

# PRÉ – FABRICADOS DE CONCRETO



## CURSO BÁSICO ABCIC

**M&T EXP**  
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS  
9ª Feira e Congresso Internacionais de Equipamentos para Construção e  
7ª Feira e Congresso Internacionais de Equipamentos para Mineração

Realização   **GRANDES CONSTRUÇÕES** Local **SÃO PAULO EXPO**  
EXHIBITION & CONVENTION CENTER

12.06.2015





## ” **Missão**

Promover o setor de pré-moldados de concreto no Brasil, desenvolvendo ações que possibilitem o crescimento do mercado e das empresas associadas , consolidando uma indústria próspera.



Associação Brasileira da Construção  
Industrializada em Concreto

- ” **Visão**
- ” **PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**
- ” **NETWORKING**
- ” **RELAÇÕES INSTITUCIONAIS NACIONAIS E INTERNACIONAIS**
- ” **ESTRUTURA EM COMITÊS**
- ” **ENSINO**
- ” **CERTIFICAÇÃO**
- ” **PUBLICAÇÕES ( Marketing)**

# AGENDA:

” **1º Módulo :**

Princípios, Histórico, Aplicações, Tipologias, Selo de Qualidade.

” **2º Módulo :**

Projeto, Ligações, Interfaces, Coordenação Modular.

” **3ª Módulo :**

Painel Arquitetônico, Tolerâncias, BIM, Tipos de Peças, “ TOUR VIRTUAL “  
por uma fábrica.

” **4ª Módulo :**

Produção, Matérias Primas, Segurança, Logística, Montagem, Conclusão.

# 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”.



***Fernández Ordóñez***

# CONTEXTO HISTÓRICO

Pré-fabricado (pós guerra e suas necessidades)

Mão de obra

Agilidade

Baixo custo

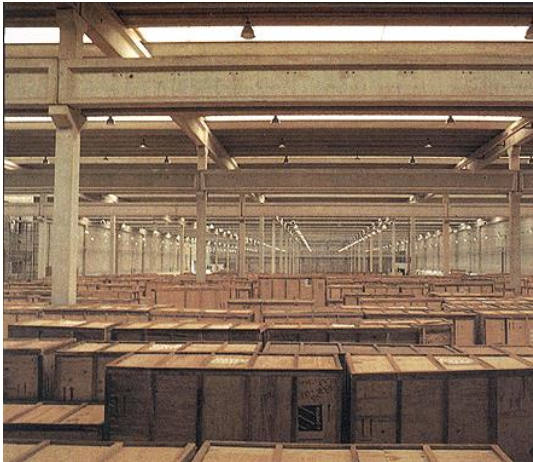


# CONTEXTO HISTÓRICO

- “ 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



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

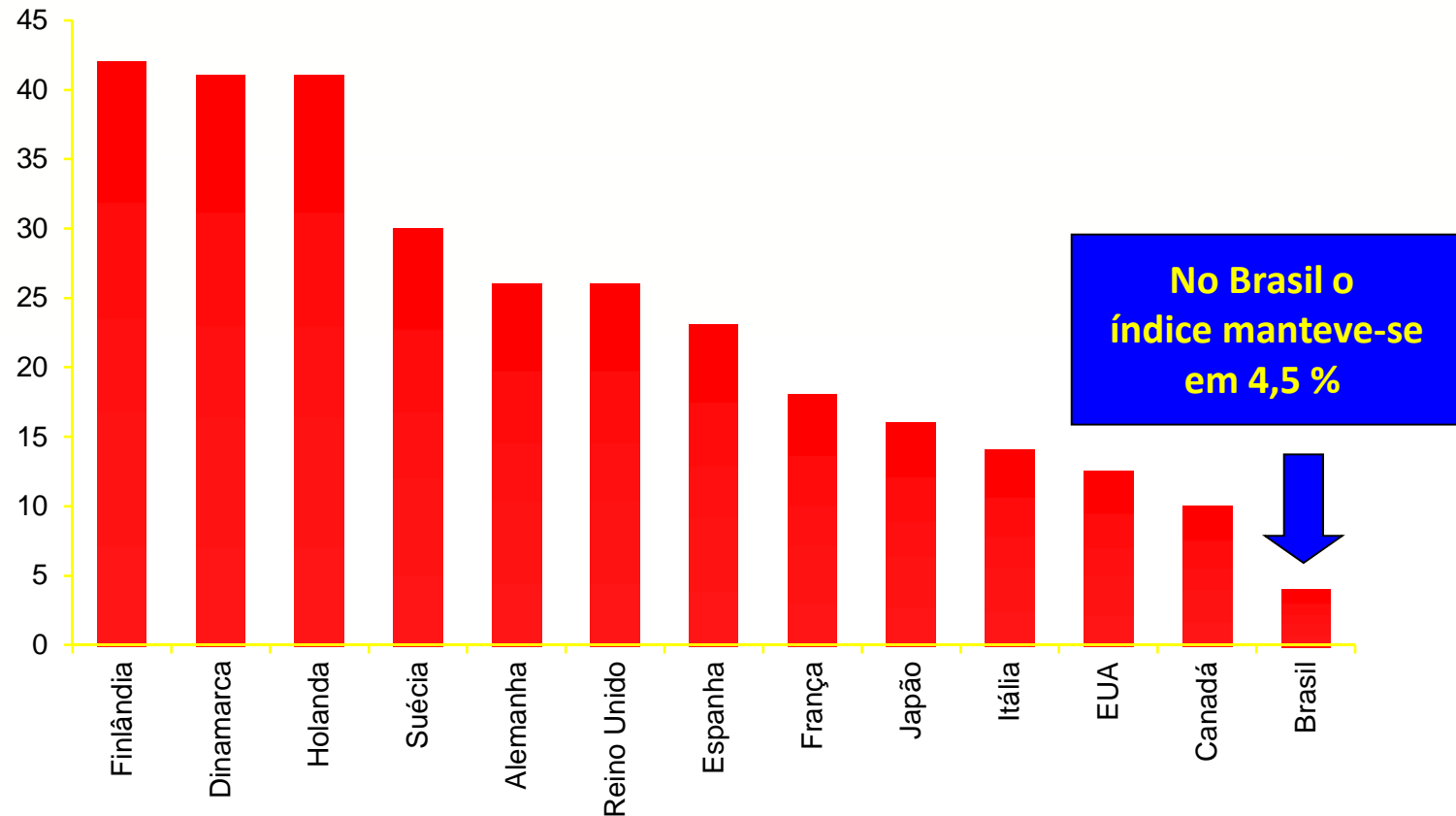
**Paredes PI – conceito de  
fachadas.**

# 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



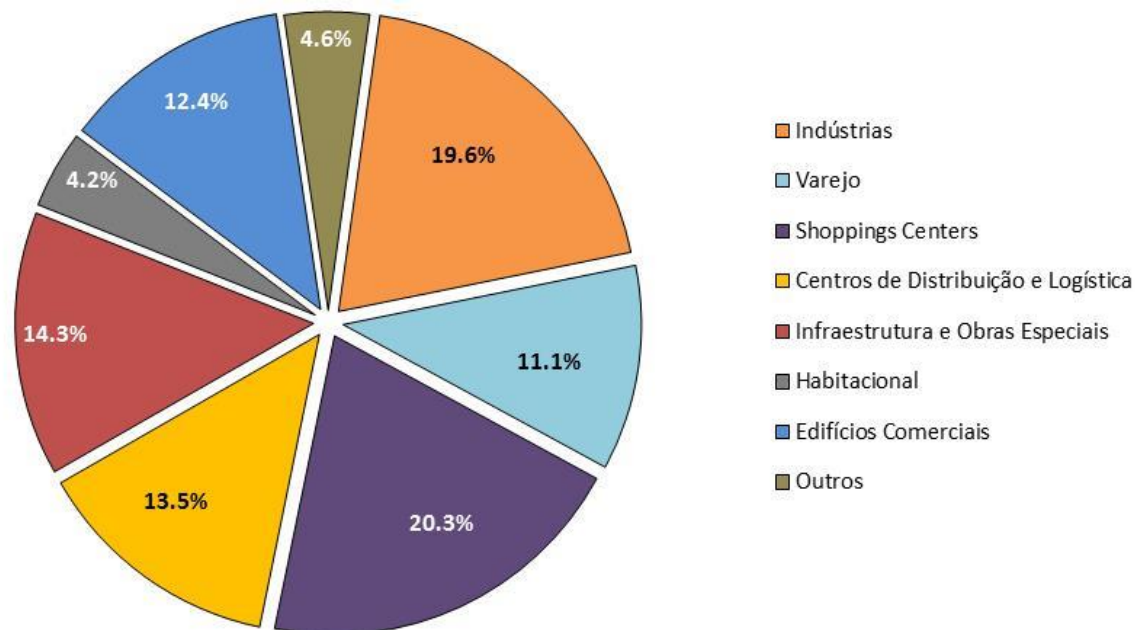
Delft Precast Concrete Institute - Holanda

  
Associação Brasileira da Construção  
Industrializada de Concreto

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

# CENÁRIO – MERCADO NACIONAL

2012	1. Indústrias	2. Varejo	3. Shoppings Centers	4. Centros de Distribuição e Logística		Habitacional	7. Edifícios Comerciais
2013	1. Indústrias	2. Shoppings Centers	3. Centros de Distribuição e Logística		5. Varejo	6. Edifícios Comerciais	7. Habitacional
2014	1. Shoppings Centers	2. Indústrias		4. Centros de Distribuição e Logística	5. Edifícios Comerciais	6. Varejo	7. Habitacional



( FGV/IBRE-2014)

# CONTEXTO HISTÓRICO (ATUAL)



Consonância com a liberdade arquitetônica.  
Versatilidade ; Indústrias, CD's, Shopping Centers,  
Hotéis, Obras Verticais, Estruturas mistas.





# 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.



# EDIFÍCIOS ALTOS



# 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 e mudanças culturais).
- “ Resistência ao fogo inerente ao próprio Sistema, o que não temos na estrutura metálica.

# VANTAGENS

**Rapidez na execução.**



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

# SUSTENTABILIDADE

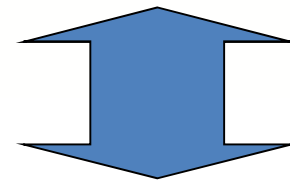
- ” **POUPAR AS JAZIDAS NATURAIS. USO DE RECURSOS LOCAIS.**
- ” **EMPREGO DE CONCRETOS COM < CONSUMO DE CIMENTO E PORTANTO < PEGADA DE CARBONO.**
- ” **ELIMINAR A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS.**
- ” **< CUSTO DE MANUTENÇÃO; > DURABILIDADE.**
- ” **> EFICIÊNCIA TÉRMICA ( MASSA / ISOLAMENTO).**
- ” **> ALBEDO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



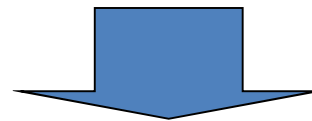
Até 23 pontos com  
uso do pré fabricado!

# SISTEMAS CONTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS

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



Reutilizar; Reduzir; Reciclar; Recomprar



**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:

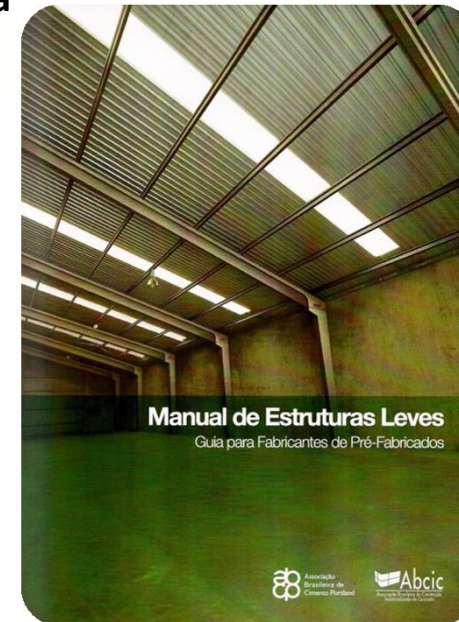
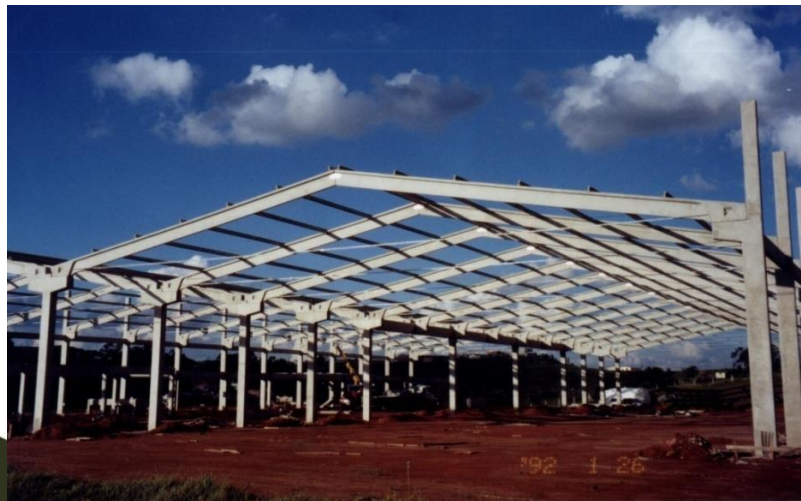
estrutural ou  
Arquitetônico (\*que é  
também estrutural)



# LEVE



- ” 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



**Aplicação em Obra Industrial.**

# PESADO



**Maiores vãos.**

**Maior peso.**

**Maior capacidade portante.**

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



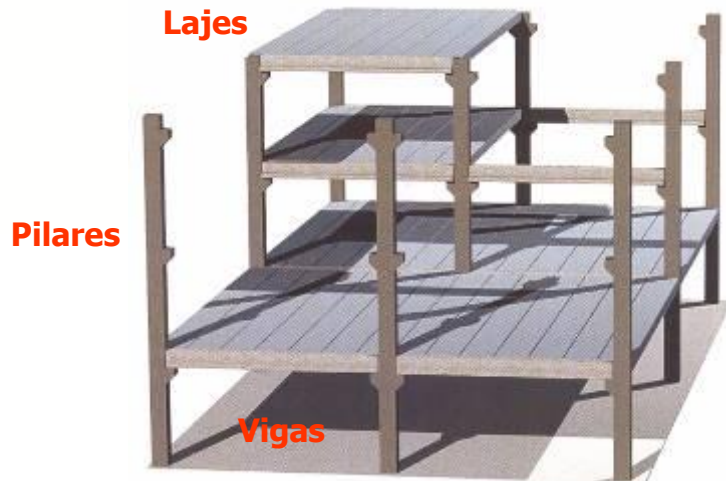
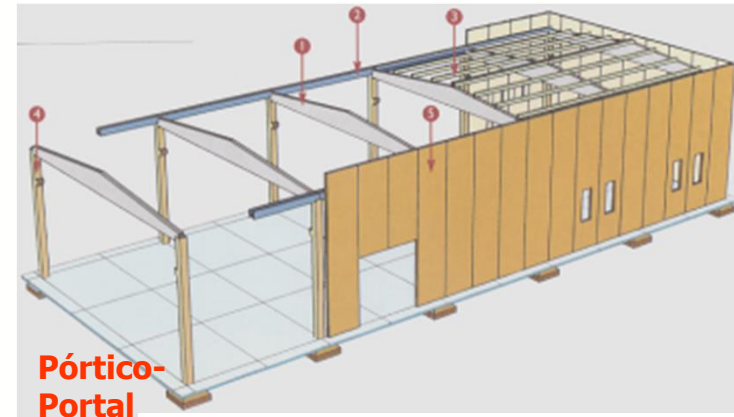
# TIPOLOGIAS – CONCEITO BÁSICO

“ PRÉ-FABRICAÇÃO não é uma simples variação da técnica de Construir com “ MOLDADO IN LOCO “.

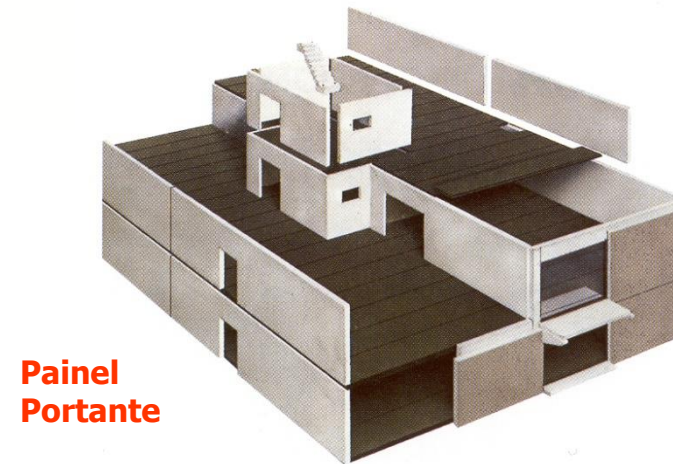
“ Para se extrair todos os BENEFÍCIOS DA TÉCNICA, o ideal é que esteja presente desde a CONCEPÇÃO.

# TIPOLOGIAS

Estrutura tipo PORTAL



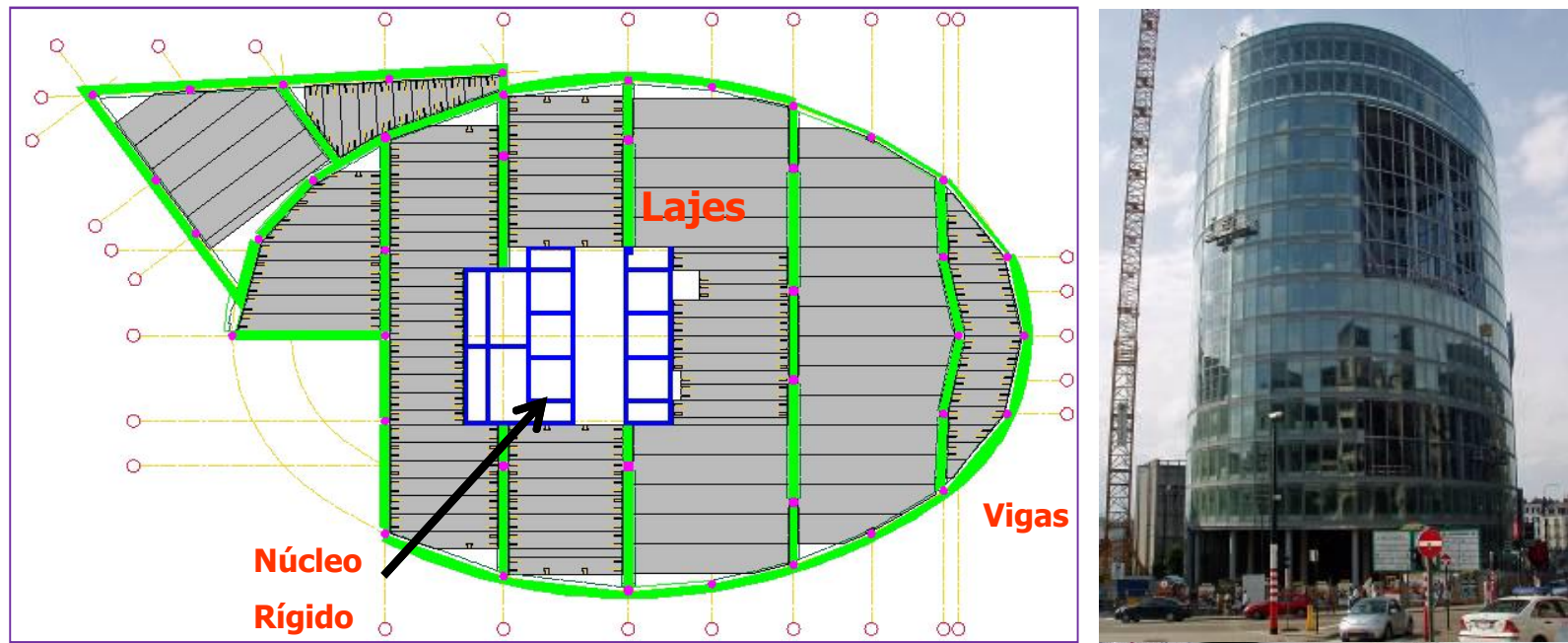
Estrutura tipo RETICULADA  
Ou ESQUELETO



Estrutura tipo PAINÉIS PORTANTES

# TIPOLOGIAS

## Solução Pré-Moldada para EDIFÍCIOS ALTOS

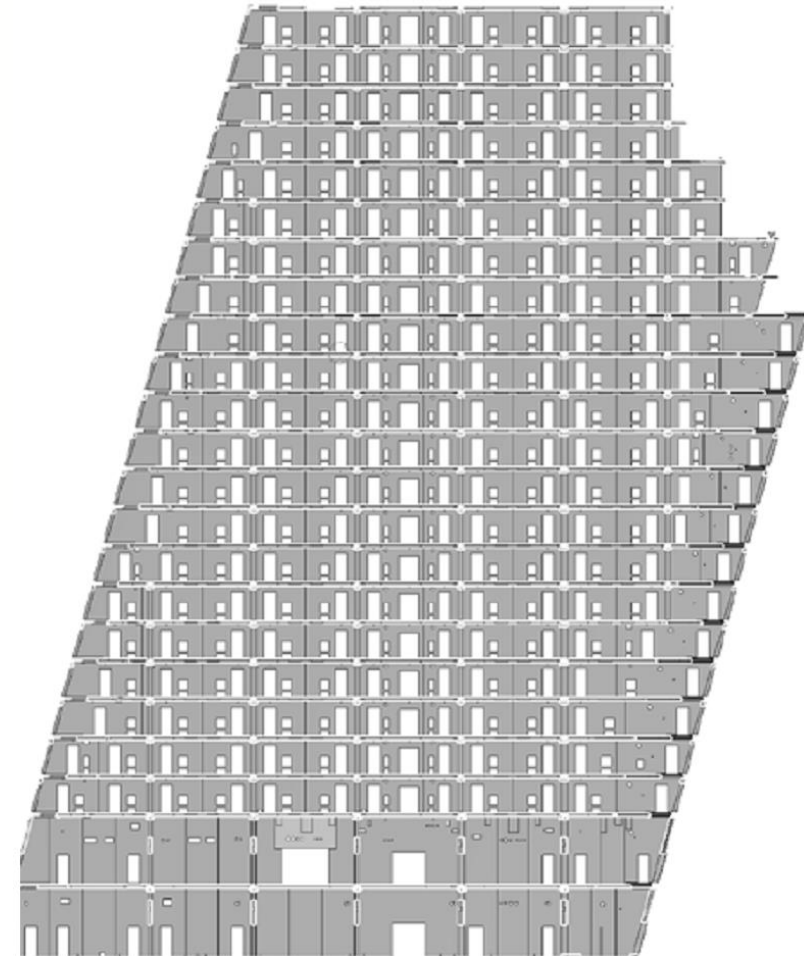


“ Núcleo MOLDADO “ IN LOCO”  
ou Painéis Portantes.

