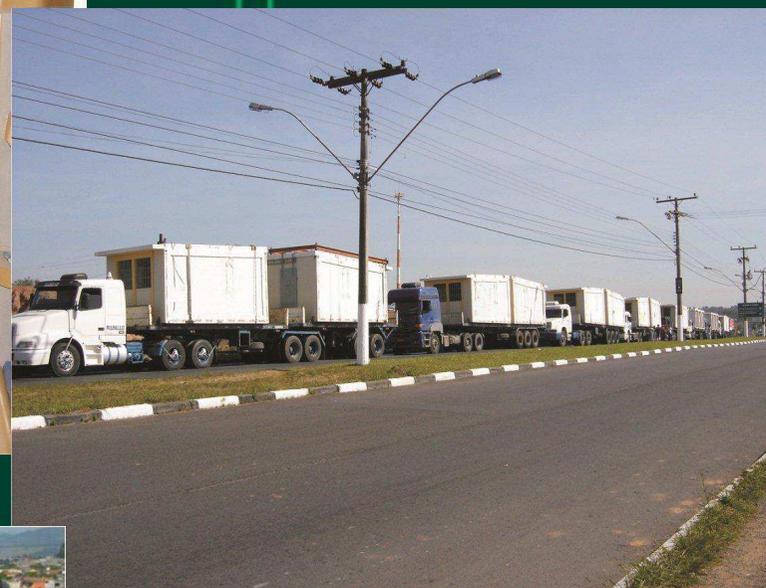
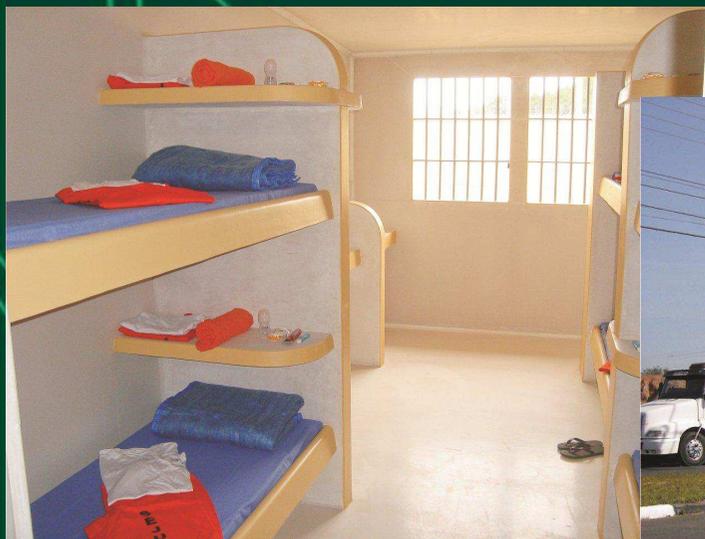
**Sai com todos os acabamentos da fábrica. ( Azulejo, metais, box espelho etc. )**



Abcic

# MONOBLOCOS

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto





Abcic

# “ TOUR VIRTUAL ” NUMA FÁBRICA DE PRÉ-MOLDADOS.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

Abcic

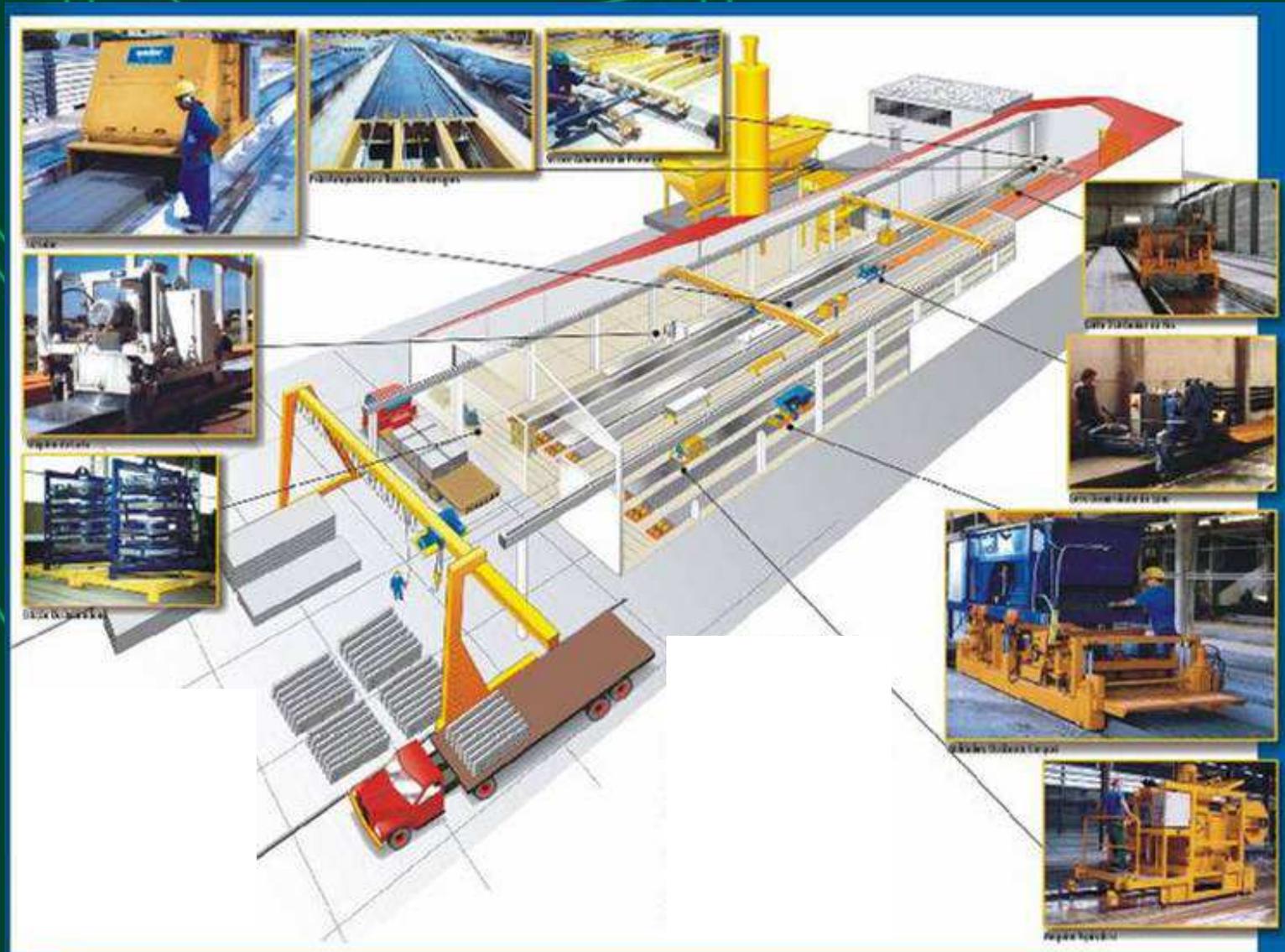
## 3º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# PRODUÇÃO

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

# LAY – OUT (fábrica)



# 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.



Pista de Telhas.

Cabo

Extrusão (máquinas).

Protensão.

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

# PRODUÇÃO ( Armaduras )



Central de armação.  
Equipamentos para corte e  
dobra.



Armadura Frouxa.  
Armadura Protendida.

# PROTENSÃO

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



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.

**Cunha**



**Isolador**



# PROTENSÃO

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Macaco de Protensão**

## 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)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Centrais dosadoras /Misturadoras.

# CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- Criado no JAPÃO na década de '80.
- Fluides, coesão e resistência à segregação.
- > Quantidade de finos, adição de superplastificantes.