“ Vigas podem ser solidarizadas

( A. Van Acker, K. Elliott )

# TIPOLOGIAS



( BELLA SKY – Copenhagen, Denmark)

# TIPOLOGIAS

**Solução Pré-Moldada de ALTO VALOR AGREGADO E Pouco explorada no BRASIL. Nova Norma de Painéis**

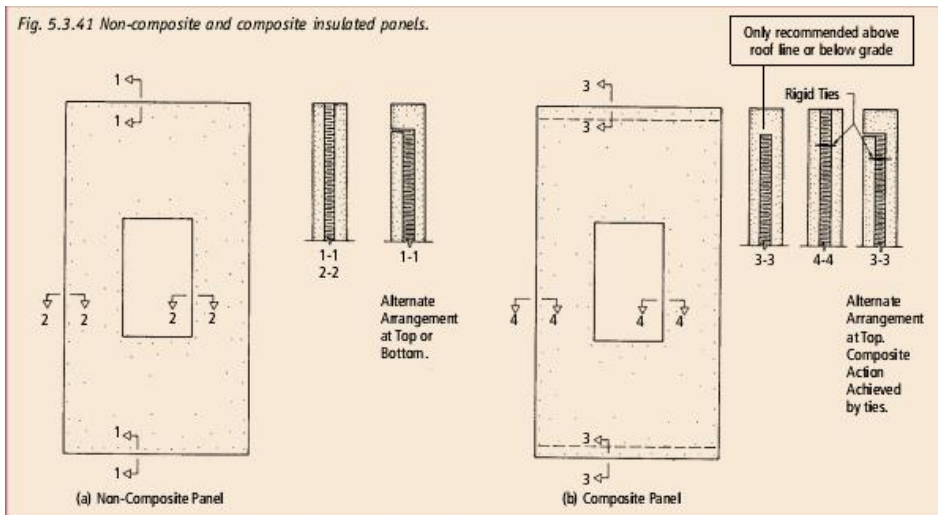
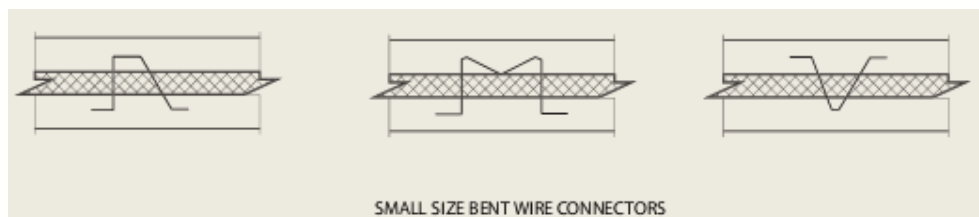


**” Solução de Painéis Arquitetônicos Portantes (Fechamento + Cargas gravitacionais integrados ).**

*( PCI ARCHICT. Manual)*

# TIPOLOGIAS

Este tipo de Solução Pode Agregar Ainda um eficiente sistema de isolamento Termo Acústico – Painéis “ Sanduíche”



Oportunidade também pouco explorada no Brasil

( PCI ARCHICT. Manual )

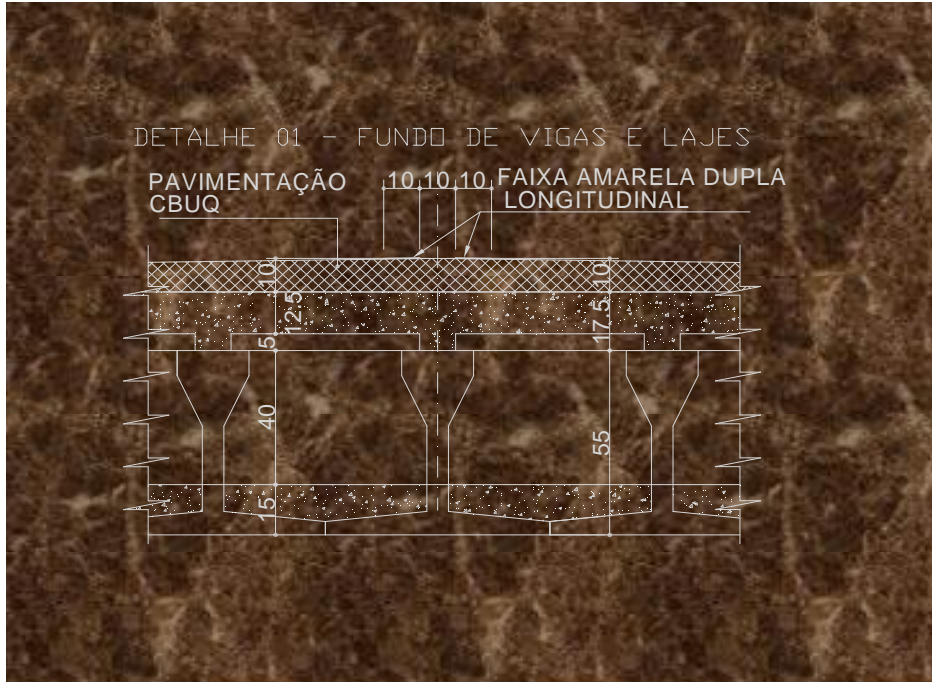


# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

## PASSARELAS, PONTES E VIADUTOS



# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA



# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA



Aeroporto Internacional  
de Brasília  
Ampliação

Estaleiro Atlântico Sul  
Suape/PE



# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA



Estaleiro Paraguaçu  
Maragogipe/BA

# OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

Galerias



Túneis e Revestimentos



Barreiras Sonoras



Dormentes, Infra ferroviária



(D. Ordóñez, PCI)

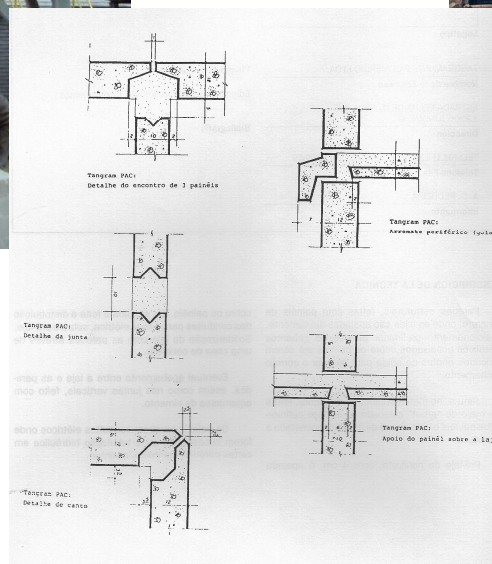
# SISTEMAS PARA A HABITAÇÃO

<http://pbqp-h.cidades.gov.br/>



DATEc ( Documentos de Avaliação Técnica), já emitidos 002; 012/024.

Sistema Construtivo em Painéis Portantes-DATEc-002.



# SISTEMAS PARA A HABITAÇÃO

<http://pbqp-h.cidades.gov.br/>



DATEc ( Documentos de Avaliação Técnica), já emitidos 002; 012/024.

Sistema Misto de Concreto armado e Blocos Cerâmicos-DATEc-012.

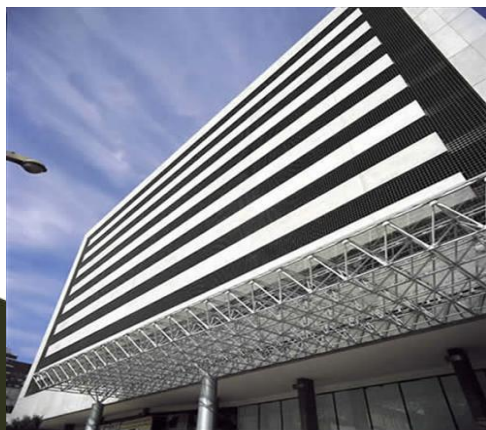


# ARQUITETÔNICO

Diferenciação arquitetônica.

Com ou sem função estrutural.

Painéis de fechamento x alvenaria.



( MD Precast)

Hosp. Moinhos de  
Vento-Porto Alegre

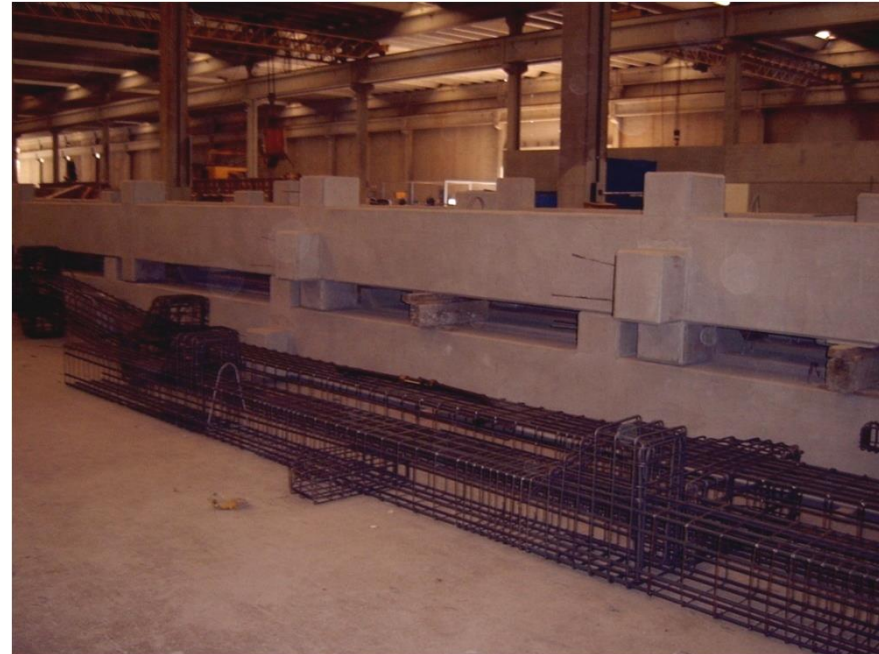
 **Abcic**  
Associação Brasileira da Construção  
Industrializada de Concreto

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



# 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.”

# 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.

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

# PROTENDIDO (Pré-Tração)

“ Exige pista de protensão  
(pré-fabricados)



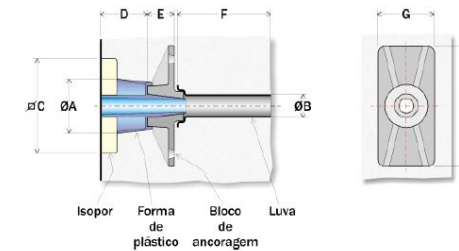
“ Cabos retos

“ Sempre aderente



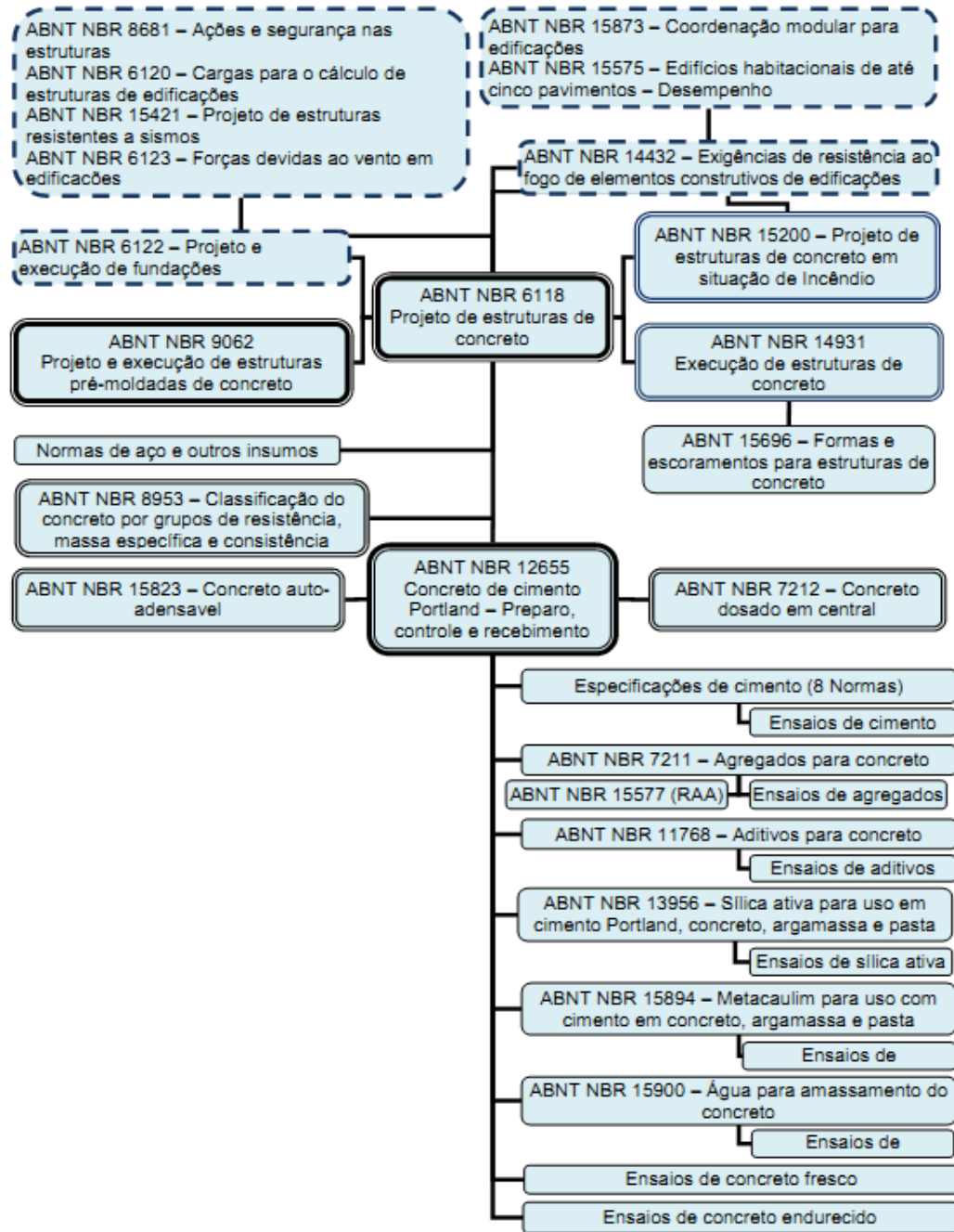
# PROTENDIDO (Pós – Tração)

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



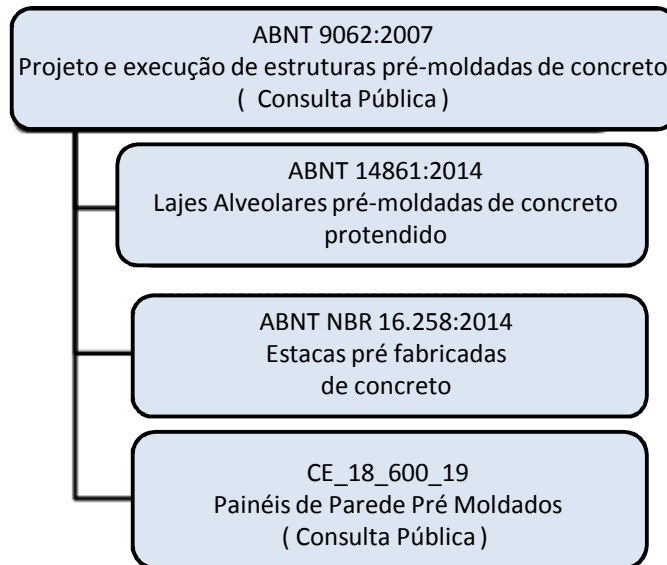
# NORMALIZAÇÃO (objetivos)

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



# ESTRUTURA DA NORMALIZAÇÃO ( EDIFÍCIOS )

# ESTRUTURA DA NORMALIZAÇÃO (PRÉ-FABRICADOS)



**IMPORTANTE PASSO PARA A  
INDUSTRIALIZAÇÃO !**



# SELO DE EXCELÊNCIA

- Fixar a imagem do setor com padrões de tecnologia, qualidade e desempenho adequados às necessidades de mercado. É OBRIGATÓRIO às filiadas ABCIC.
- 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 IFBQ( INSTITUTO FALCÃO BAUER DE QUALIDADE ); Credenciado pelo **INMETRO**.



# SELO EXCELÊNCIA

<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

# 1º Módulo de Perguntas.

# 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)

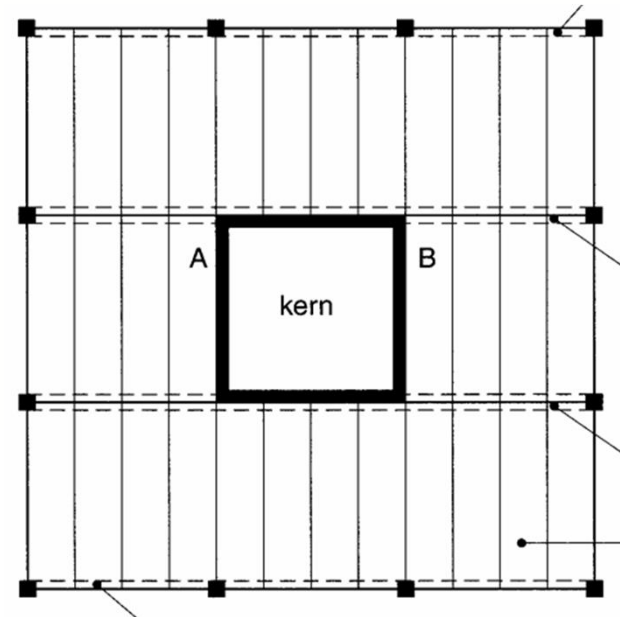
- “ Desenvolvido pelo fabricante (interno ou terceirizado). Forma usual.
- “ Fornecido pelo cliente. Comum em licitações.
- “ Em ambos os casos há necessidade de análise crítica e gerenciamento pelo fabricante.

# PROJETO ( Modulações)

As obras pré-fabricadas devem ser preferencialmente moduladas.

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

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



# 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. “*



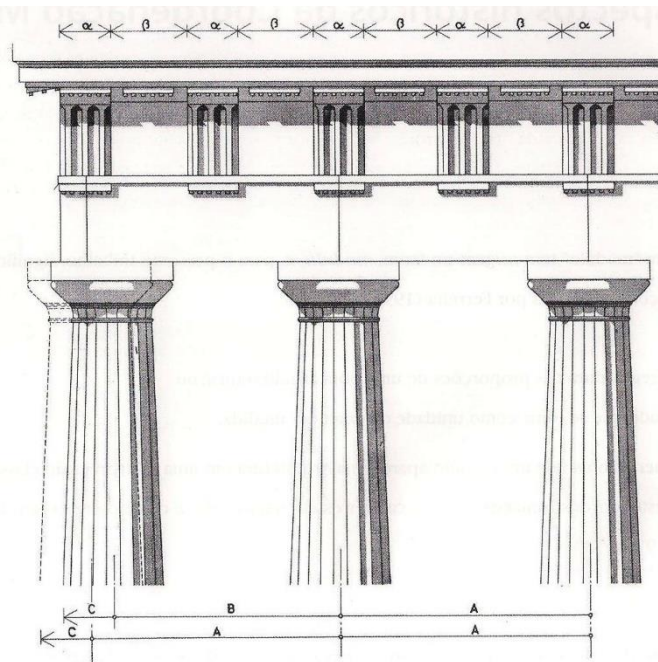
# PROJETO ( Modulações)

*“ É o princípio básico da industrialização. “*

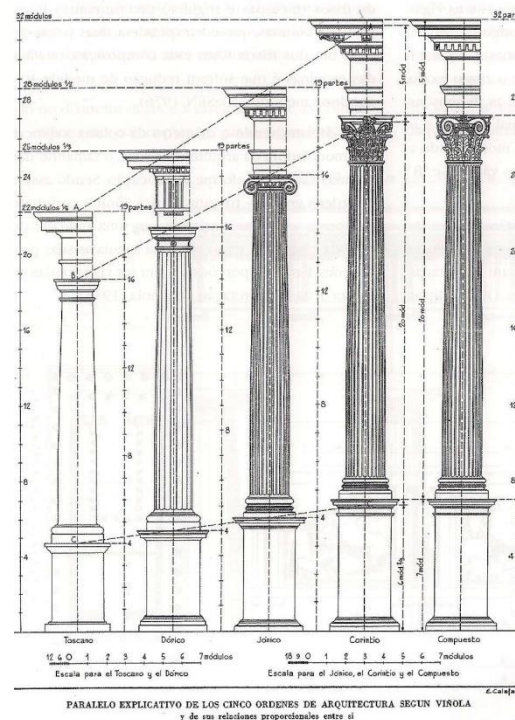
# PROJETO ( Modulações)

## COORDENAÇÃO MODULAR...

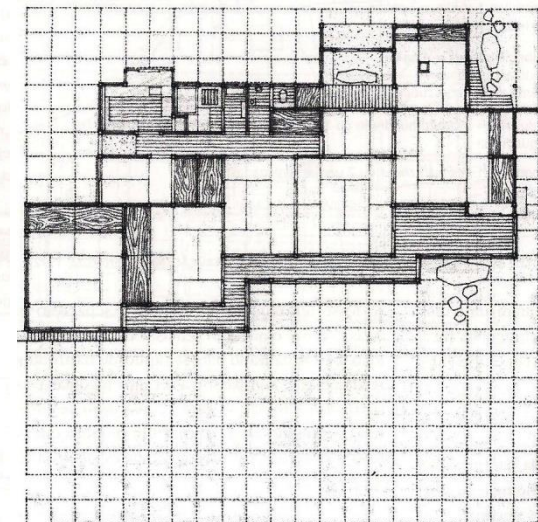
Já na Antiguidade...



Vãos Normais e de esquina  
Arquitetura Grega



As Ordens Gregas



Arquitetura Japonesa,  
Modulada a partir do TATAME

# 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.*

# PROJETO ( Modulações)

- MÓDULO : M
- M = 100 mm
- DIMENSÃO = n x M

DIMENSÃO =  
MEDIDA NOMINAL +  
AJUSTE DE COORDENAÇÃO.

# PROJETO ( Modulações)

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

AJUSTE DE COORDENAÇÃO  
QUALQUER.

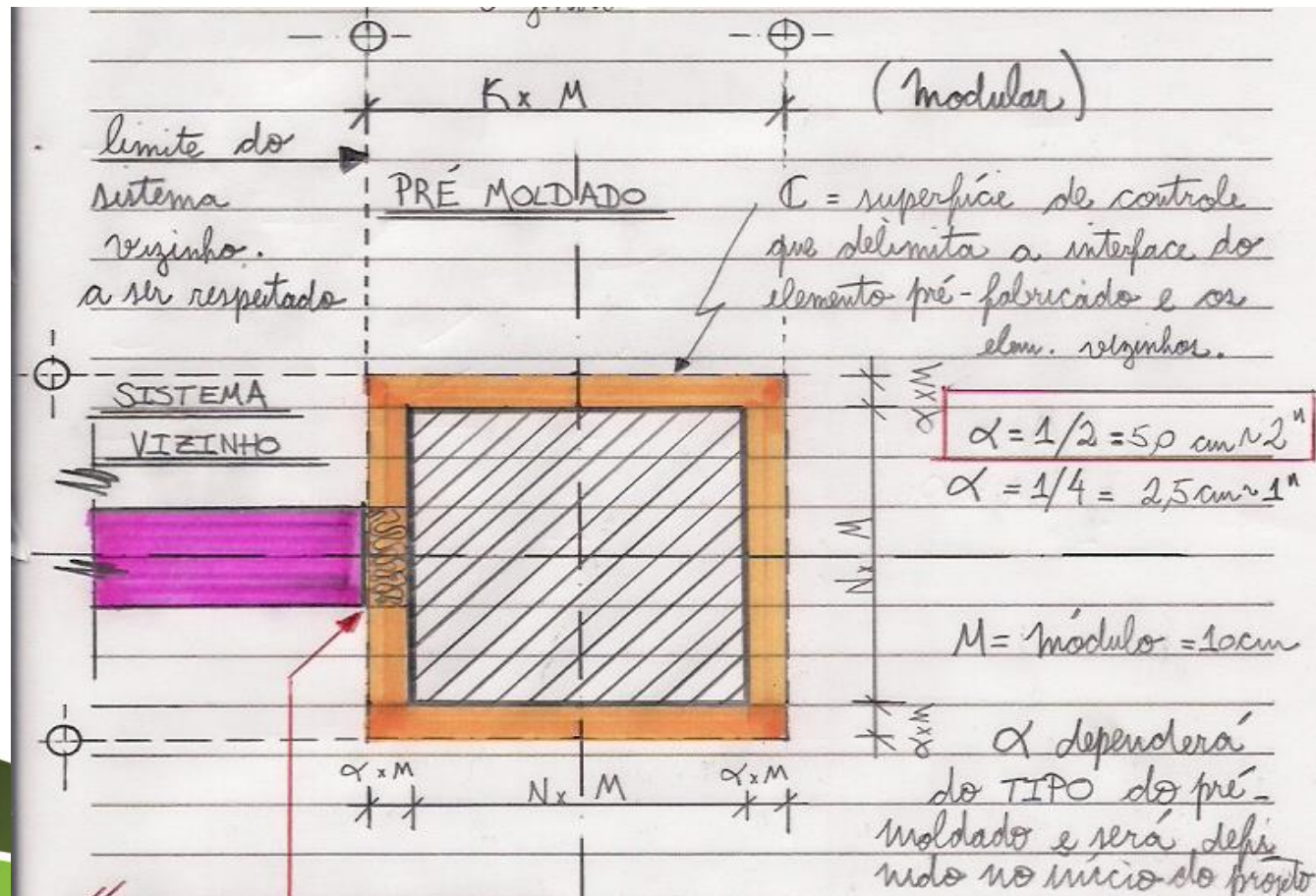
A SOMA PORÉM DEVERÁ  
RESULTAR MODULAR  
OU MULTI MODULAR !!