## VANTAGENS :

- Excelente acabamento.
- Bombeamento a grandes distâncias com maior velocidade.
- < Quantidade de MDO.
- < Quantidade de ruído.
- > Produtividade.
- > Segurança.
- > Adaptação para peças densamente armadas.
- > Adaptação a peças de geometria mais elaborada.
- > Durabilidade pela eliminação de falhas de concretagem.

# CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**CAIXA “L” PARA  
AVALIAR A  
VISCOSIDADE PELA  
VAZÃO.**

**VERIFICAÇÃO DO  
DIÂMETRO DE  
ESPALHAMENTO EM  
LUGAR DO ABATIMENTO  
(SLUMP).**



# PRODUÇÃO (Concreto)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



- Estocagem de agregados.
- Baias 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 (baia 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;



**Medição do  
abatimento**

## PRODUÇÃO ( Cura)

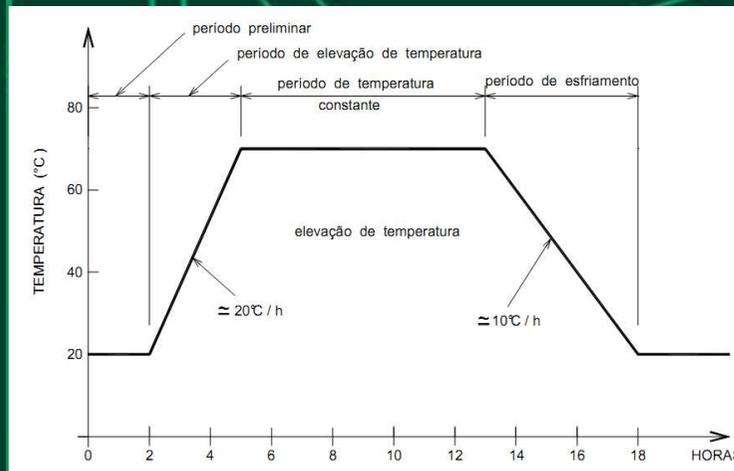
A cura é o conjunto de procedimentos que visam impedir que as peças sofram tensões durante o período em que ainda não atingiram resistência suficiente para receber qualquer esforço, seja por movimentação, carga de qualquer espécie, perda de água por evaporação ou mudanças de temperatura. Normal ou Acelerada.

## 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)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

*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)

Abcic

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.

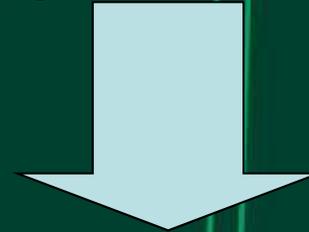


## QUALIDADE (Vida útil)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

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



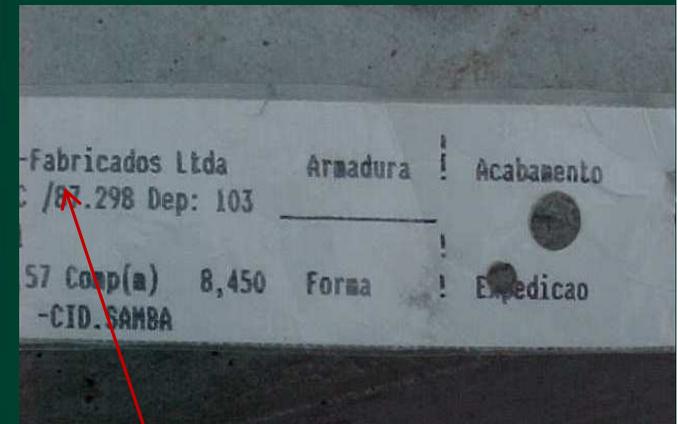
**QUALIDADE DO PROJETO E DO PROCESSO CONSTRUTIVO**

# QUALIDADE

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- 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;



**Rastreabilidade**

# QUALIDADE

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



**Ensaio de  
Cisalhamento  
numa Laje  
Alveolar.**

## Influências na Resistência à Compressão

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

	Causas da Variação	Efeito máximo no resultado
<b>A - Materiais</b>	Variabilidade na resistência do cimento	± 12%
	Variabilidade da quantidade total de água	± 15%
	Variabilidade dos agregados (principalmente miúdos)	± 8%
<b>B - Mão-de-obra</b>	Variabilidade do tempo e procedimento de mistura	-30%
<b>C - Equipamento</b>	Ausência de aferição de balanças	-15%
	Mistura inicial, sobre e subcarregamento, correia etc.	-10%
<b>D - Procedimento de Ensaio</b>	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%

( Manual de Dosagem e Controle de Concreto  
Paulo Helene/Paulo Terzian )

# Reflexão

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- **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

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

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

# QUALIDADE

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- 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.

# QUALIDADE TRATAMENTO DE IMPERFEIÇÕES

## OBJETIVO:

- Avaliação das imperfeições dos elementos pré-fabricados que estejam não-conformes em relação ao projeto.
- Dar regras e possíveis sistemas de avaliação para :
- Prevenção de falhas.
- Efeitos decorrentes das imperfeições.
- Ações para correção.

# QUALIDADE TRATAMENTO DE IMPERFEIÇÕES

## Contents

1	Scope	1
2	Introduction	2
3	Type of defects	3
3.1	Geometrical deviations	3
3.1.1	Prior considerations	3
3.1.2	Recommended references	3
3.1.3	Practical application of tolerance systems	4
3.2	Surface texture. Aesthetics	5
3.2.1	Evenness of surfaces	5
3.2.2	Colour and darkness variation	9
3.2.3	Cracking of surfaces	12
3.3	Deflection and camber	13
3.4	Cracks	14
3.4.1	Introduction	14
3.4.2	Thermal cracks	14
3.4.3	Plastic settlement and autogenous shrinkage cracks	15
3.4.4	Drying shrinkage cracks	15
3.4.5	Mechanical cracks	16
3.5	Spalling, splitting and bursting	16
3.5.1	Introduction	16
3.5.2	Splitting cracks	17
3.5.3	Bursting cracks	17
3.5.4	Spalling cracks	18
3.6	Accidental damage	18