# 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).

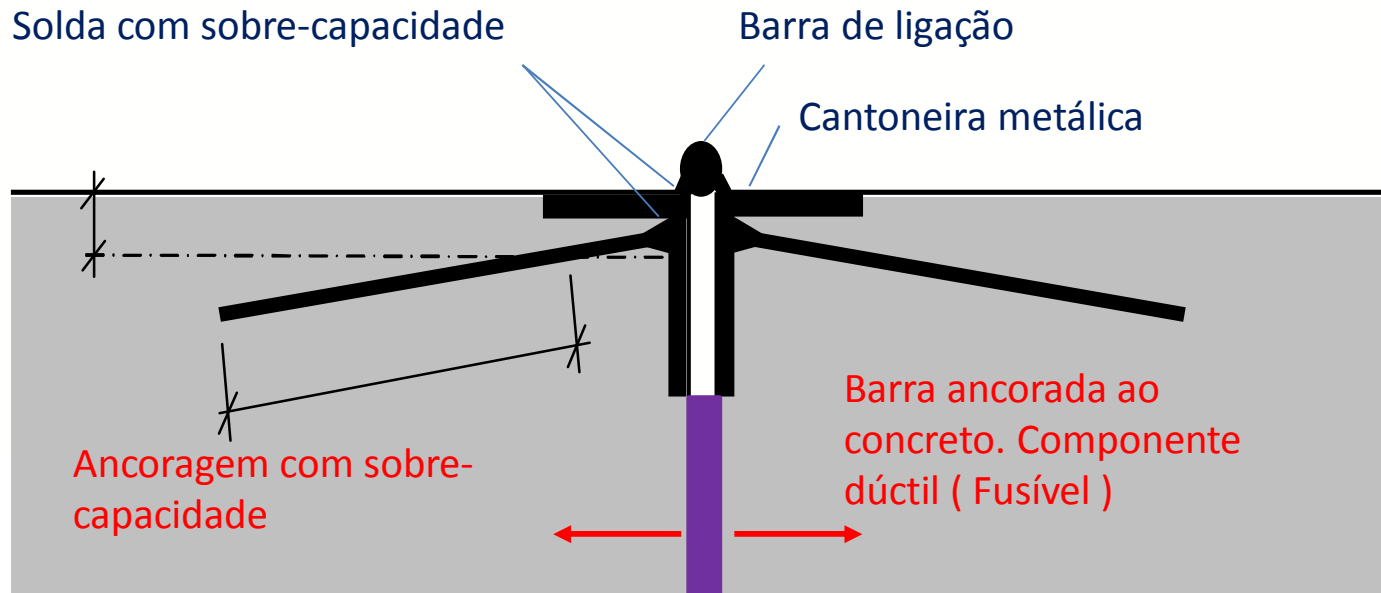
# LIGAÇÕES

**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.**

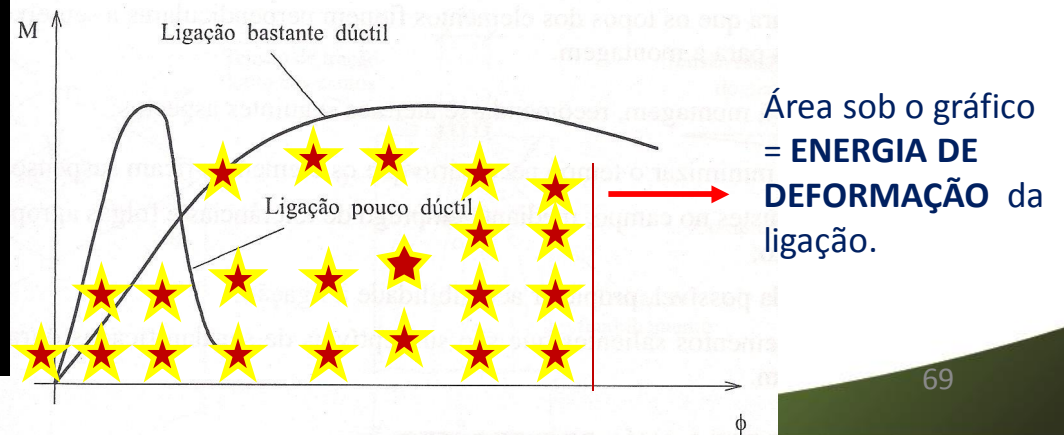
# LIGAÇÕES

- “ 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

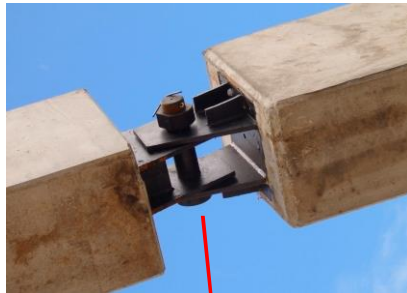


(fib, D. Ordonez)

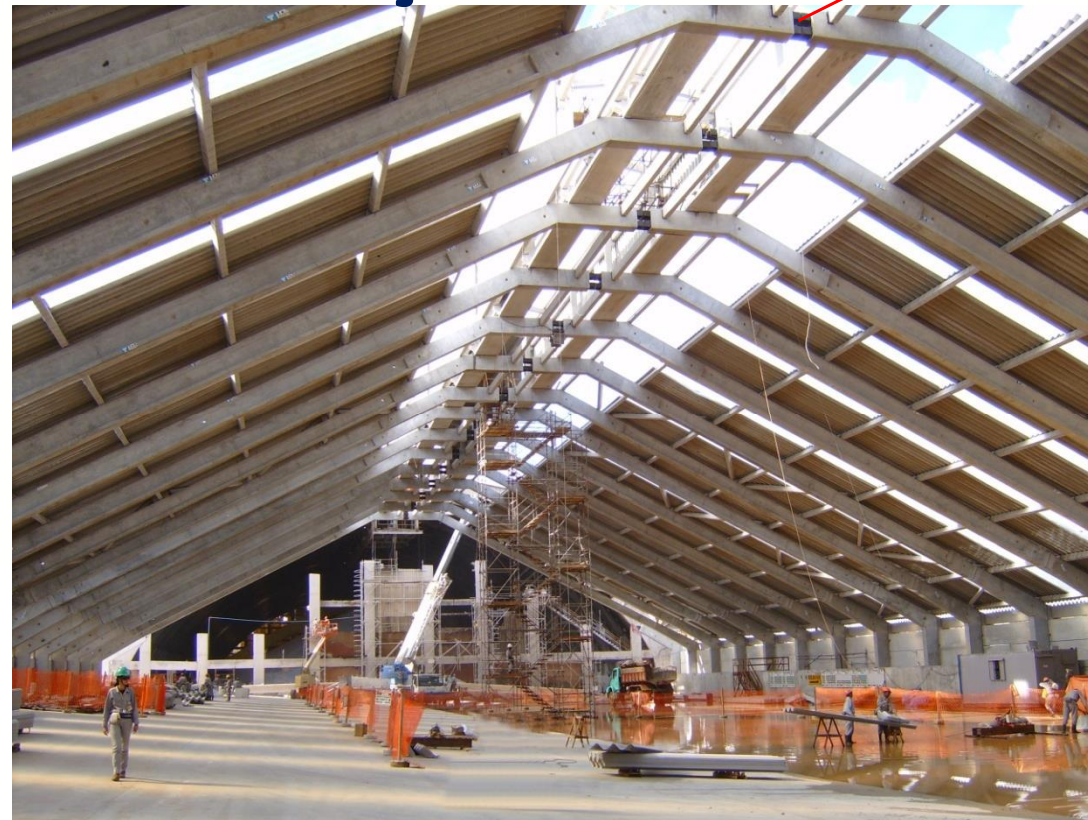


# LIGAÇÕES

FAFEN –  
Fertilizantes  
Aracaju-SE



(ARTICULADO-FIXO)

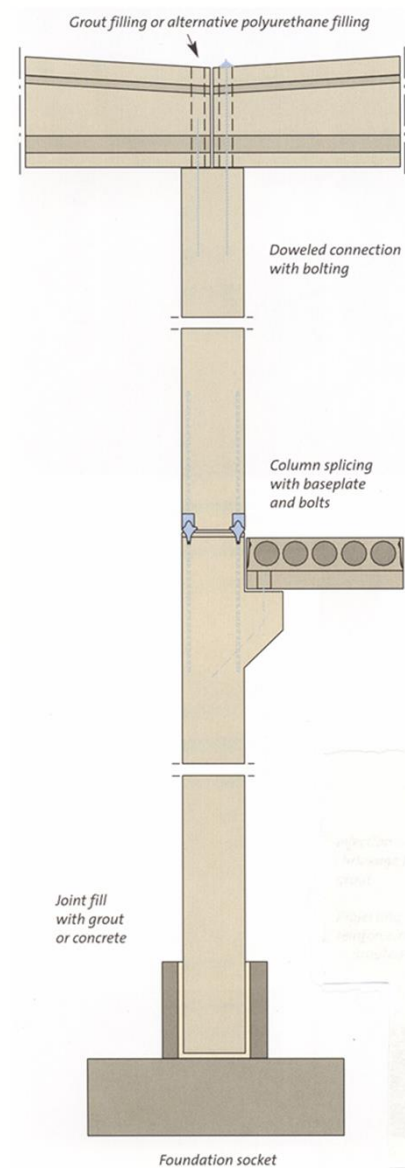
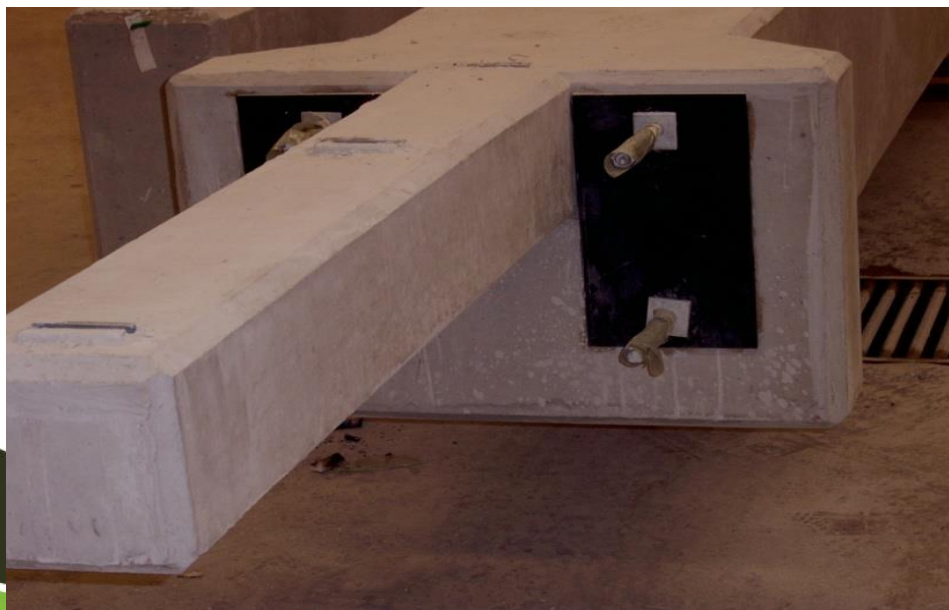


(ENGASTADO)



# LIGAÇÕES (Tipos)

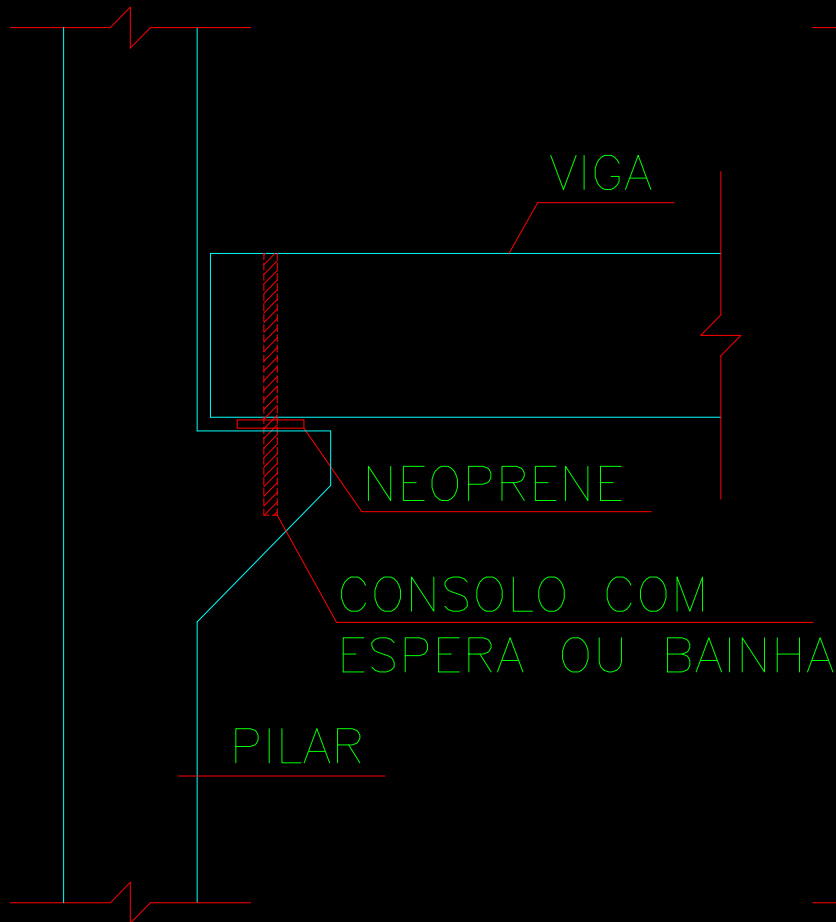
- ” Isostáticas
  - . Rotuladas
  - . Semi-rígidas
- ” Rígidas ou engastadas



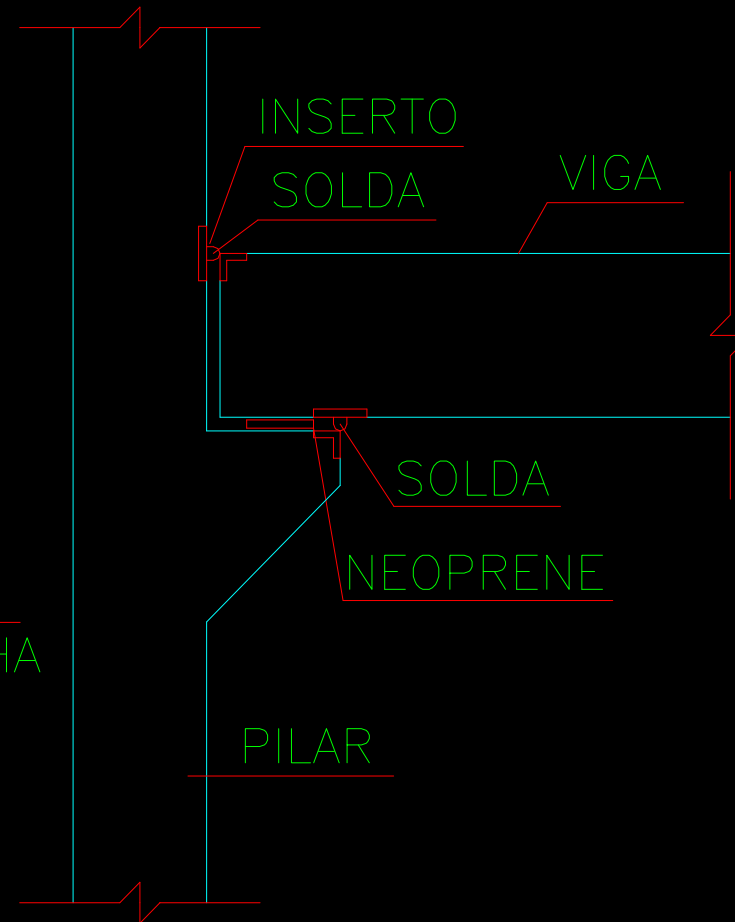
# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

## ISOSTÁTICA

ROTULADA

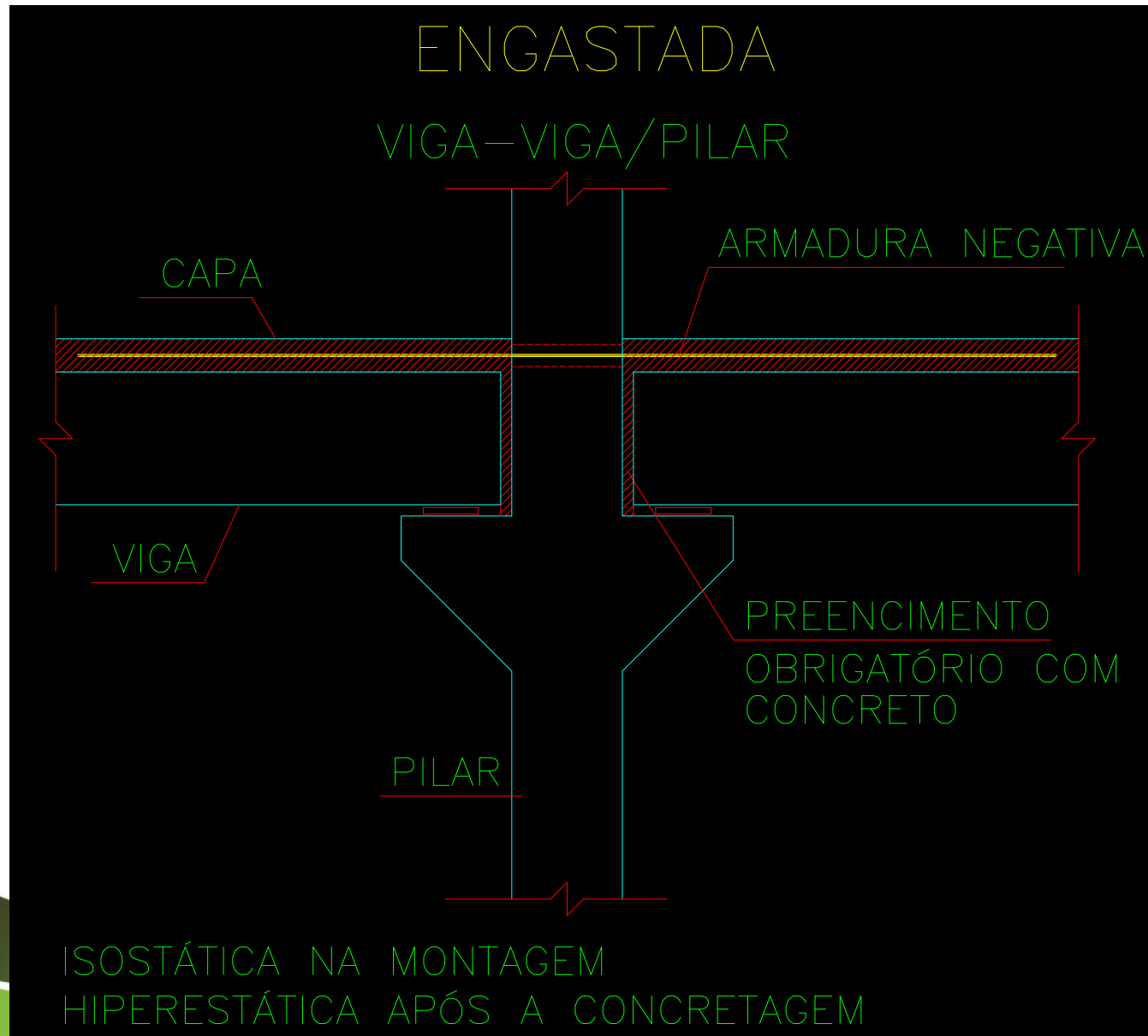


SEMI-RÍGIDA

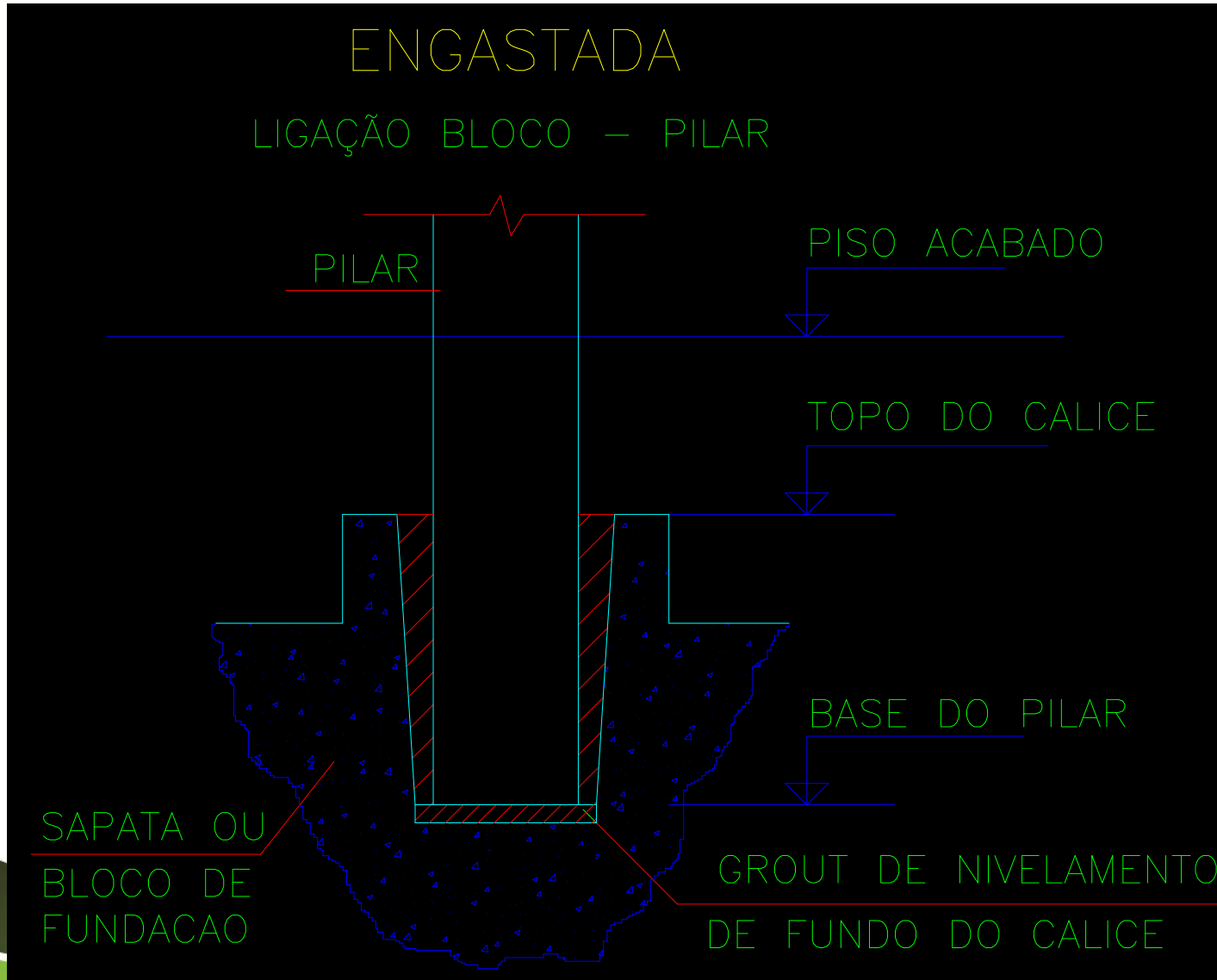




# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES



# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

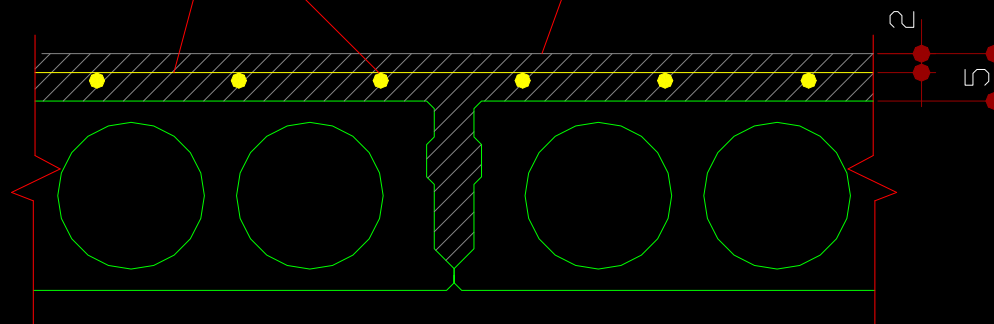


# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

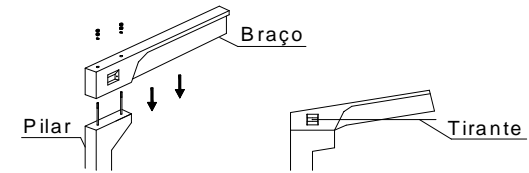
## SECÇÃO TÍPICA E POSICIONAMENTO DA ARMADURA

TELA CA60 Q-92

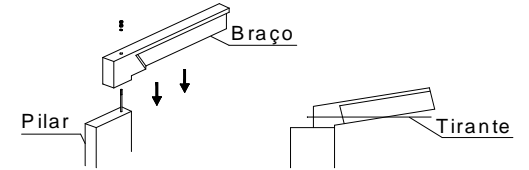
CAPEAMENTO – A.C.C.  
( $f_{cK} \geq 25\text{MPa}$ )



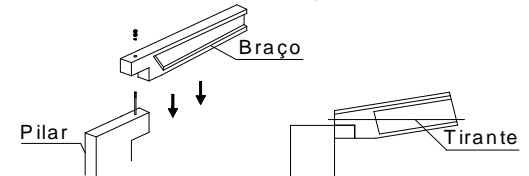
# EXEMPLOS DE LIGAÇÕES (Estruturas Leves)



Encaixe Chumbadores - Engaste



Encaixe Chumbadores - Apoio s/ Consolo



Encaixe Chumbadores - Apoio c/ Consolo



Ligação Painel  
Arquitetônico.

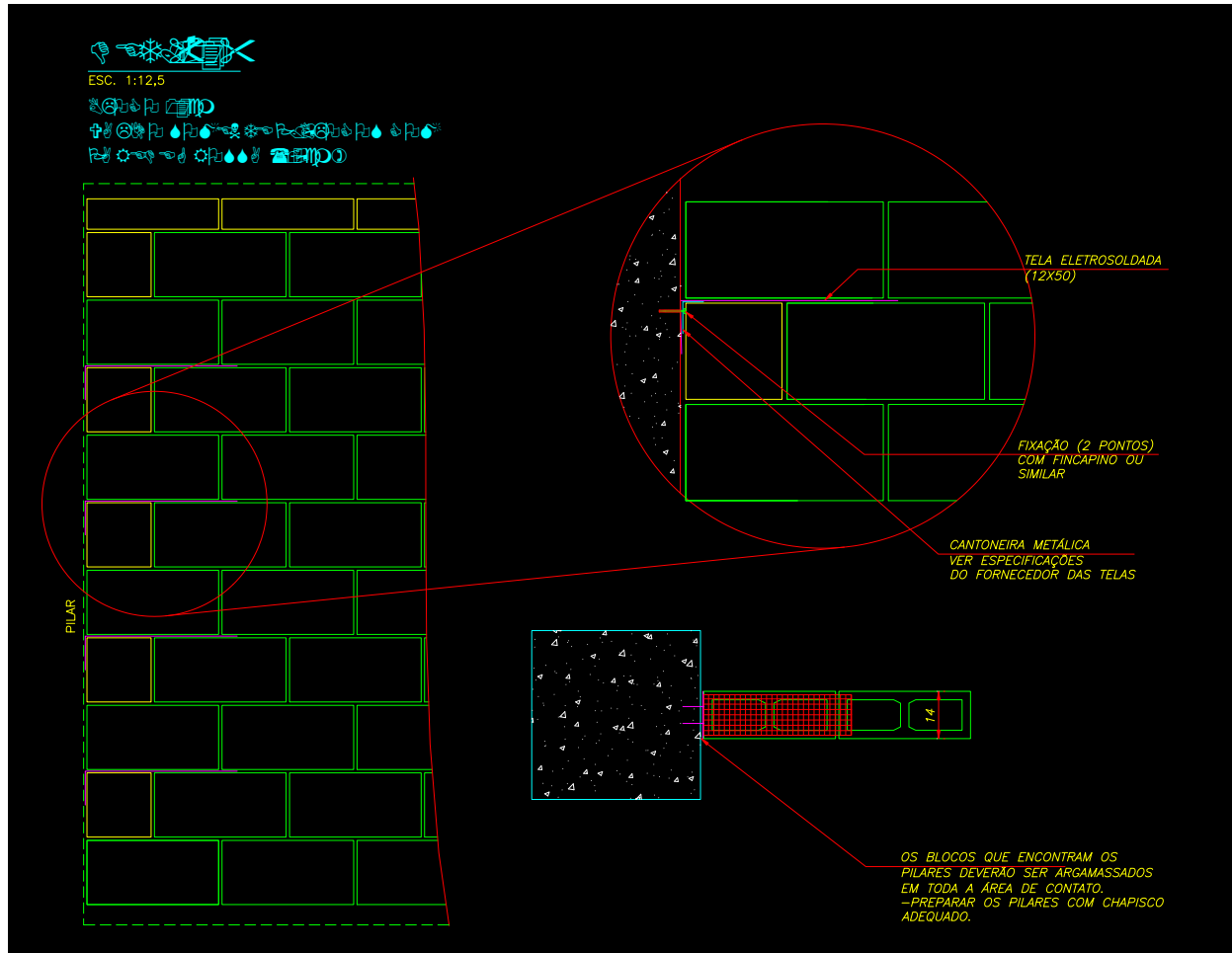
Chumbador  
Galpão Leve.

# 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.
- 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)



# INTERFACE COM INSTALAÇÕES (flexibilidade – aberturas)



# INTERFACE COM IMPERMEABILIZAÇÃO



▲ Rebaixo Impermeabilização ( Manta )



# INTERFACE COM OUTROS SISTEMAS

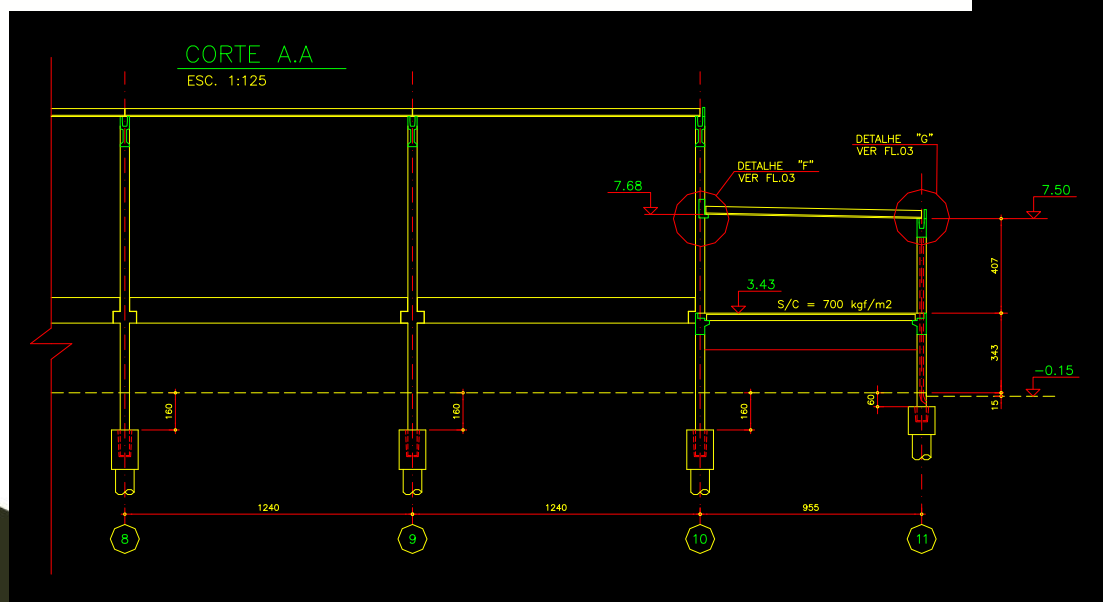
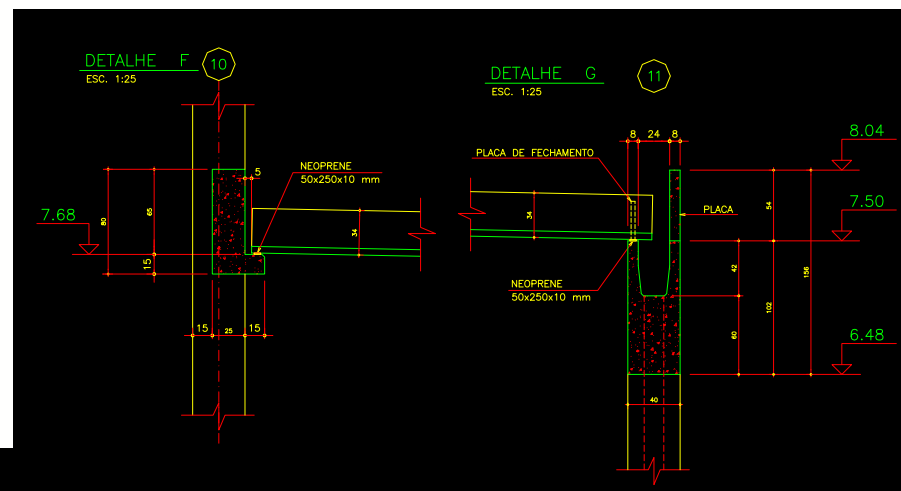


**Piso Protendido (Cordoalha engraxada)**

**Alvenaria de Blocos**

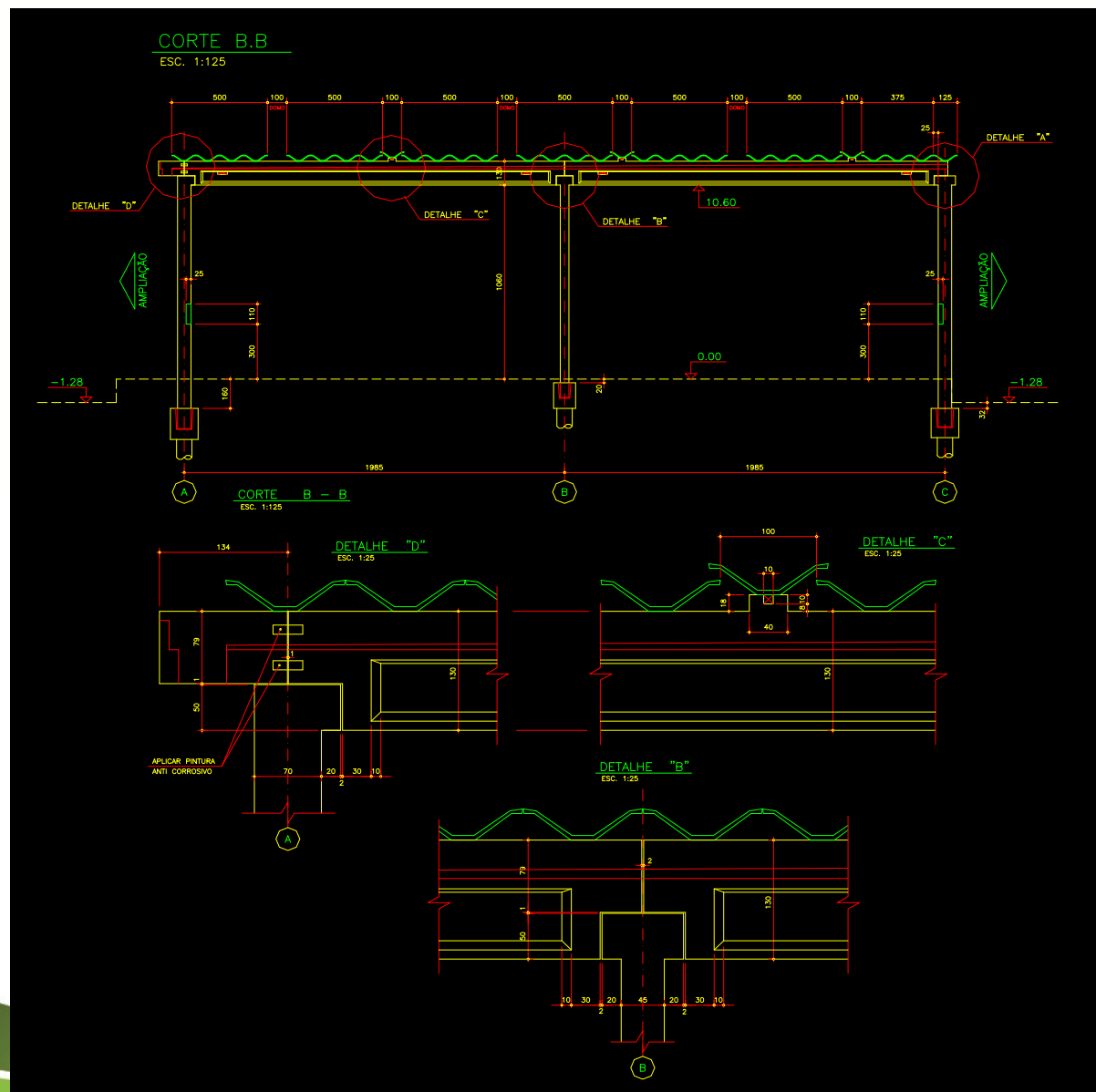
# PROJETO ESTRUTURAL

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

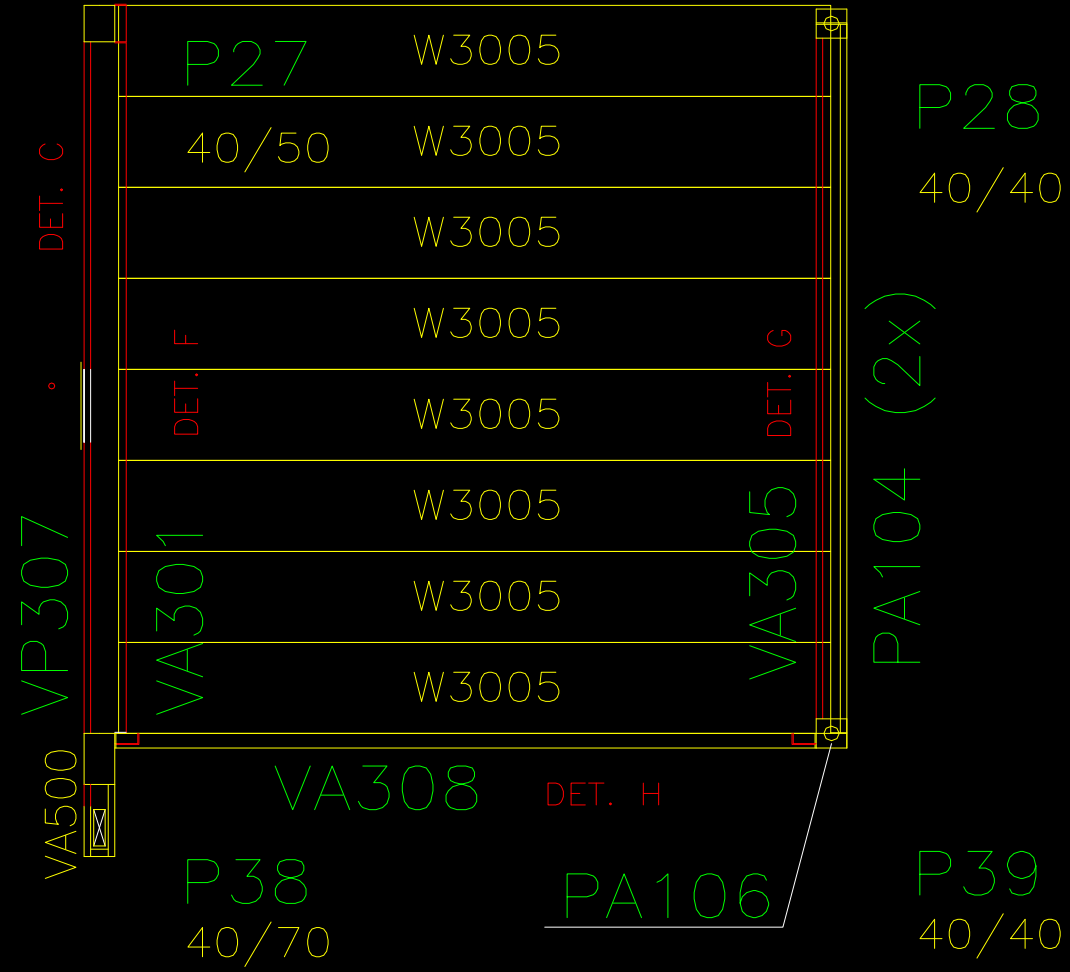


Projeto de Montagem /  
Apresentação

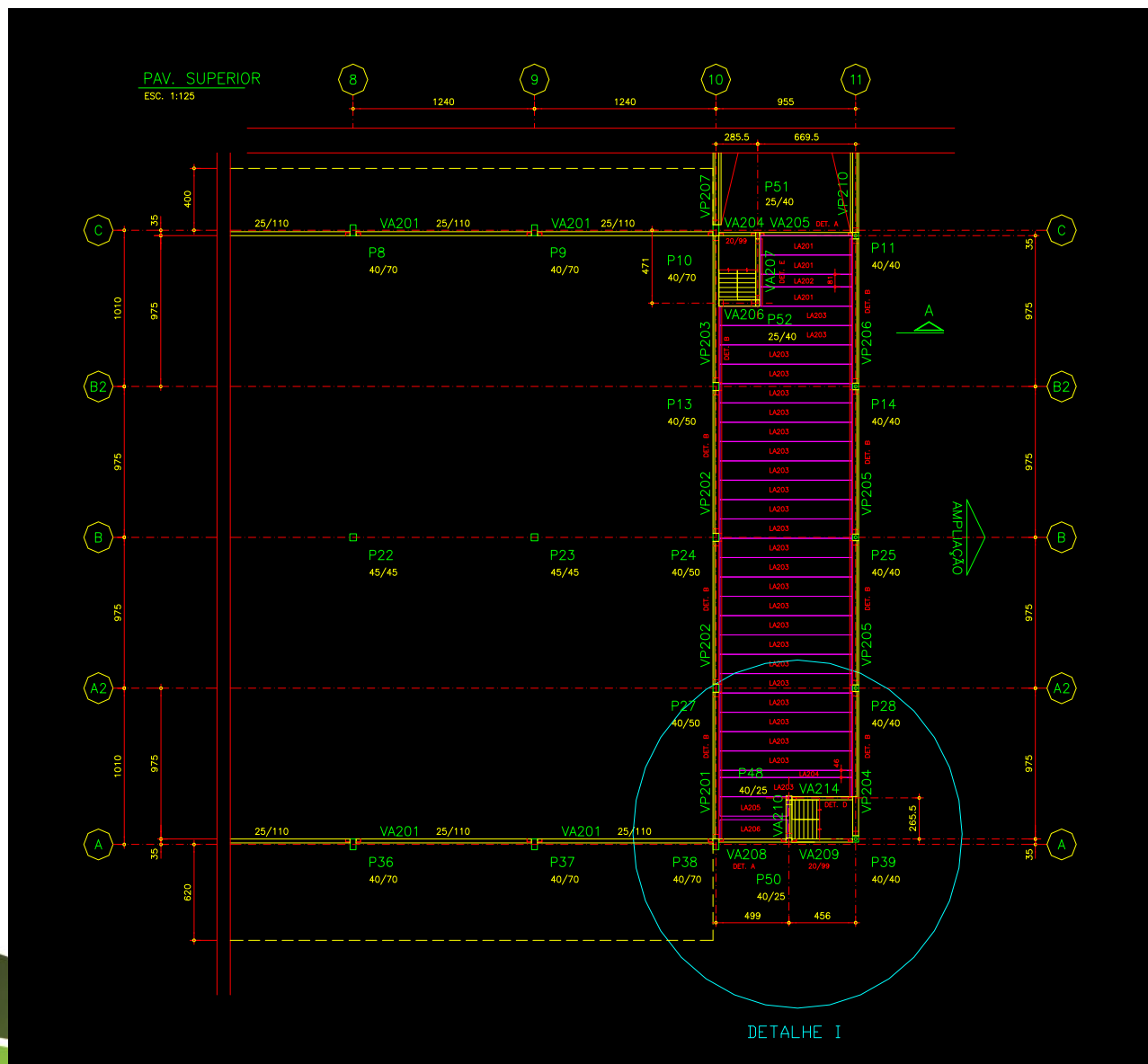
# PROJETO ESTRUTURAL



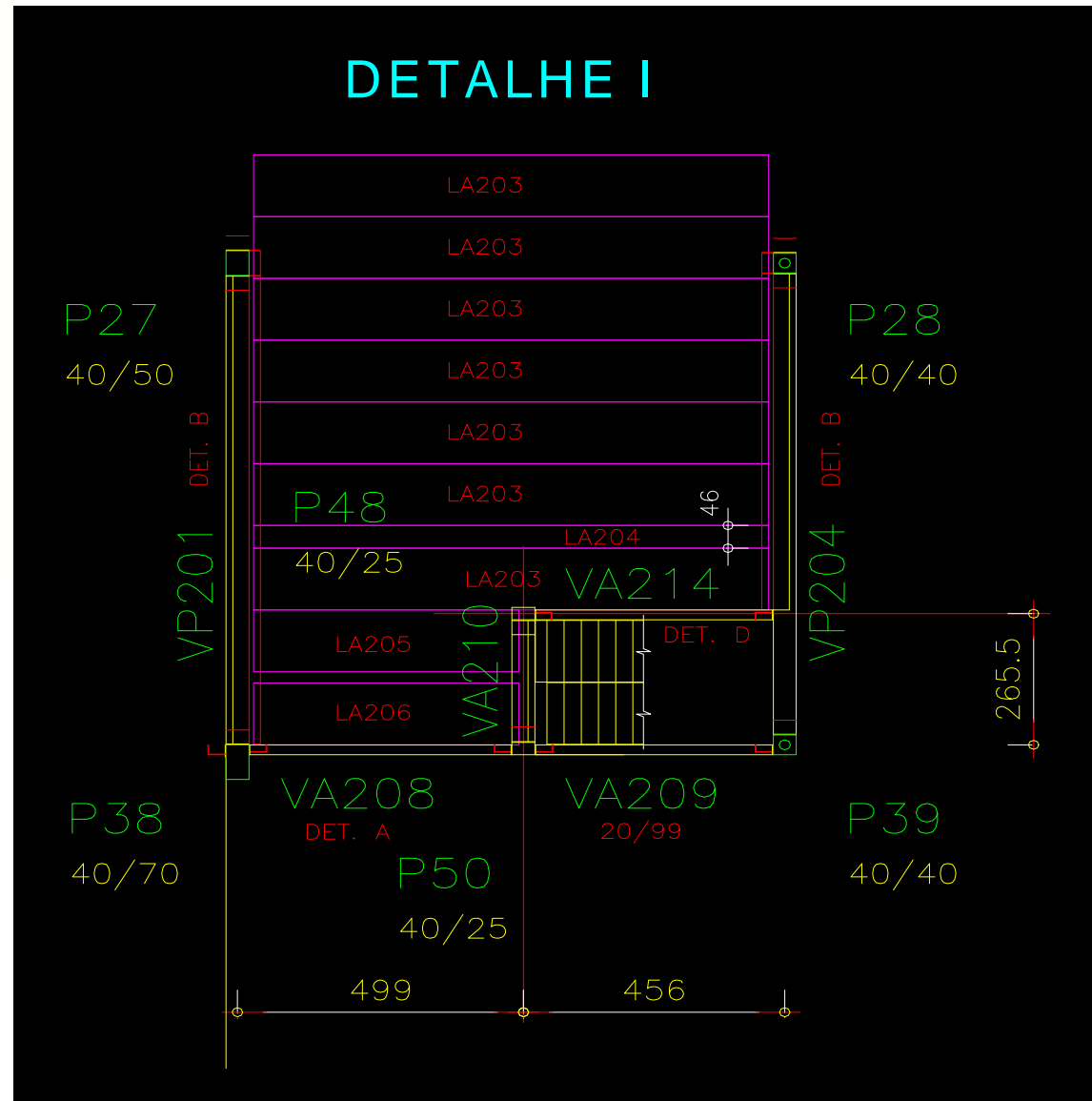
# DETALHE I



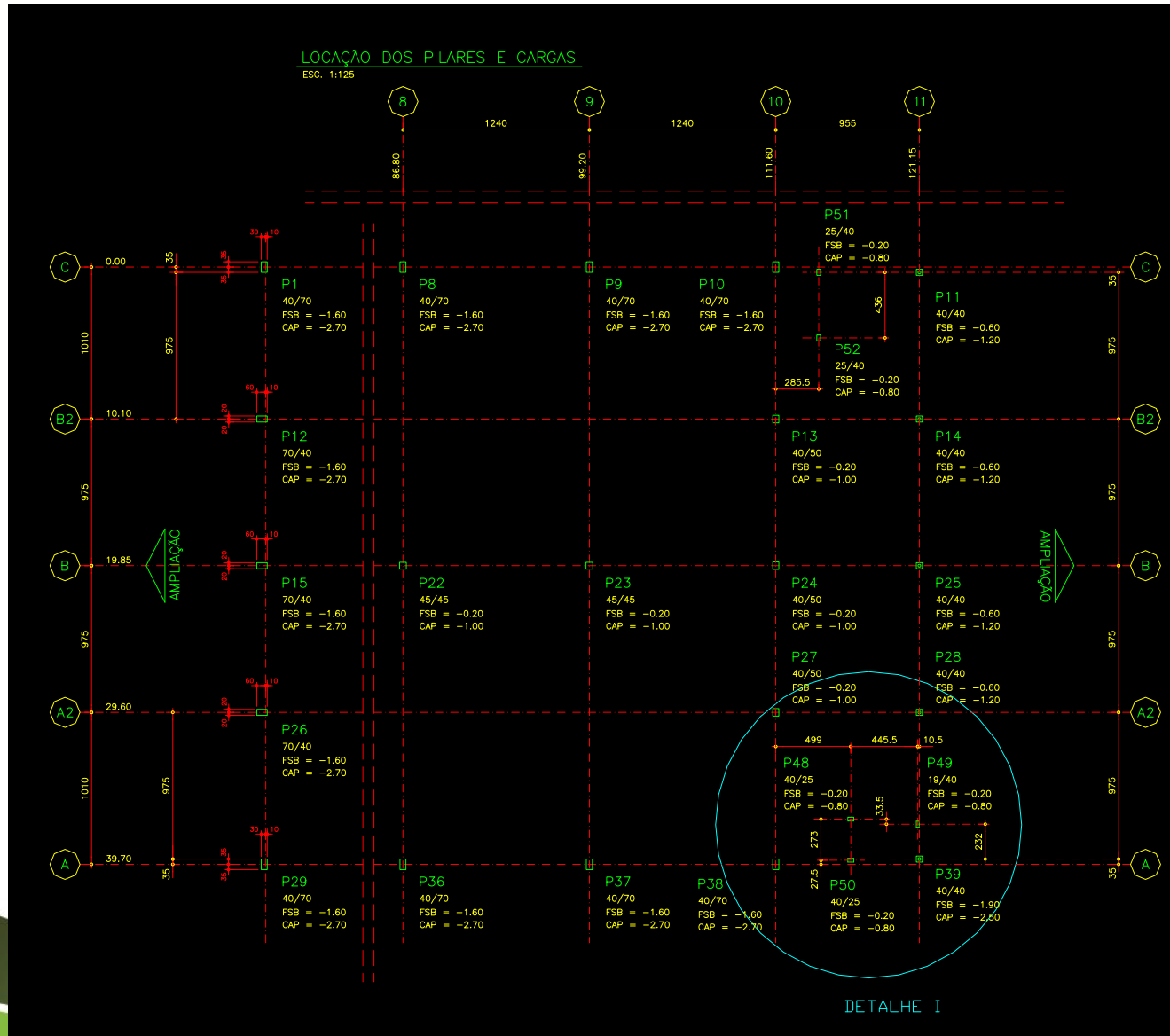
# PROJETO ESTRUTURAL



# DETALHE I

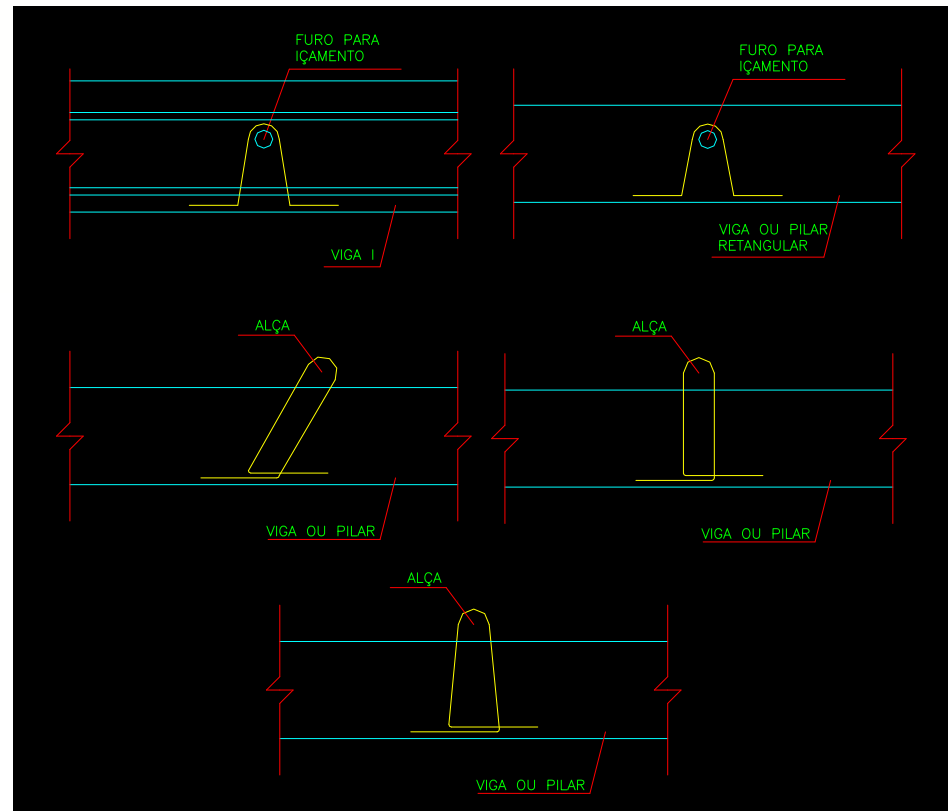


# PROJETO ESTRUTURAL



# PROJETO ESTRUTURAL

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





# PROJETO ESTRUTURAL

- “ Armadura especificando as dobras, com resumo de aço individual por peça;
- “ fck do concreto, fcj 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).