# QUALIDADE TRATAMENTO DE IMPERFEIÇÕES

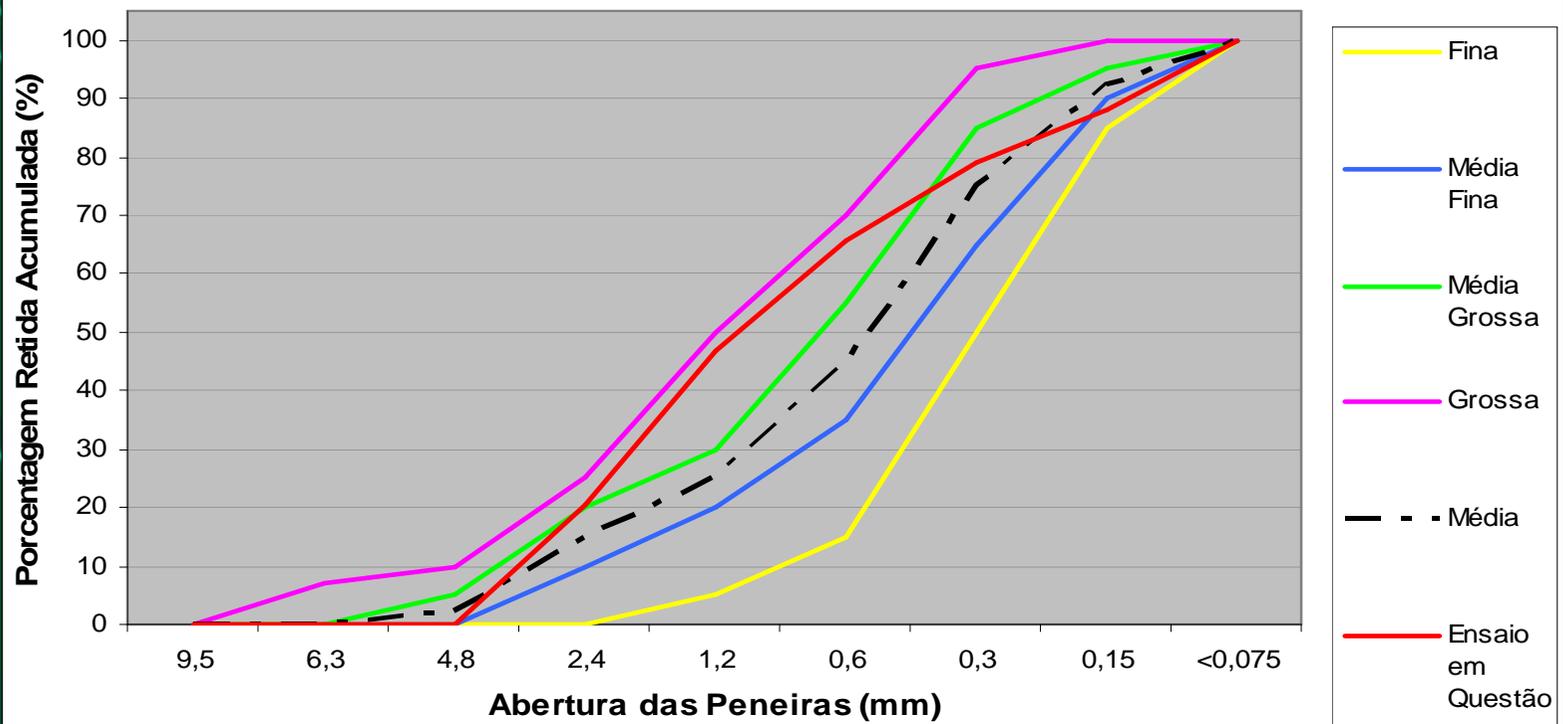
4	General aspects classification	19
4.1	Level of safety required	19
4.2	Durability	20
4.3	Aesthetic issues	20
5	Specific cases	23
5.1	Columns and beams	23
5.2	Panels	39
	5.2.1 Load bearing panels	40
	5.2.2 Non load bearing panels	42
5.3	Hollow core slabs	46
5.4	Double tee units	55
5.5	Solid planks	61
5.6	Beams and blocks	65
	Bibliography	72
	Annex A.	
	A.1 Calculating strength capacity reduction due to a defect	
	A.2 Maximum allowable strength loss	
	A.3 Examples	

## **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 m<sup>3</sup> 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 NBR 5733**  
**(CPV-ARI)**

**Cimento Branco. Usado sobretudo para o Concreto**  
**Arquitetônico\*\*\* Não tem ainda Norma Brasileira\*\*\*.**

# 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)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



## MATÉRIA – PRIMA (Aditivo)

- Aceleradores
- Incorporadores de ar
- Plastificantes
- Superplastificantes
- Hiperplastificantes ( Concreto Auto-adensável, já apresentado)
- Ação de superfície – Retardante  
(Painéis Arquitetônicos)

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

# MATÉRIA- PRIMA (Aço)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- 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

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

**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

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Curvas de  
Capacidade de  
equipamentos  
de montagem