# SISTEMAS DE IÇAMENTO



**Especificações em projeto.**

**Catálogos Fornecedores. (tabelas)**

# SISTEMAS DE IÇAMENTO

Alça produzida com cordoalha CP-190+ tubo.



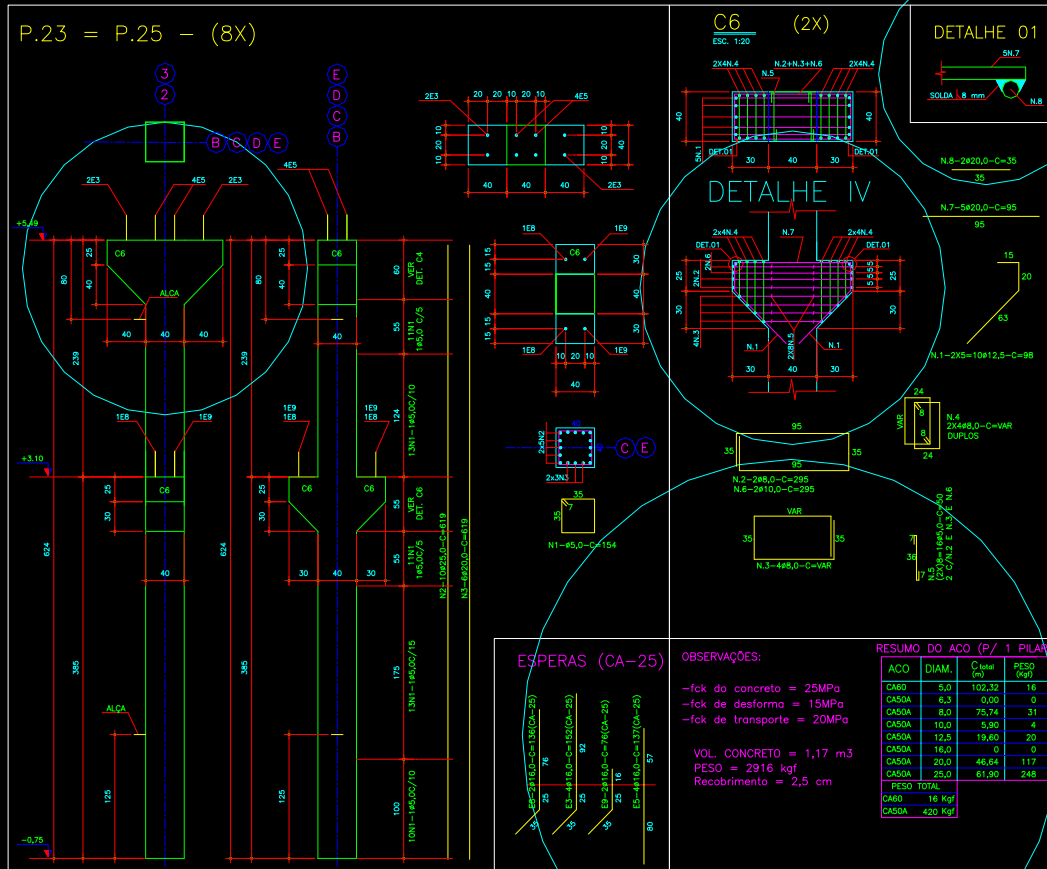
Alça produzida com Cabo de aço ( alma flexível) + armaduras.



08.24.2004

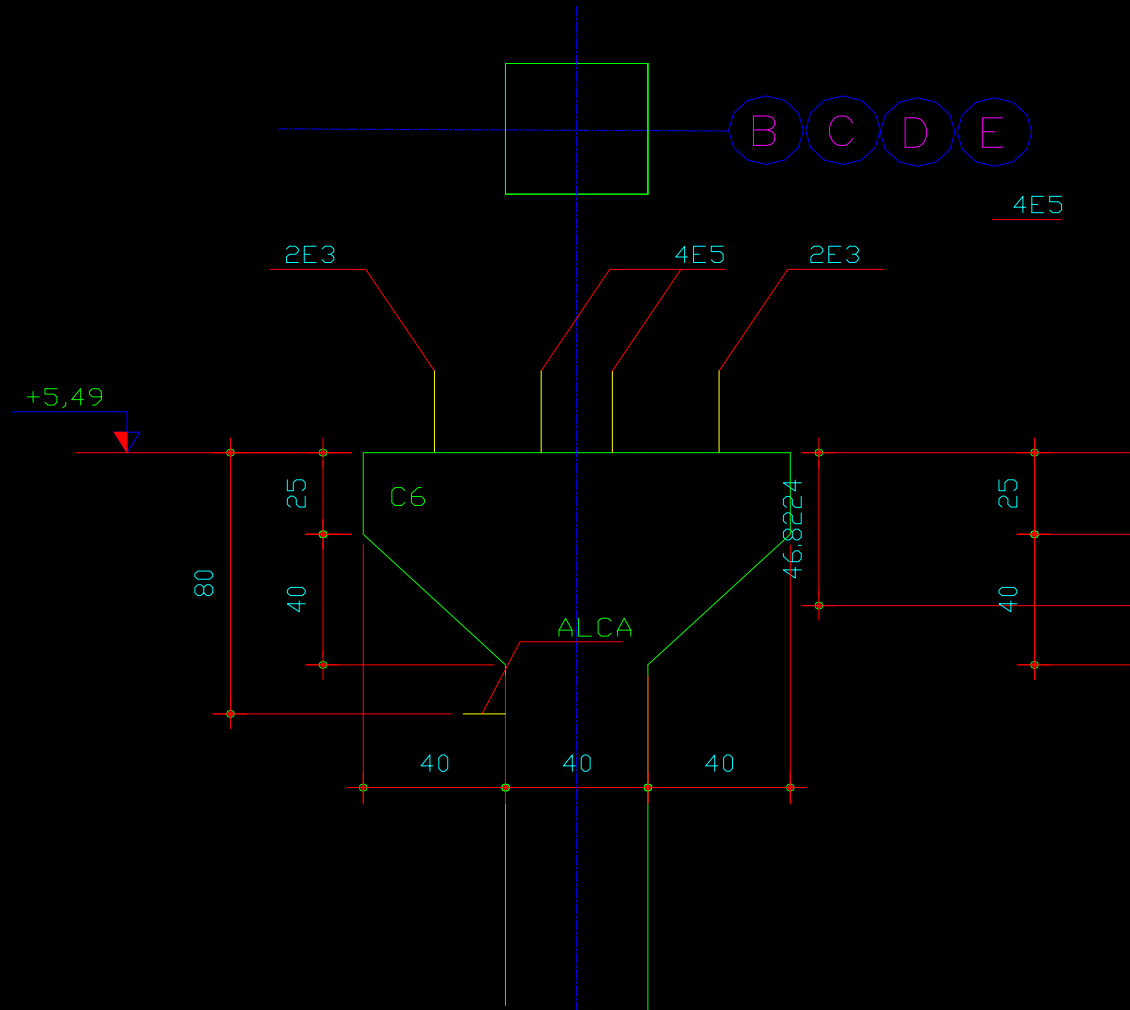
# PROJETO PRODUÇÃO

DETALHE I



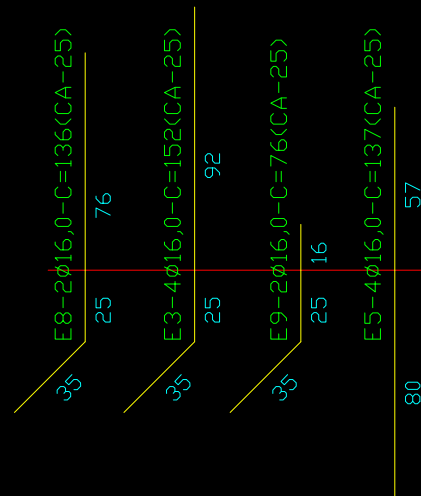
DETALHE II

# DETALHE I



## DETALHE II

### ESPERAS (CA-25)



### OBSERVAÇÕES:

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

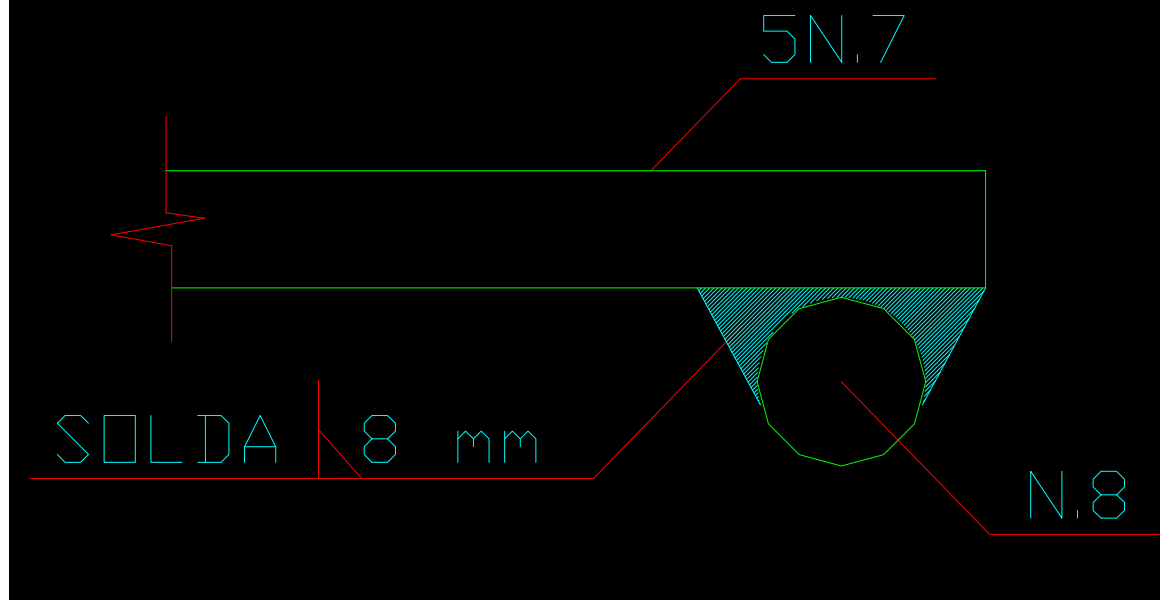
VOL. CONCRETO = 1,17 m<sup>3</sup>  
 PESO = 2916 kgf  
 Recobrimento = 2,5 cm

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

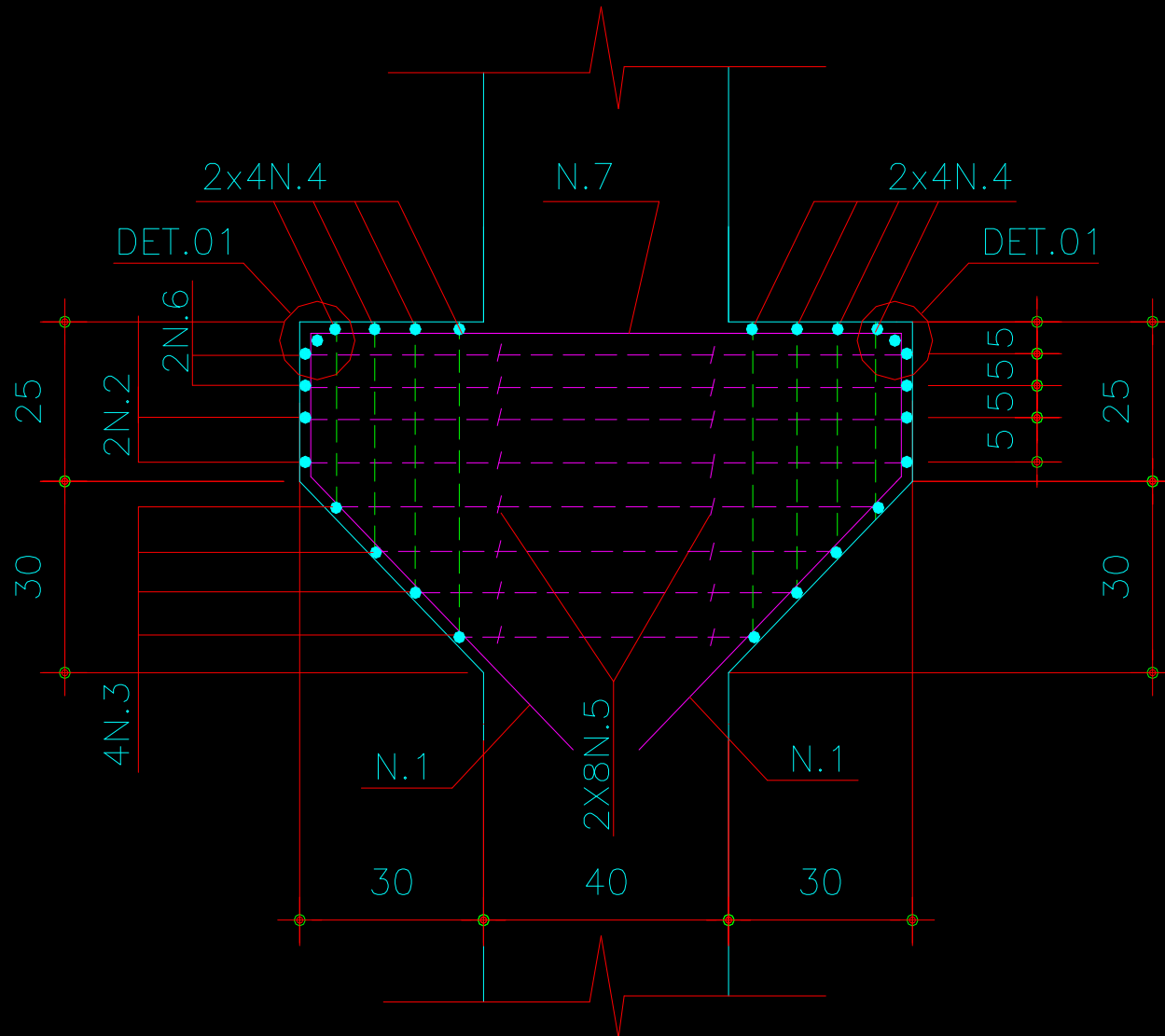
ACO	DIAM.	C <sub>total</sub> (m)	PESO (Kgf)
CA60	5,0	102,32	16
CA50A	6,3	0,00	0
CA50A	8,0	75,74	31
CA50A	10,0	5,90	4
CA50A	12,5	19,60	20
CA50A	16,0	0	0
CA50A	20,0	46,64	117
CA50A	25,0	61,90	248
PESO TOTAL			
CA60	16 Kgf		
CA50A	420 Kgf		

# DETALHE III

## DETALHE 01



# DETALHE IV



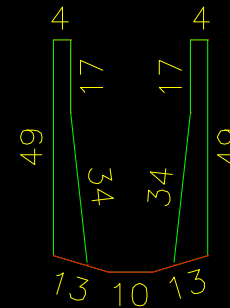
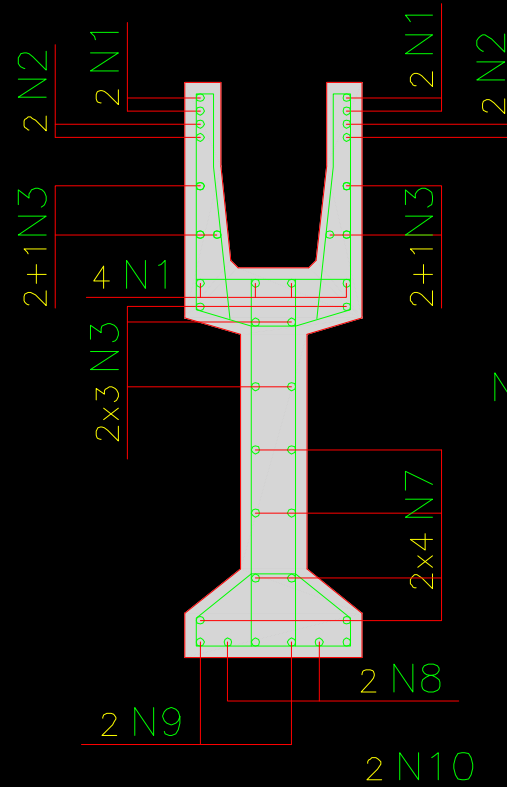




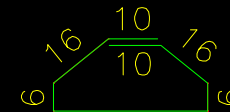
# DETALHE II

CORTE D - D

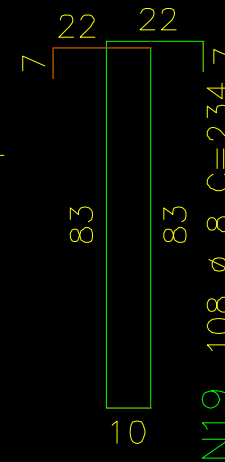
ESC. 1:25



N24 107 ø 6.0 C=244



N25 107 ø 8 C=99



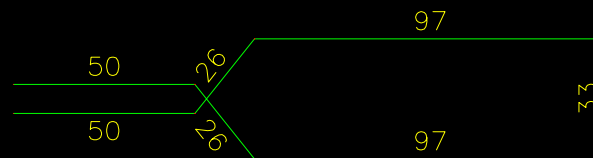
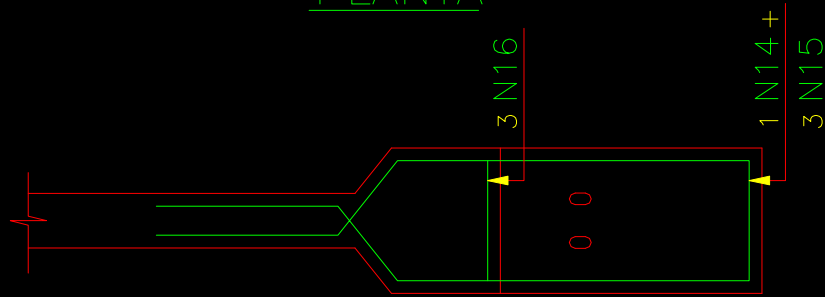
N19 108 ø 8 C=234

# DETALHE III

## DETALHE "B"

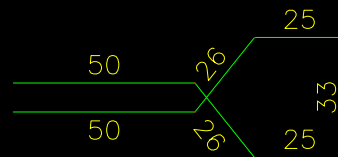
ESC. 1:25

### PLANTA



N14 1  $\phi$  16 C=379  
N15 3  $\phi$  10 C=379

( EM PLANTA )



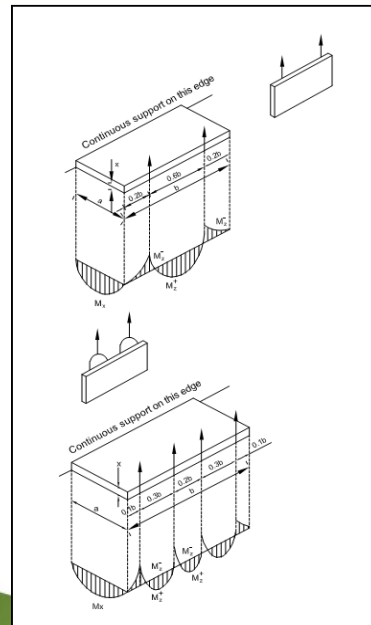
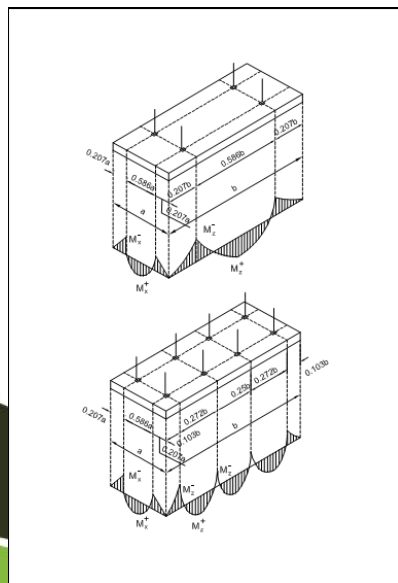
N16 3  $\phi$  8 C=235

( EM PLANTA )

# PROJETO ESTRUTURAL (Considerações Específicas)

## Solicitações Transitórias:

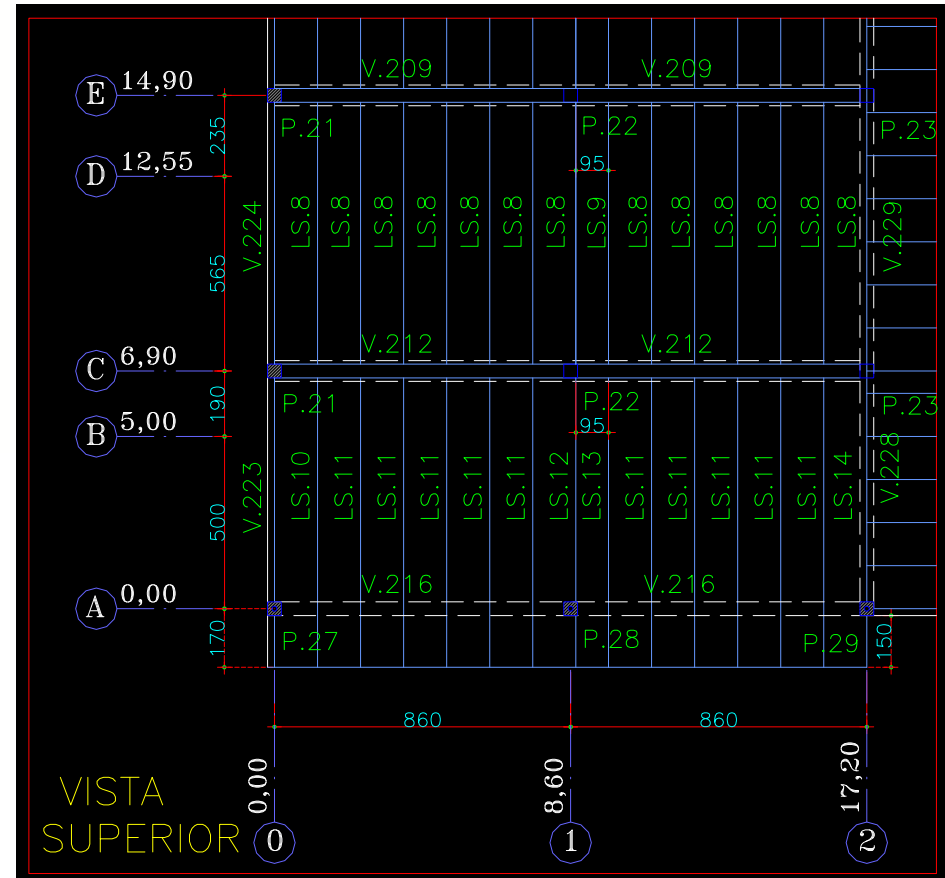
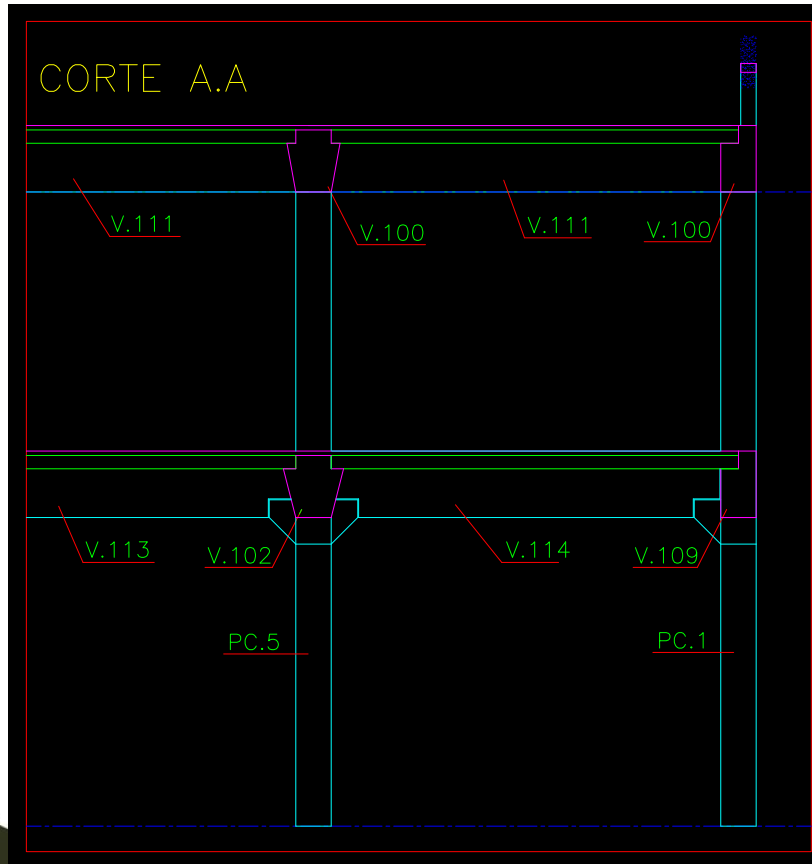
- “ Desforma; \*\* Sucção da fôrma ! \*\*
- “ Movimentação; (impacto)
- “ Armazenamento;
- “ Transporte;
- “ Montagem.