**CAPACIDADE TOTAL** 50.000 Kg a 3.0 m

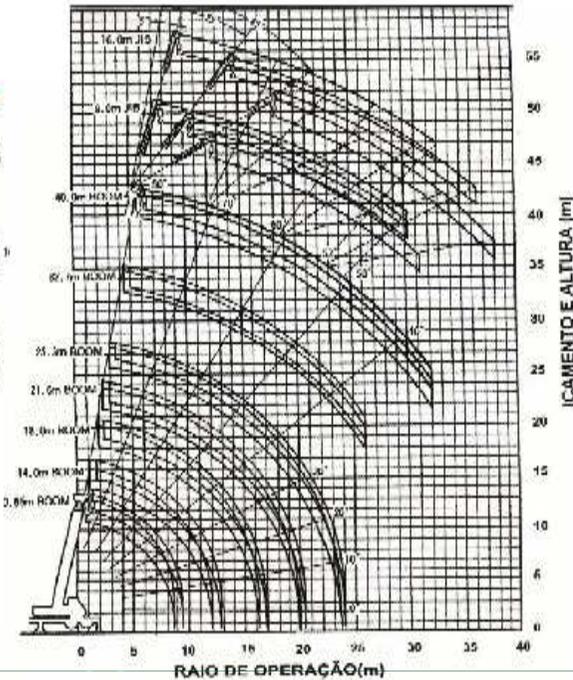
**LANÇA - PRINCIPAL** 5 estágios 10.65 - 40.0m  
**JIB / 2 estágios** 9.0 - 16.0m

**DIMENSÕES**

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

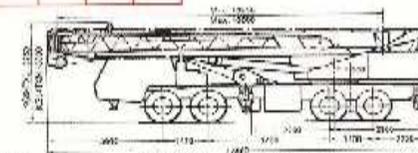
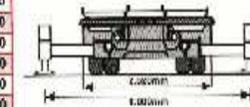
**PESOS**

**Peso bruto do veículo** aprox. 39.000 Kg  
**- dianteiro** aprox. 15.000 Kg  
**- traseiro** aprox. 24.000 Kg



Patola Integralmente Estendida														
Patola Frontal Estendida (360°)														
Patola Frontal não Estendida (nas laterais e na traseira)														
B	A							E	C		D			
	10.65m	14.0m	18.0m	21.6m	25.3m	32.7m	40.0m		9.0m	16.0m				
								6°	25°	45°	5°	25°	45°	
3.0m	50.000	33.000	28.000	24.000				80°	3.500	2.300	1.200	2.300	1.100	600
3.5m	43.000	33.000	28.000	24.000				79°	3.500	2.200	1.200	2.300	1.100	590
4.0m	38.000	33.000	28.000	24.000	20.000			78°	3.500	2.200	1.200	2.300	1.100	600
4.5m	34.000	30.500	25.000	24.000	20.000			77°	3.320	2.140	1.190	2.180	1.070	580
5.0m	30.200	28.000	23.000	24.000	20.000			76°	3.130	2.080	1.180	2.060	1.050	560
5.5m	27.500	26.500	23.800	23.200	20.000	13.000		75°	2.970	2.020	1.170	1.960	1.020	580
6.0m	25.000	24.000	23.300	21.500	20.000	13.000		73°	2.680	1.910	1.150	1.780	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°	2.150	1.640	1.080	1.440	870	640
7.5m	18.900	18.600	18.500	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	15.900	14.800	12.300	7.500	63°	1.780	1.380	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		11.500	11.500	11.400	11.400	10.000	7.500	58°	1.300	1.180	880	980	720	490
11.0m		9.450	9.450	9.400	9.400	8.100	6.950	55°	900	850	800	700	600	470
12.0m		7.050	7.050	7.050	7.050	6.300	6.450	53°	700	650	600	550	450	400
14.0m			5.650	5.650	5.650	5.450	5.000	50°	400					
18.0m			4.100	4.100	4.050	4.000	4.000							
18.0m				2.800	2.800	2.750	4.100							
20.0m					1.600	1.600	2.050	3.400						
22.0m						1.200	2.100	2.650						
24.0m							1.500	2.050						
26.0m								1.900						
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



1 altura total.....3.000 mm  
Raio de giro da vassela.....3.860 mm  
Altura - Dianteira.....2.480 mm  
Traseira.....2.380 mm