# PROJETO MONTAGEM

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

# PROJETO MONTAGEM



## 2º Módulo de Perguntas.

# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico )

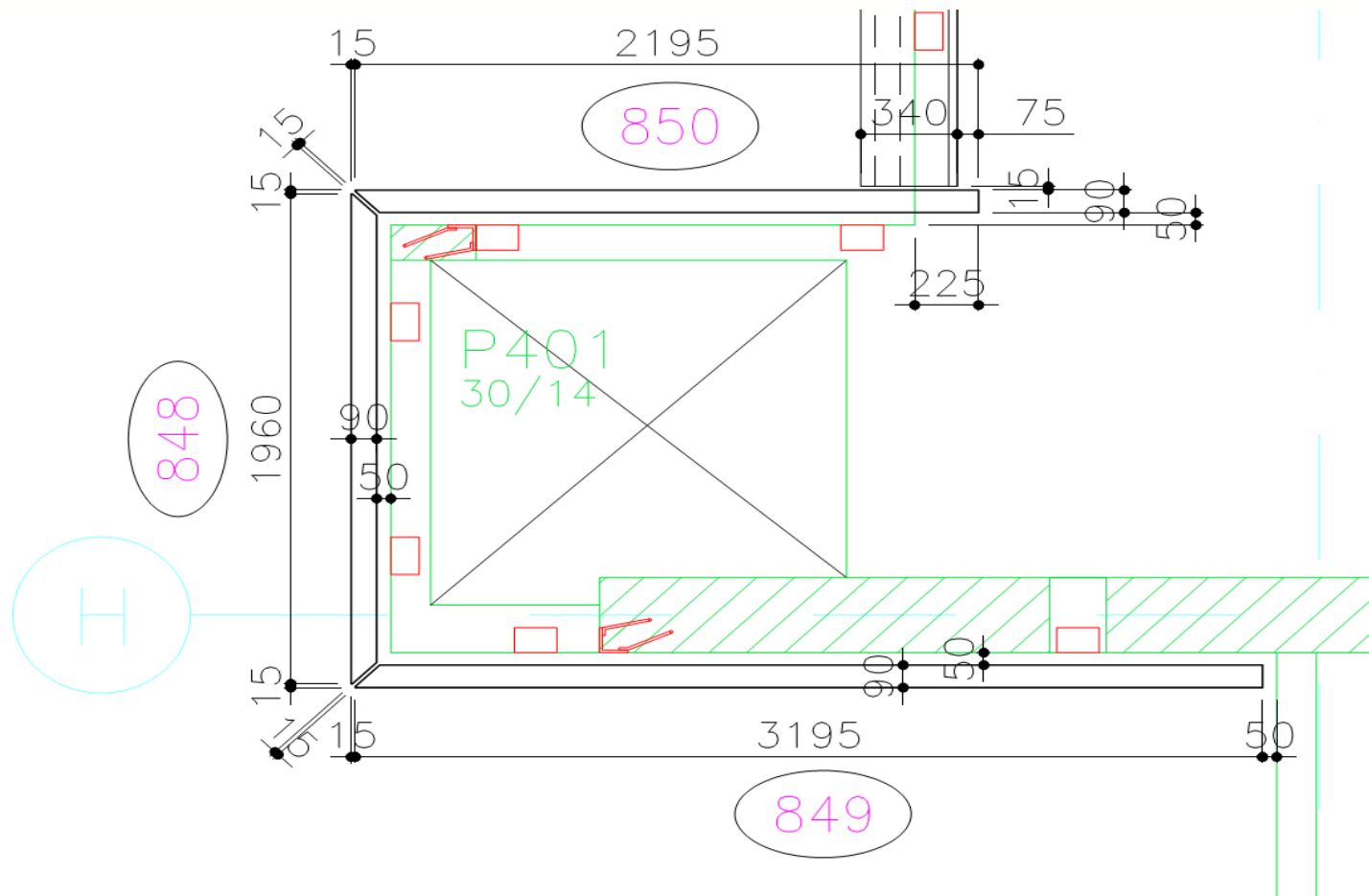
- “ O Painel arquitetônico pode ser visto de forma análoga a uma pele de vidro.
- “ Tipicamente, considerar um afastamento de 15 cm entre a face do painel e a face da estrutura. (9-10 cm para o painel 5 cm de folga construtiva). Entre painéis, considerar 1,5 cm.
- “ Em geral, as juntas entre painéis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



# 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)



Detalhe em planta.

# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

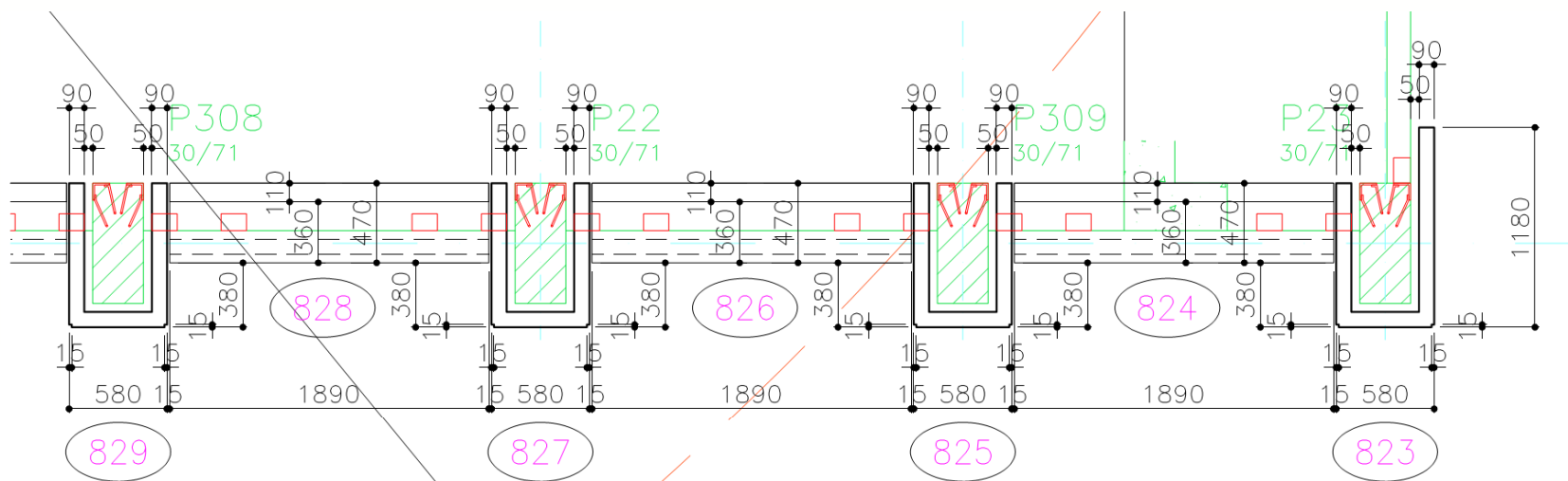
## “CASE” EXEMPLO :

- “ Edifício COMERCIAL em SÃO PAULO; Projeto escritório **Aflalo & Gasperini**
- “ Peças típicas - Capas de Coluna (Column Covers) e balcões.
- “ Concreto com cimento branco e pigmento amarelo.
- “ Acabamento “ Jato Médio “.

( STAMP Pré fabricados)

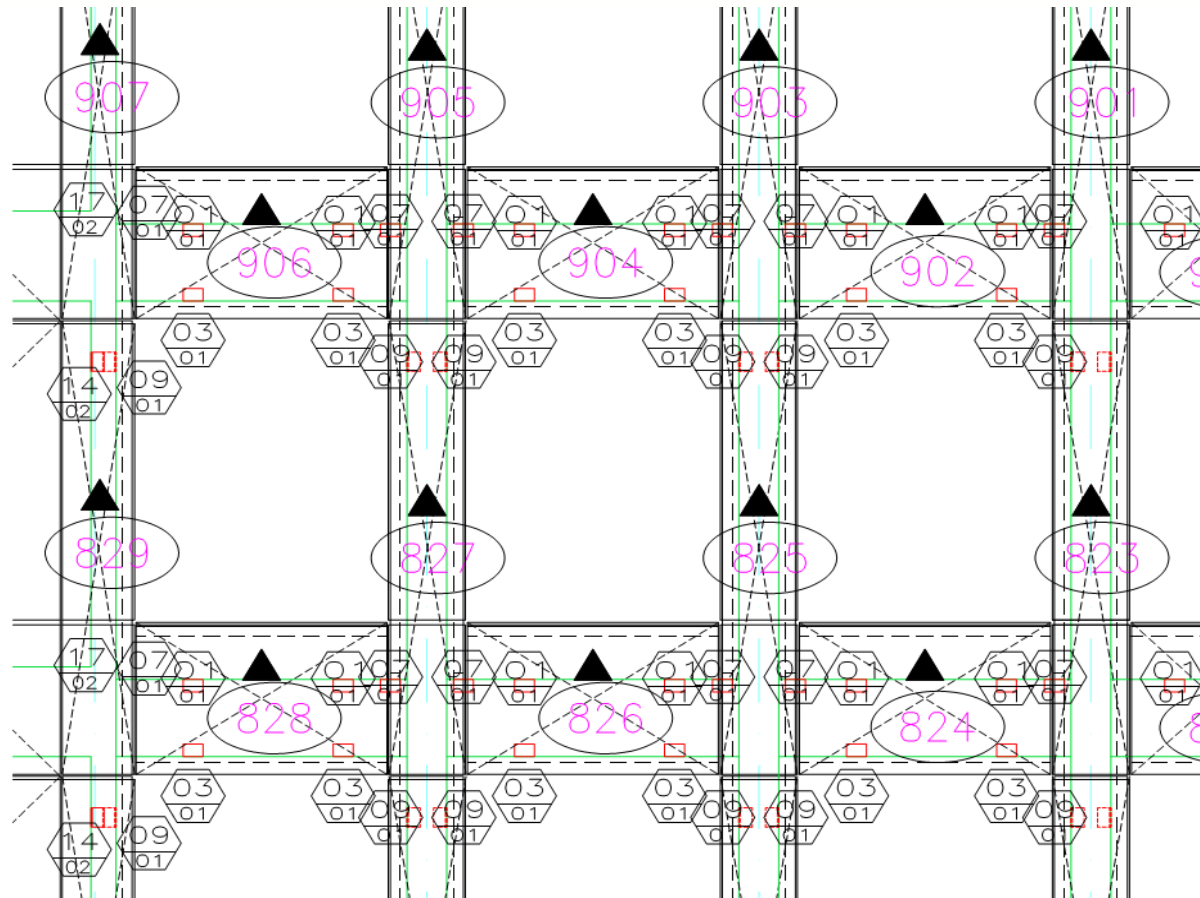


# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)



Detalhe em planta ( Ampliado).

# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico )



Detalhe em elevação.



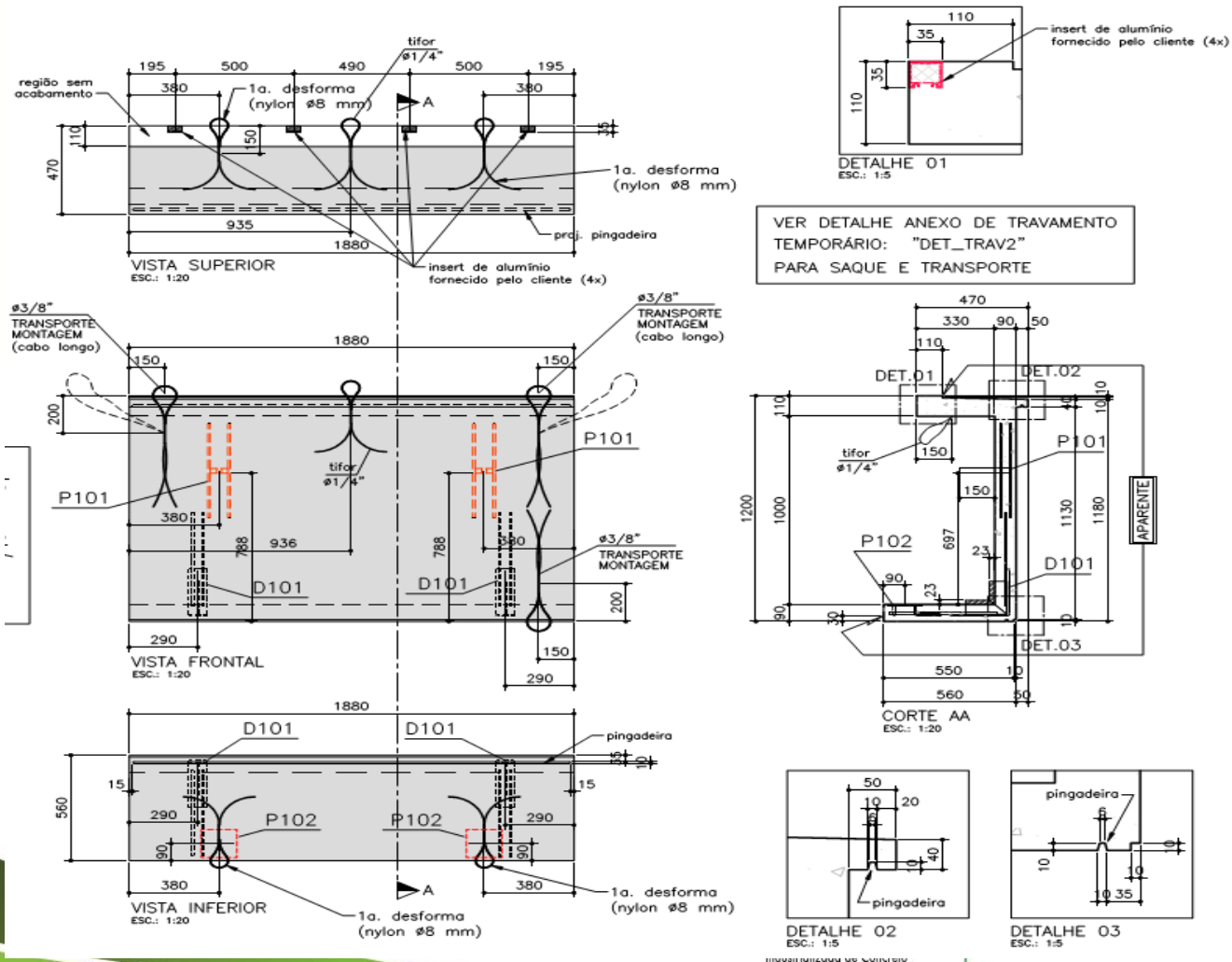
# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico )

- “ 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)



Desenho de fôrmas de uma peça.

# DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

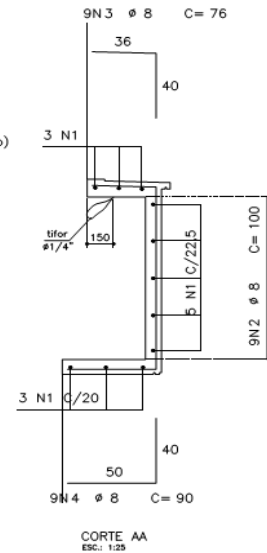
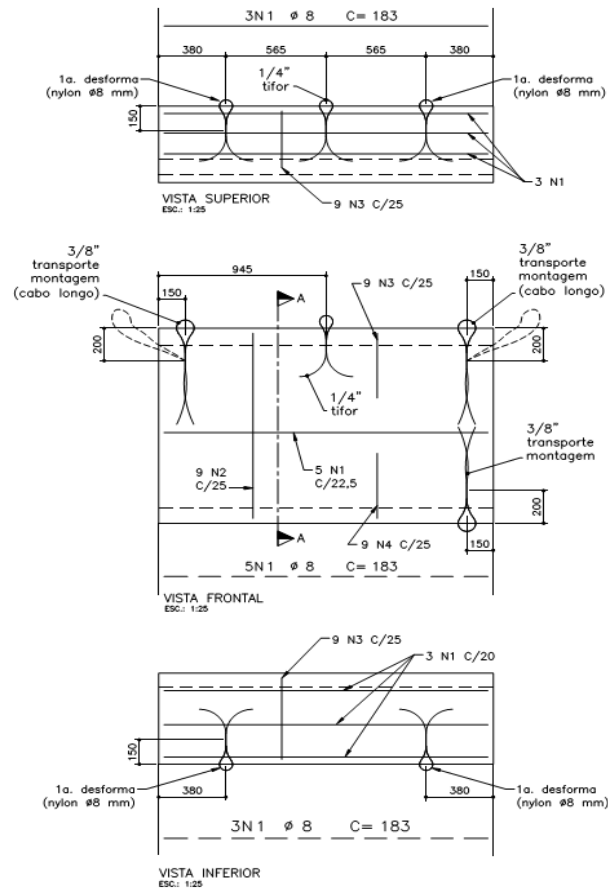


TABELA DE FERROS				
N	QUANT.	BITOLA	C.UNIT	C.TOTAL
1	11	8	183	2013
2	9	8	100	900
3	9	8	76	684
4	9	8	90	810
RESUMO DE AÇO CA-50A				
BITOLA	C. TOTAL (m)	kg/m	PESO (kg)	
8	44,07	0,40	17,6	
10		0,63		
12,5		1,00		
PESO TOTAL (kg)			17,6	

# 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

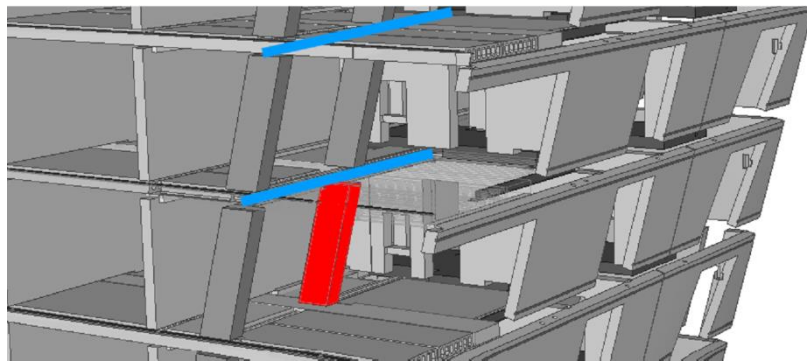


***“ FOLGA É A PONDERAÇÃO DE TODAS AS TOLERÂNCIAS ASSOCIADAS AO PROCESSO “***

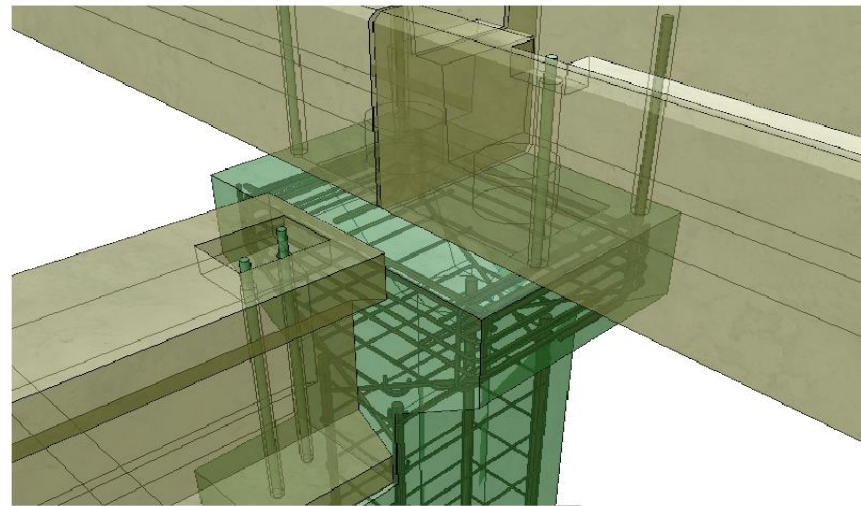
# BIM ( BUILDING INFORMATION MODELING )

*“ To BIM or not to BIM ? “*

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



*( “ BELLA SKY “- revista “Industrializar em  
Concreto-”ABCIC)*



# 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.*

*A comunicação passa a ser BIDIRECIONAL entre disciplinas via IFC ( Industry Foundation Classes)*

*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 A 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.*

***Praticamente 20% das Indústrias filiadas ABCIC implantaram o BIM em suas Plantas e quase 30% pretende implantar nos próximos 2 anos.***

# 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)

” PLANNIX [www.plannix.com.br](http://www.plannix.com.br)

” TQS [www.tqs.com.br](http://www.tqs.com.br)

” NEMETSCHEK [www.nemetschek.com/en/home.html](http://www.nemetschek.com/en/home.html)

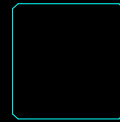
(Integração)



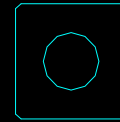
# PEÇAS (Pilares)

- ” 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).
- ”  $h_{m\acute{a}x} = 30m$  ( considerar transporte)

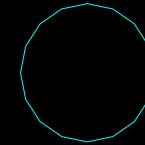
# PILARES (Seções Típicas)



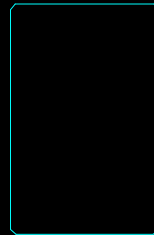
QUADRADA



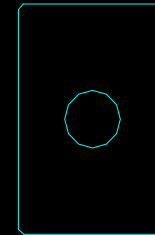
QUADRADA  
VAZADA



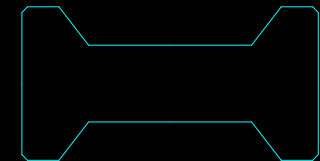
CIRCULAR



RETANGULAR



RETANGULAR  
VAZADA



PILAR I



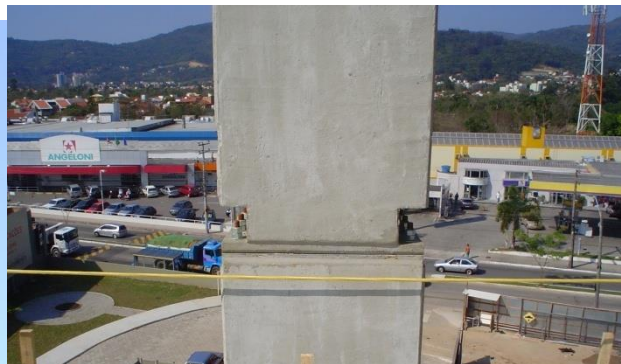
Ranuras para melhor aderência com o cálice

# CONSOLES (aplicações)



# EMENDA DE PILARES

” Execução através de chapa de contato.

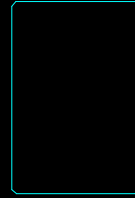


# PEÇAS (Vigas)

- “ 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.



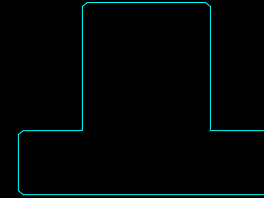
# VIGAS (seções típicas)



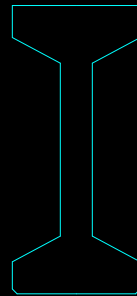
VIGA  
RETANGULAR



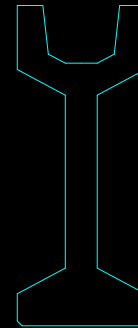
VIGA  
CALHA



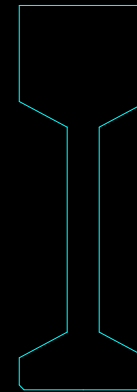
VIGA  
T INVERTIDO



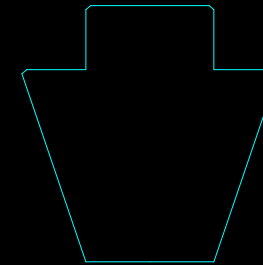
VIGA I



VIGA I  
CALHA



VIGA I



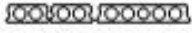




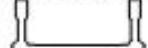



VIGA  
T INVERTIDO



# VIGAS



# TIPOLOGIAS LAJES

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

# LAJES

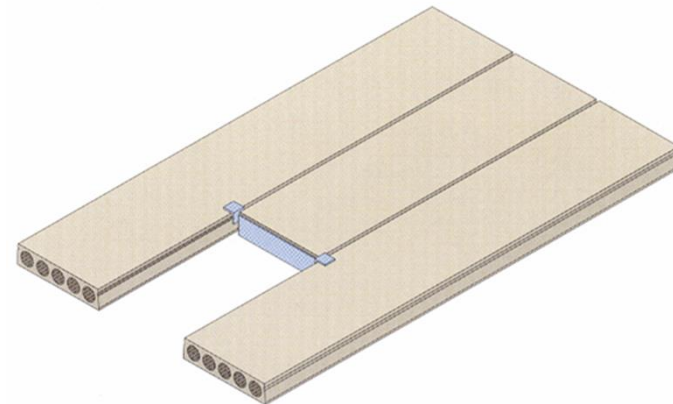
- “ Painéis maciços pré-moldados em série: compostas por uma placa de dimensões e geometrias idênticas ao cômodo da edificação, moldada in-loco no chão, umas sobre as outras, e içada posteriormente para o local definitivo.
- “ O sistema é atualmente utilizado em construções habitacionais.

# LAJES



# LAJES ALVEOLARES

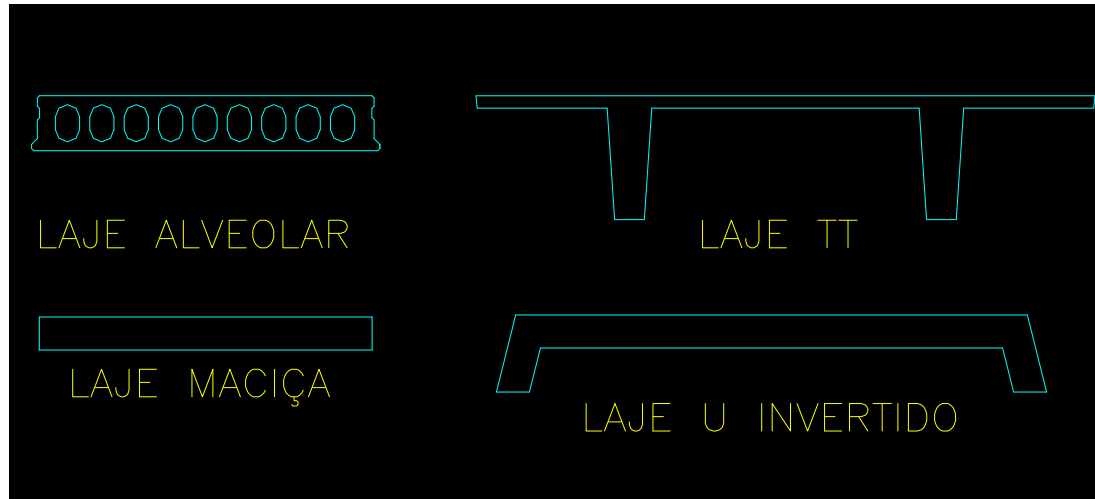
- “ Atinge grandes vãos.
- “ Processo industrializado.
- “ Modulação determinante para o sistema.
- “ Possibilidade de recortes
- “ Utilização de capa com 5cm. Pode ser utilizada sem capa em determinados casos.



# LAJES ALVEOLARES



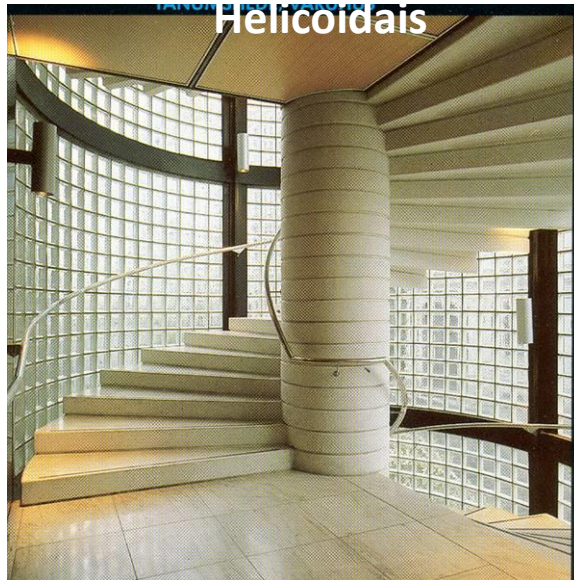
# Seções de Lajes



Laje " TT ", a do filme



# ESCADAS



# ARQUIBANCADAS E ESTÁDIOS



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)



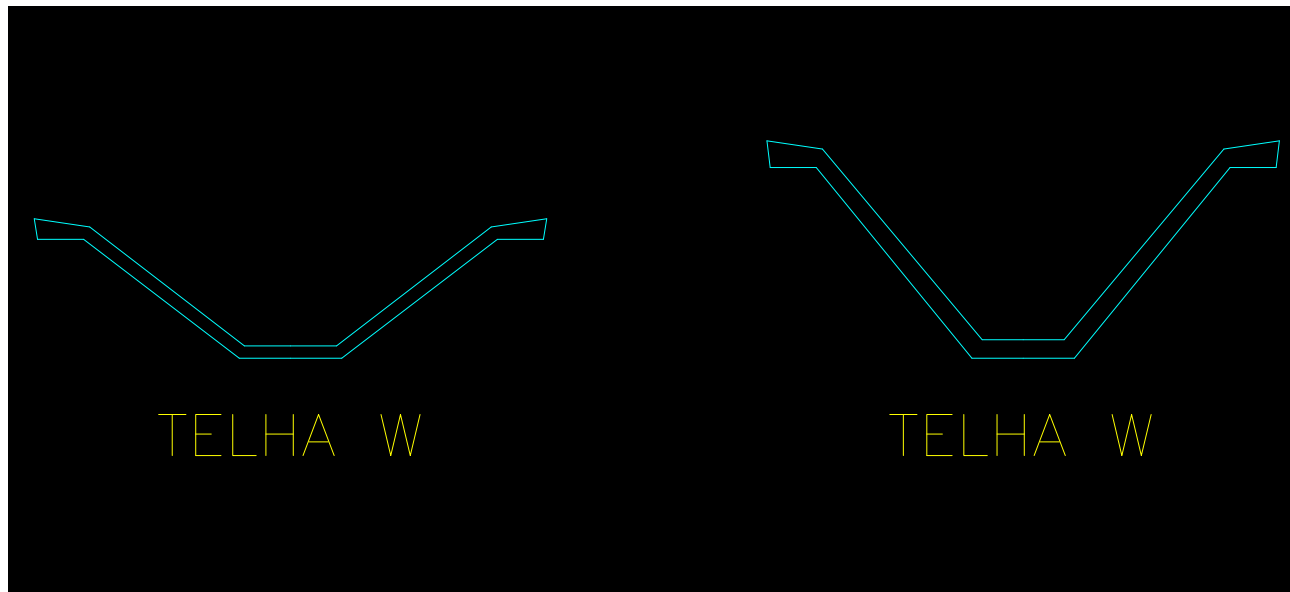
**Pergunta : Por que apoio nas extremidades neste caso ??**

# CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS



**Captação da Águas Pluviais**

# 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 e ventilação naturais

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

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



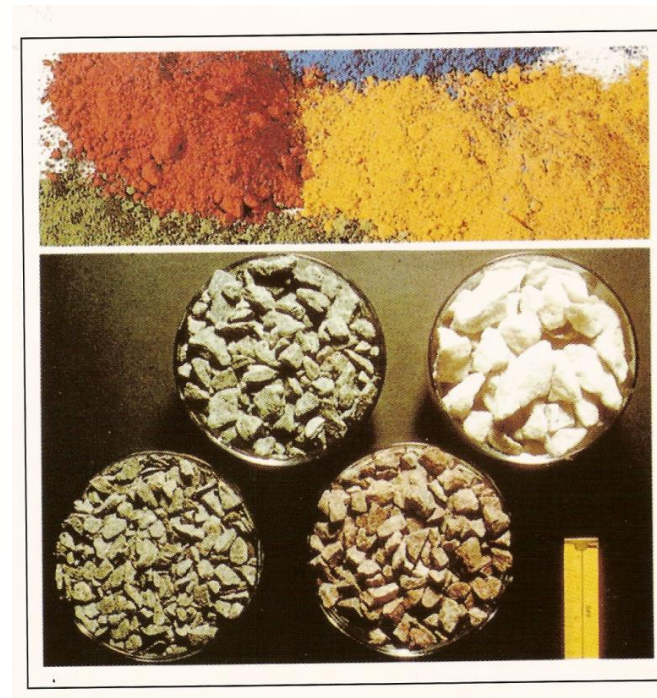
# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS



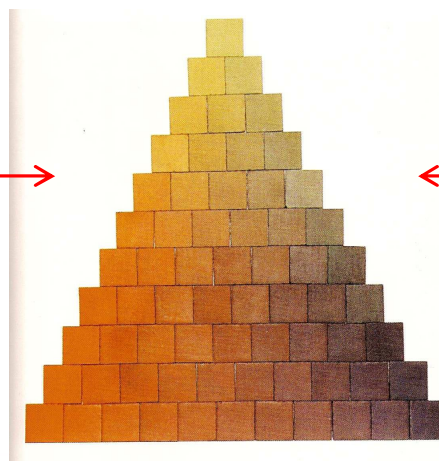
**DETALHES DA EXECUÇÃO**

# 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>



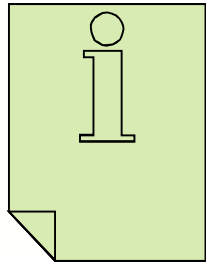
CIMENTO BRANCO



CIMENTO CINZA



# JUNTAS DEMARCATÓRIAS



**JUNTAS  
DEMARCATÓRIAS**



# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS



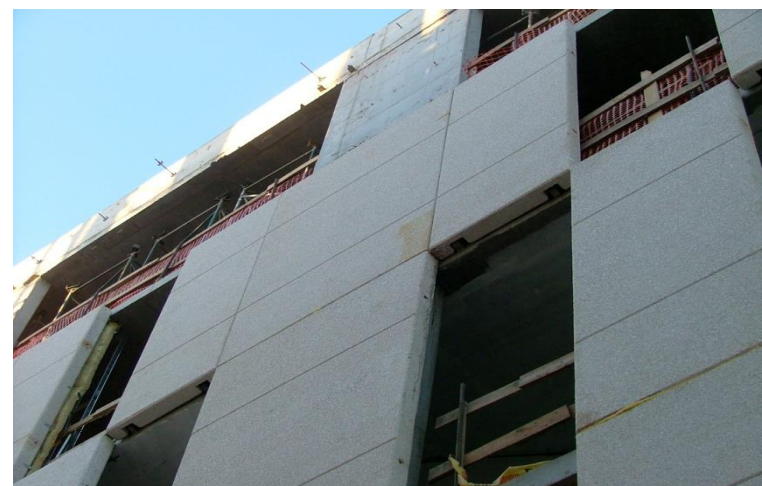
Montagem



Transporte

( MD Precast )

# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS



## TRANSPORTE E MONTAGEM

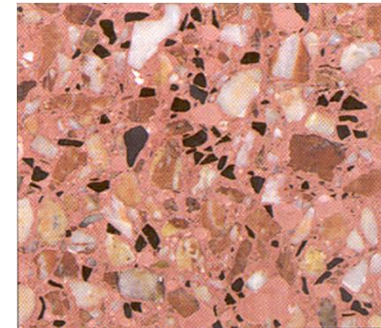
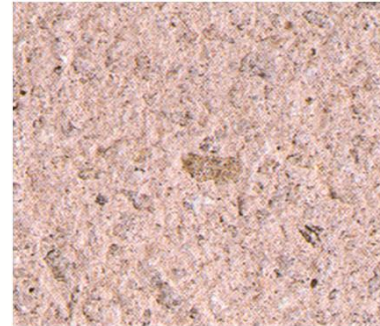
# PAINÉIS ARQUITETÔNICOS



**DETALHES SISTEMAS DE IÇAMENTO.**

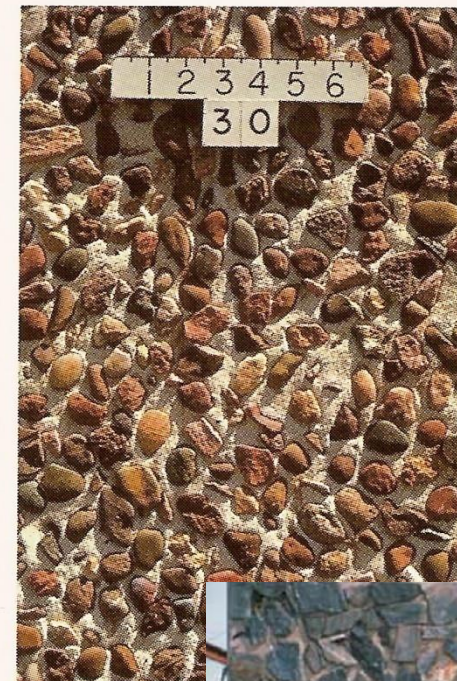
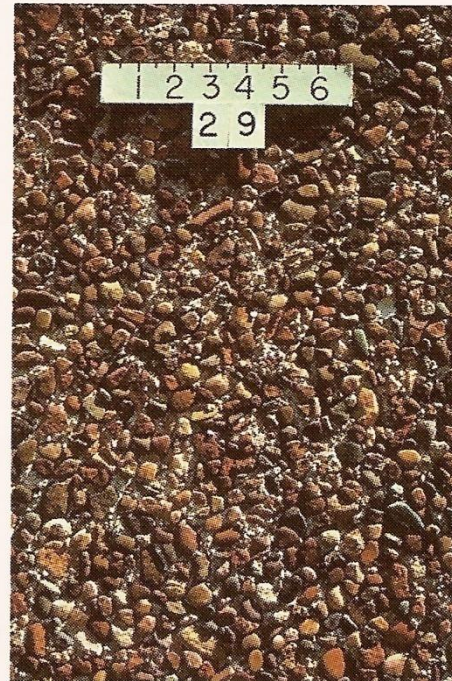
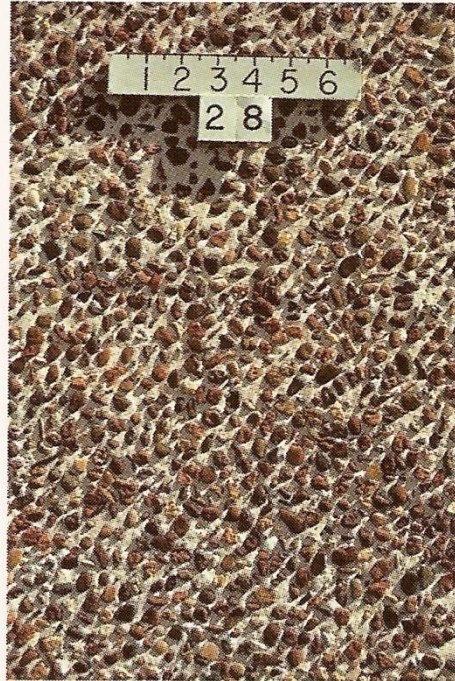


# ACABAMENTOS E TEXTURA



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

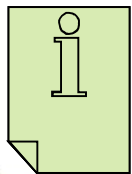
# ACABAMENTOS E TEXTURA



Agregado exposto, sobre colchão de areia (+ simples )



# ACABAMENTOS E TEXTURA



**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.

# PAINÉIS ALVEOLARES



**Com ou sem revestimento.**

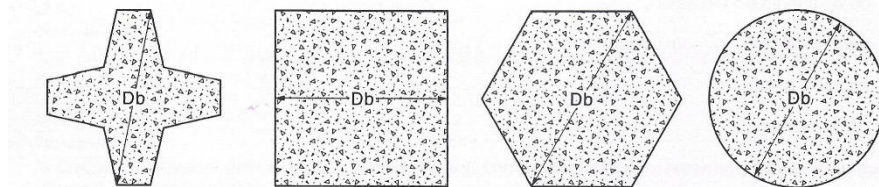
**Revestimento executados na obra (pintura, cerâmica, granilha).**

**Alta produtividade menor custo.**



# ESTACAS

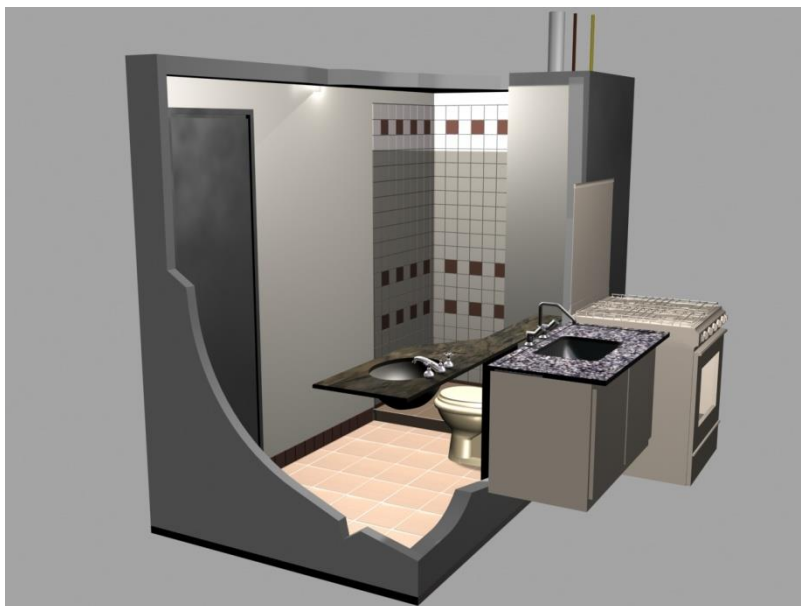
- “ Fundações profundas.
- “ Cravadas com bate-estaca.
- “ Executadas em concreto armado ou protendido.
- “ Normal, extrusadas e centrifugadas.
- “ Ligações soldadas ou luvas.



# ESTACAS CENTRIFUGADAS



# MONOBLOCOS



**Concretagem em etapa única.**

**Utilização de concretos especiais (GFRC).**

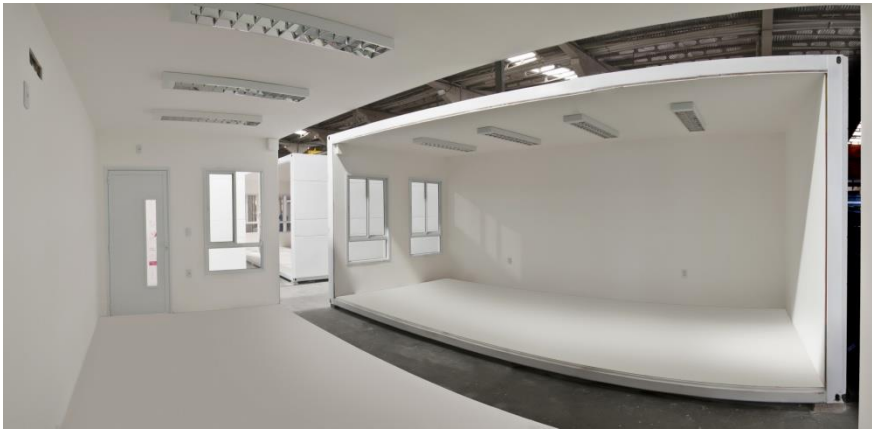
**Sai com todos os acabamentos da fábrica. ( Azulejo, metais, box espelho etc. )**



# MONOBLOCOS



# MONOBLOCOS





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

## 3º Módulo de Perguntas.

# 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 Telhas.

Pista de Lajes Alveolares.

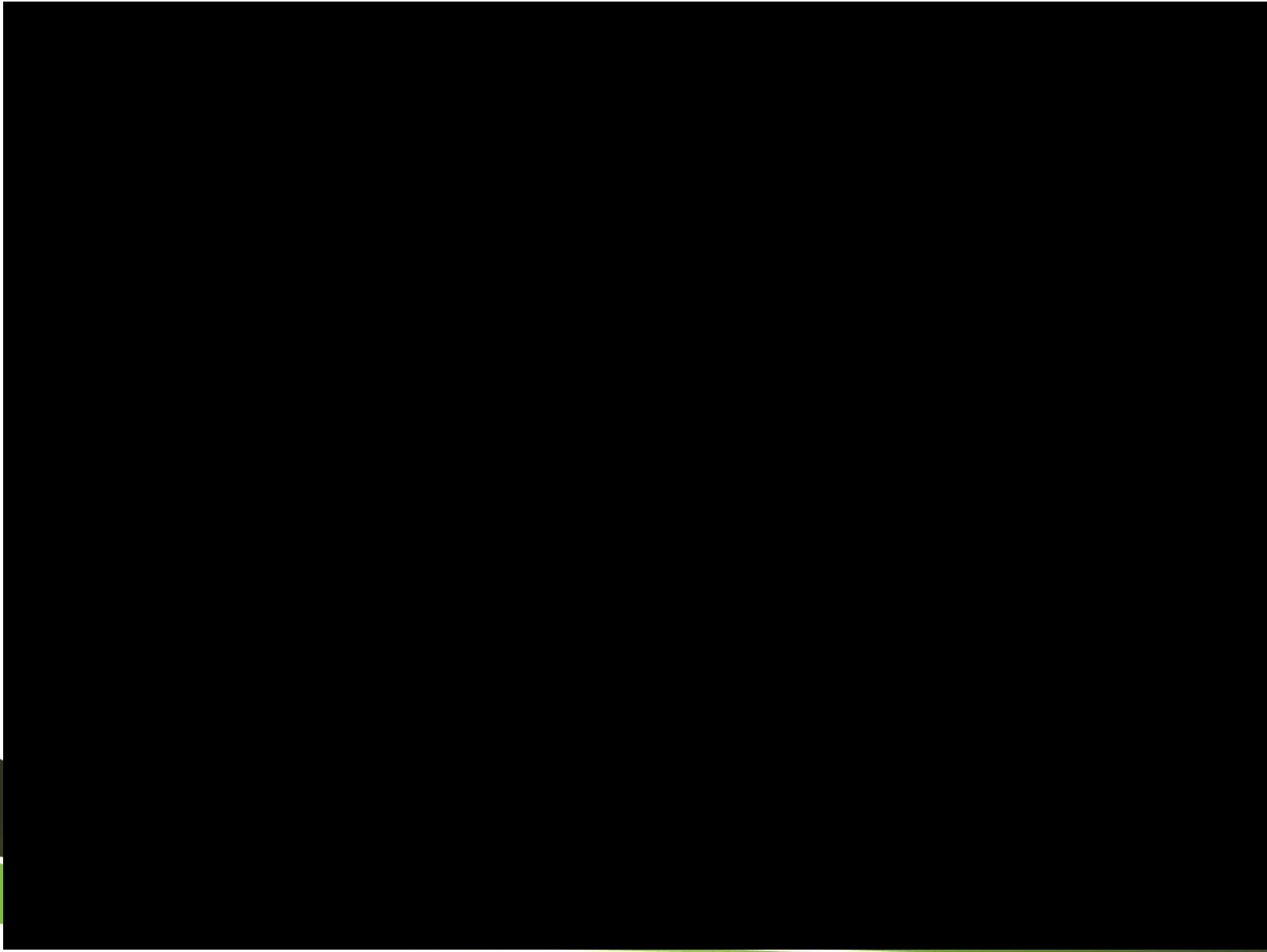


Extrusão (máquinas).

Protensão.

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

# PRODUÇÃO ( Armaduras )





# PRODUÇÃO ( Armaduras )



**Armadura Frouxa.**  
**Armadura Protendida.**

# PROTENSÃO



Cunha



- ” 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.



Isolador



# PROTENSÃO



**Macaco de Protensão**

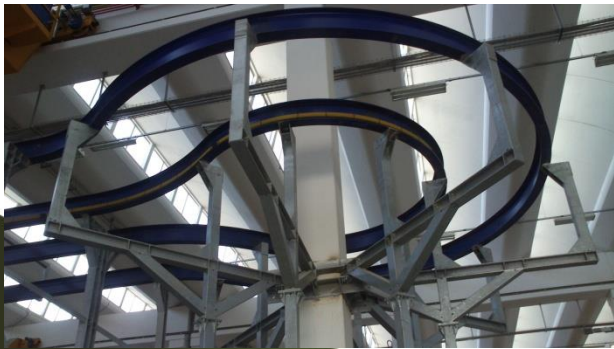
# PRODUÇÃO (Concreto)

- “ Materiais componentes do concreto (qualificação, análise de desempenho 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)



Centrais dosadoras /Misturadoras.



Distribuição aérea do Concreto.

# CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

- ” Criado no JAPÃO na década de ´80.
- ” Fluidez, 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.