## 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

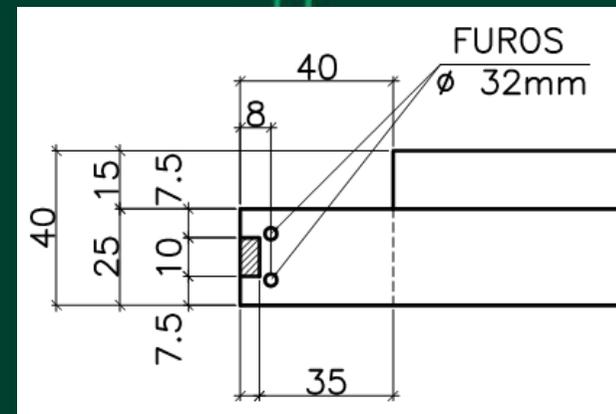
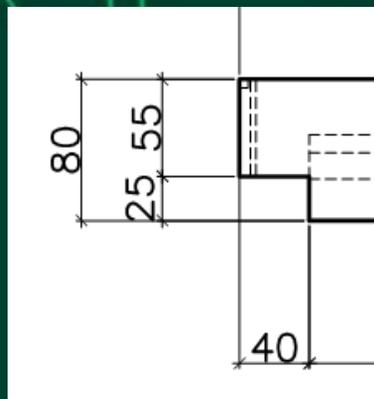
- Montagem de telhas;
- Montagem do fechamento lateral;
- Acabamento composto por: solda, impermeabilização de juntas, corte de alças, reparos de eventuais danos decorrentes do transporte e da própria montagem.

# MONTAGEM (cuidados)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

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



Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# MONTAGEM (Equipamentos)



Autogrua sobre pneus.

Autogrua sobre esteiras.

# MONTAGEM (Pilares)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# MONTAGEM ( Pilares )



## MONTAGEM (Pilares)



**Cálice de fundação**

**Encunhamento do Pilar  
Para posterior preenchimento.**

# MONTAGEM (Vigas)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# MONTAGEM (Vigas)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# MONTAGEM ( Lajes Alveolares)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



Equalização

Chaveteamento

Solidarização

Tela ou Concreto reforçado  
com fibras.

Capeamento (concretagem  
da capa). 5cm



# MONTAGEM (LAJES ALVEOLARES)

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



# 4º Módulo de Perguntas.

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

# CONCLUSÃO

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

- 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 e ágeis .
- Qualificação e aprimoramento dos profissionais envolvidos, com excelentes oportunidades de desenvolvimento profissional.

## 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 ( 2ª edição ).
- Revista Ibracon. Pré-fabricados de concreto: Rapidez, economia e sustentabilidade na construção. Ed. 43 Jun, Jul e Ago 2006.
- PCI – Design Handbook ( 6<sup>th</sup> Edition )
- PCI – Architectural Precast Concrete ( 3<sup>rd</sup> Edition )
- CPCI – Design Manual ( 3<sup>rd</sup> Edition )
- Site ABCIC: [www.abcic.org.br](http://www.abcic.org.br)
- Site ABCP : [www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br)
- Site Instituto IDD : [www.institutoidd.com.br](http://www.institutoidd.com.br)
- Site PCI: [www.pci.org](http://www.pci.org)
- Site CPCI: [www.cpci.ca](http://www.cpci.ca)
- Site fib : [www.fib-international.org](http://www.fib-international.org)

# ENCERRAMENTO

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto

## AGRADECEMOS SUA PRESENÇA!

Material Elaborado por: Eng. Íria Lícia Oliva Doniak  
D.O. Engenharia e Projetos  
[iria@abcic.org.br](mailto:iria@abcic.org.br)

Eng. Carlos Franco  
CAL-FAC Consultoria & Engenharia  
[carlos@calfac.com.br](mailto:carlos@calfac.com.br)

# REALIZAÇÃO

Abcic

Associação Brasileira da  
Construção Industrializada  
de Concreto



[www.abcic.org.br](http://www.abcic.org.br)

# APOIO



PROMOVENDO SISTEMAS CONTRUTIVOS À BASE DE CIMENTO