( *Téchne* )

# CONCRETO AUTO ADENSÁVEL



**CAIXA "L" PARA AVALIAR A VISCOSIDADE PELA VAZÃO.**

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



# PRODUÇÃO (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)

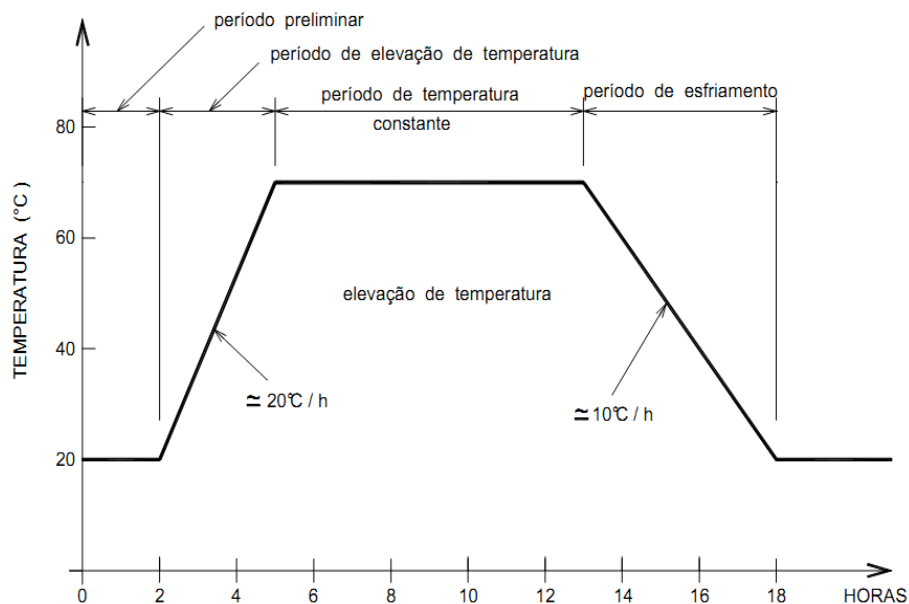
A cura é o conjunto de procedimentos que visam impedir que as peças sofram tensões durante o período em que ainda não atingiram resistência suficiente para receber qualquer esforço, seja por movimentação, carga de qualquer espécie, perda de água por evaporação ou mudanças de temperatura. Normal ou Acelerada.

# 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)

*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.*

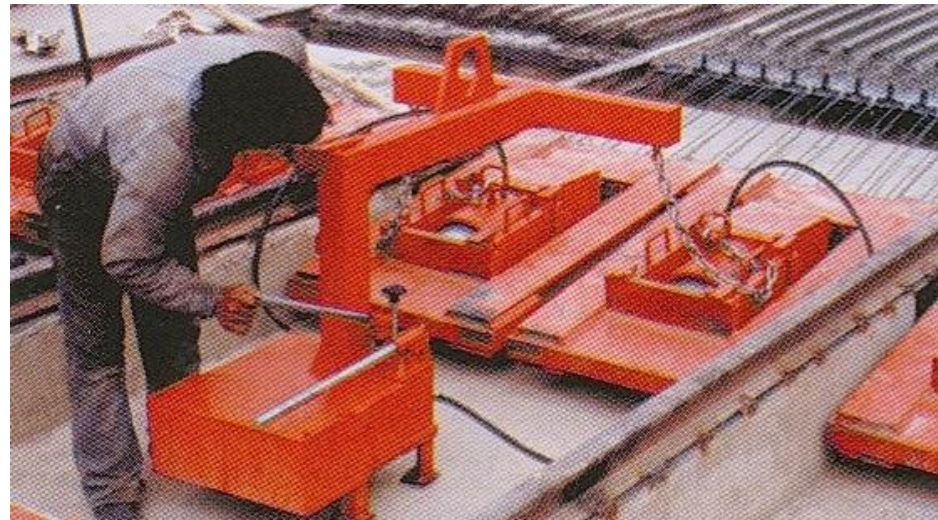


# PRODUÇÃO (Desforma)

- “ 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)



# QUALIDADE (CLIENTE)

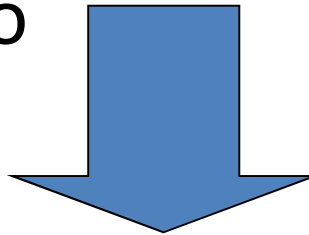
- ” Resistência estrutural adequada
- ” Vida útil elevada
- ” Ser funcional
- ” Baixo custo de operação e manutenção
- ” Preço acessível
- ” Assegurar prazo de entrega.





## QUALIDADE (Vida útil)

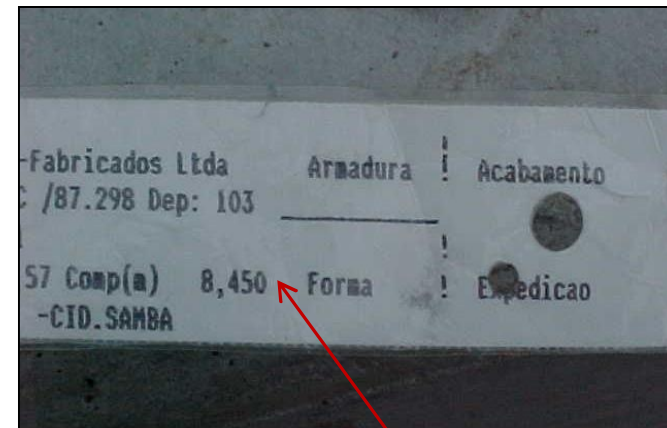
- “ Cobrimento
- “ Consumo mínimo de cimento.
- “ Máximo fator a/c
- “ Cura
- “ Limitação de fissuras
- “ Tipo de cimento



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;



Rastreabilidade

# QUALIDADE



**Ensaio de  
Cisalhamento  
numa Laje  
Alveolar.**

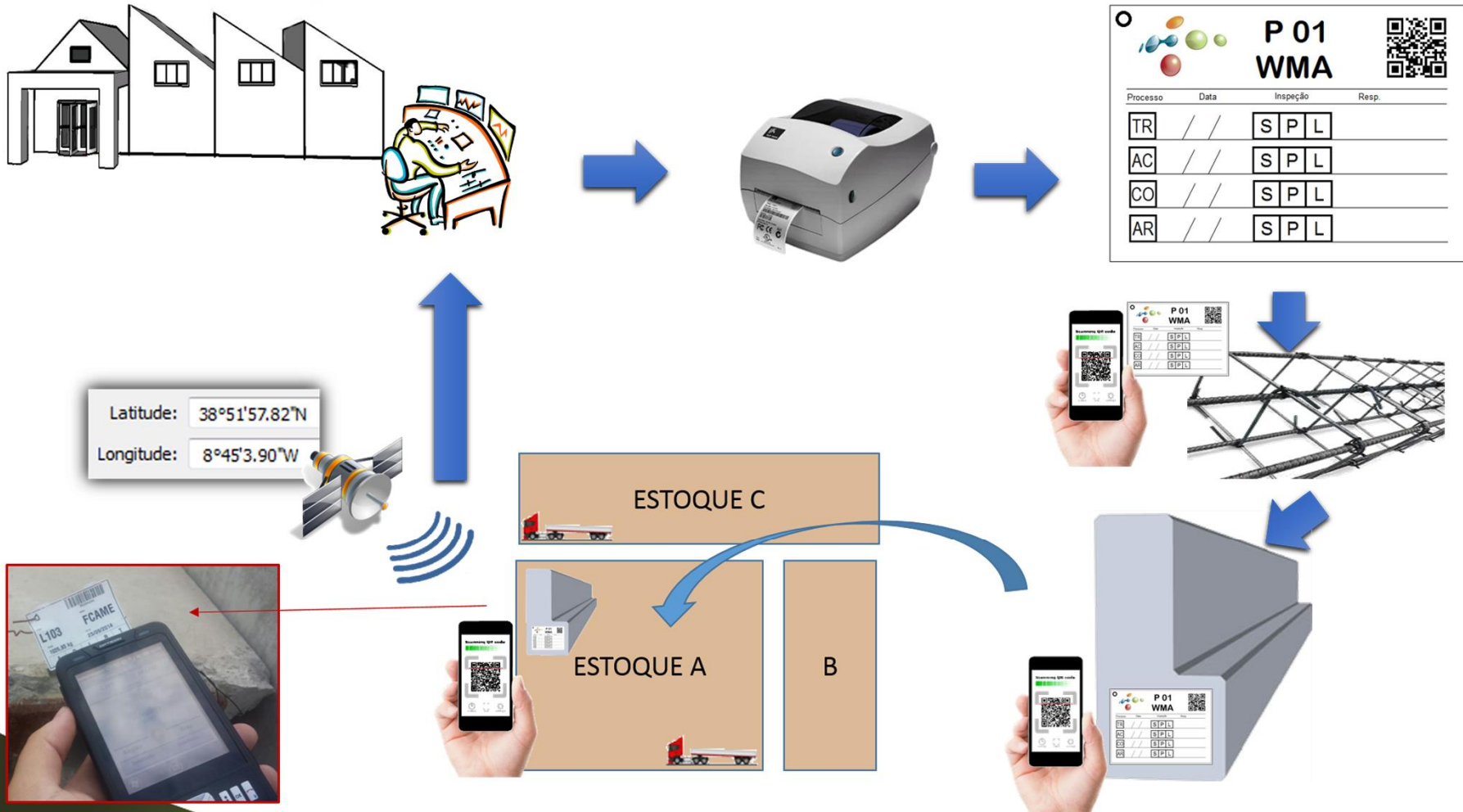
# QUALIDADE

- “ 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

BIM possibilita controle integrado:



## Influências na Resistência à Compressão

	<b>Causas da Variação</b>	<b>Efeito máximo no resultado</b>
<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 )

# 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 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

( fib - D. Ordonez )

# 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	22
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

( fib - D. Ordonez )

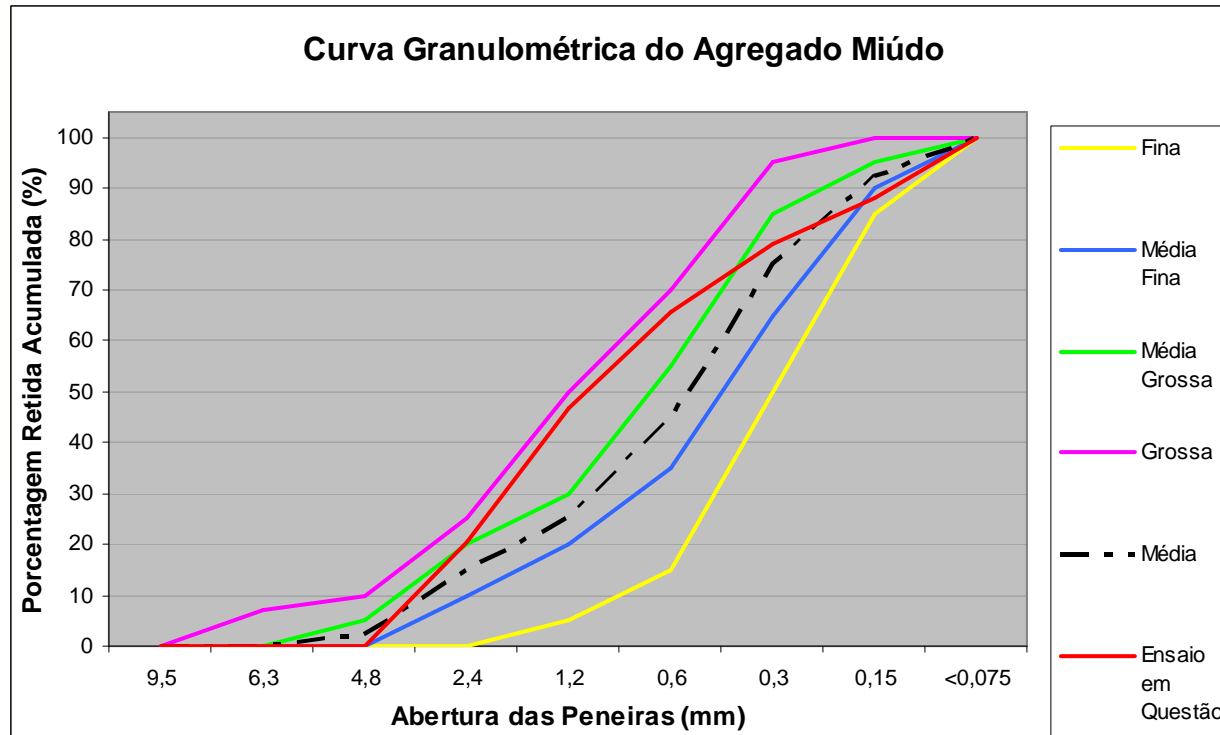
# Reflexão

- “ 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.

# 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)



**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 (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)

- 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.

“Matriz de Responsabilidades com o Cliente, inclusive em relação aos Equipamentos de Proteção Coletiva, controle de entrada e saída da obra, isolamentos e sinalização das áreas de risco.

“Ampla orientação e comunicação entre todos os envolvidos ( Obra e Montagem )

“Manutenção de Equipamentos. ( Preventiva e Corretiva ) .

“ Meta – Zero Acidente. Planos Contingenciais.



# 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



# LOGÍSTICA ( EQUIPAMENTOS )

**CAPACIDADE TOTAL** 60.000 Kg a 3.0 m

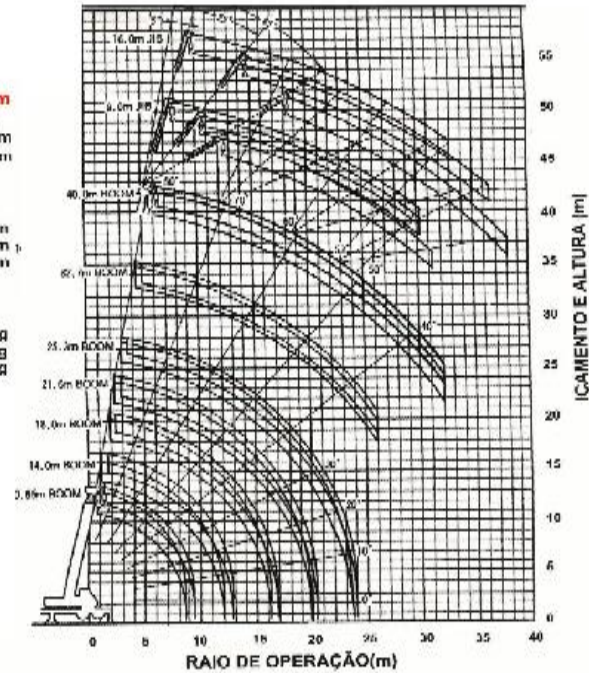
**LANÇA - PRINCIPAL** 5 estágios 10.65 - 40.0m  
**JIB / 2 estágios** 9,0 - 18.0m

**DIMENSÕES**

**Comprimento** aprox. 12.880 mm  
**Largura** aprox. 2.820 mm  
**Altura** aprox. 3.750 mm

**PESOS**

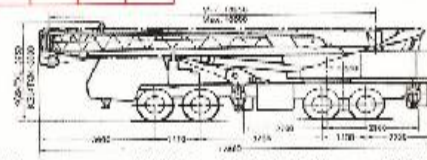
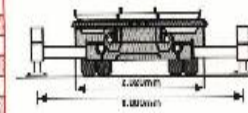
**Peso bruto do veículo** aprox. 39.000 Kg  
**- dianteiro** aprox. 15.000 Kg  
**- traseiro** aprox. 24.000 Kg



Curvas de Capacidade de equipamentos de montagem

Patolas Integramente Estendidas														
Patola Frontal Estendida ( 360° )														
Patola Frontal não Estendida ( nas laterais e na traseira )														
A	B						C	D						
	10.65m	14.0m	18.0m	21.6m	25.3m	32.7m		9.0m	18.0m					
								5°	25°	45°	5°	25°	45°	
3.0m	50.000	33.000	28.000	24.000				80°	3.600	2.200	1.200	2.300	1.100	500
3.5m	43.000	33.000	28.000	24.000				75°	3.600	2.200	1.200	2.300	1.100	500
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	26.000	24.000	20.000			77°	3.320	2.140	1.190	2.180	1.070	590
5.0m	30.200	28.000	26.000	24.000	20.000			79°	3.130	2.080	1.180	2.060	1.050	590
5.5m	27.500	26.500	25.600	23.200	20.000	13.000		75°	2.970	2.020	1.170	1.960	1.020	580
6.0m	25.000	24.000	23.500	21.900	20.000	13.000		73°	2.880	1.940	1.150	1.780	970	570
6.5m	22.700	22.300	21.600	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	1.080	1.440	870	540
7.5m	18.900	18.600	18.300	17.100	16.700	13.000	7.500	65°	1.910	1.480	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	13.900	13.200	11.000	7.500	60°	1.600	1.260	1.000	1.060	740	500
10.0m		11.600	11.500	11.450	11.400	10.000	7.500	58°	1.300	1.180	980	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		7.650	7.650	7.650	7.650	6.300	6.450	53°	700	660	600	550	450	400
14.0m			5.850	5.850	5.850	5.000	5.000	50°	400					
16.0m			4.100	4.100	4.050	4.000	4.000							
18.0m				2.900	2.900	3.750	4.100							
20.0m					1.600	1.900	2.850	3.400						
22.0m						1.200	2.100	2.650						
24.0m							1.500	2.050						
26.0m								1.000						
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



Largura total..... 3.000 mm  
 Raio de giro da traseira..... 3.800 mm  
 Altura - Dianteira..... 2.480 mm  
 Traseira..... 2.280 mm

# MONTAGEM (Planejamento)

- “ Plano Prévio de Montagem, sequencia, Plano de “Rigging”, travamentos temporários, solidarizações previstas etc.
- “ Conhecer detalhadamente os projetos. Monitoramento prumos.
- “ Conhecer o terreno (dimensões e possíveis interferências).
- “ Conhecer a redondeza identificando os melhores acessos.
- “ Interface intensa com a produção (engrenagem “ Puxada “).
- “ 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;

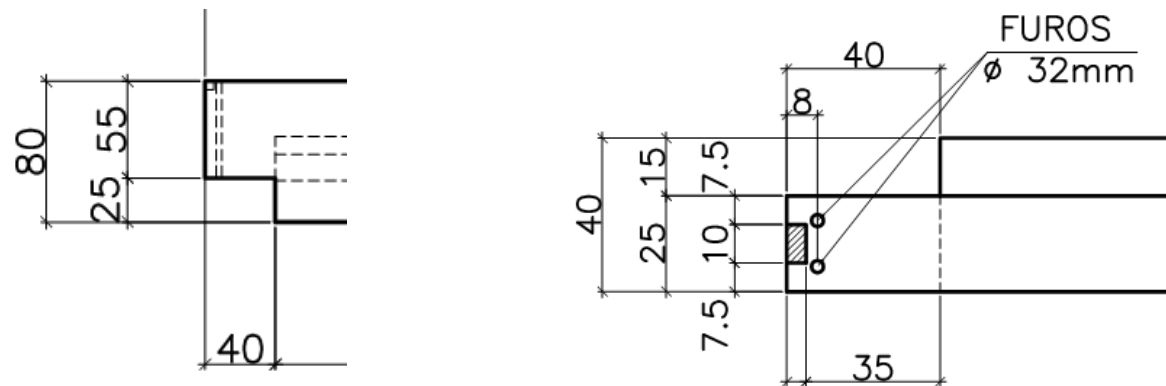


# MONTAGEM

- “ 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)



**Autogrua sobre pneus.**

**Autogrua sobre esteiras.**

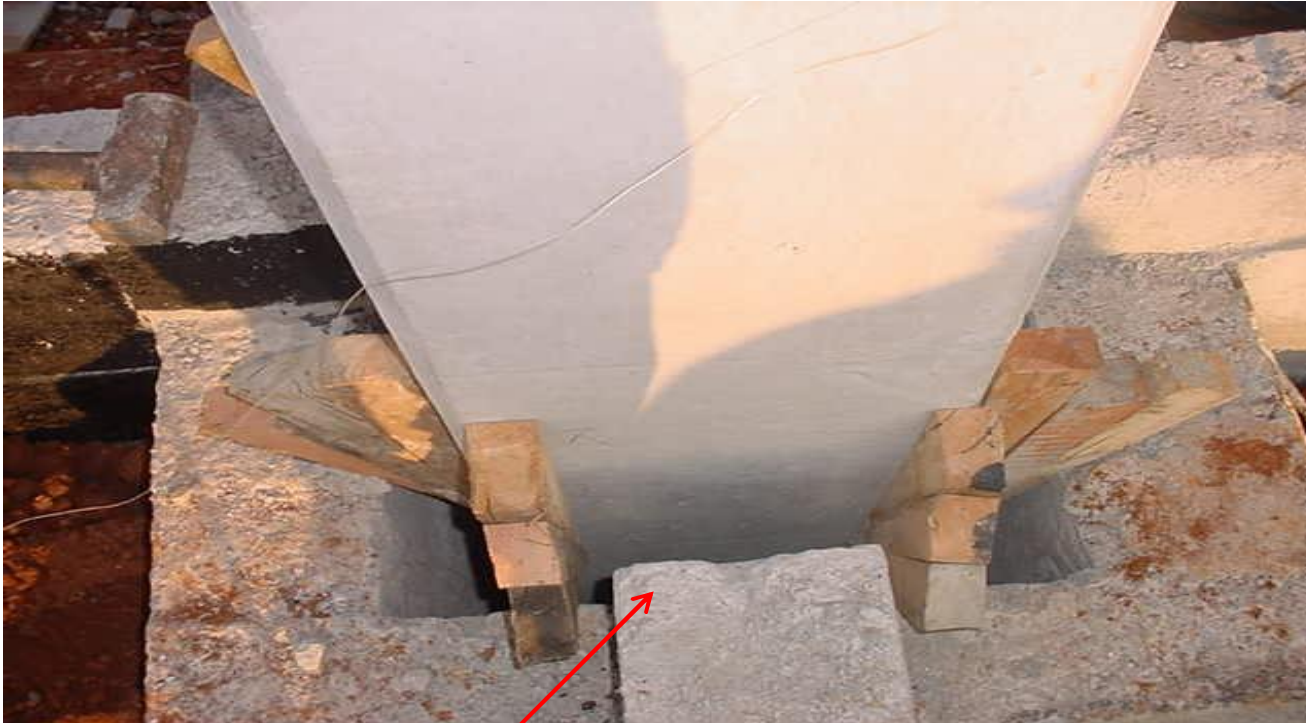
# MONTAGEM (Pilares)



# MONTAGEM (Pilares)



# MONTAGEM (Pilares)



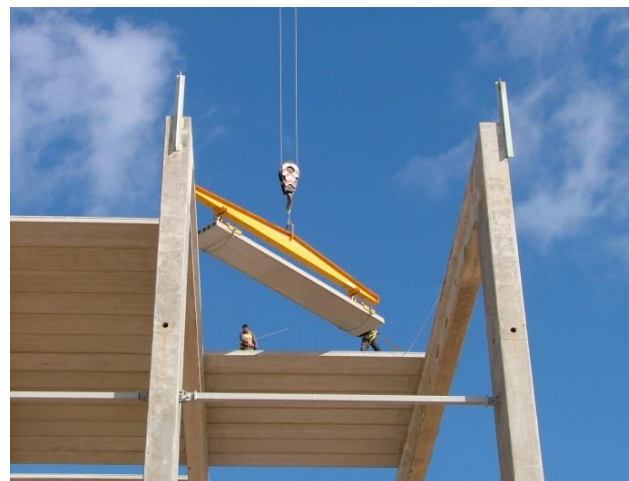
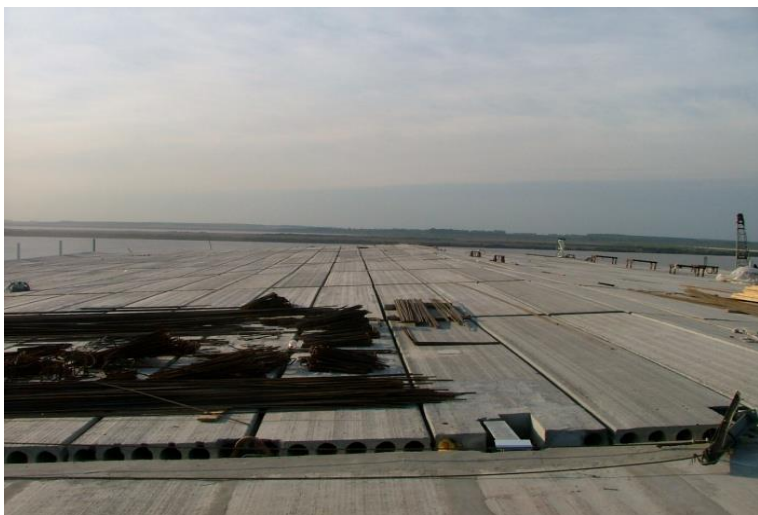
**Cálice de fundação**

**Encunhamento do Pilar  
Para posterior preenchimento.**

# MONTAGEM (Vigas)



# MONTAGEM (LAJES ALVEOLARES)





# MONTAGEM ( Lajes Alveolares)



**Equalização**

**Chaveteamento**

**Solidarização**

**Tela ou Concreto reforçado com fibras.**

**Capeamento (concretagem da capa). 5cm**



# 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.Préfabricados de concreto:Rapidez,economia e sustentabilidade na construção.Ed.43 Jun,Jul e Ago 2006.
- “ PCI –MNL-120- Design Handbook ( 6<sup>th</sup> Edition ) /MNL-138-Connections Manual
- “ PCI – MNL-122-Architectural Precast Concrete ( 3<sup>rd</sup> Edition )
- “ CPCI – Design Manual ( 3<sup>rd</sup> Edition )
- “ fib – Bulletin 43 - Structural Connections for precast concrete buildings
- “ Precast Concrete Structures – Kim S. Elliott
- “ Multi-storey Precast Concrete Framed Structures – Kim. S. Elliot and Collin K. Jolly
- “ Introdução à Coordenação modular no Brasil. Coleção HABITARE
- “ Anuários ABCIC – Edições de 2011/2012/2013/2014

# BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- ” Site ABCIC [www.abcic.org.br](http://www.abcic.org.br)
- ” Site ABCP [www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.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)

# CONCLUSÃO

- A pré-fabricação no Brasil vive hoje um novo momento com perspectivas de crescimento. (BOOM imobiliário, eventos esportivos de 2016, PAC, Infraestrutura dentre outros.)
- Alia cronogramas ousados e possibilidades de soluções inteligentes e ágeis .
- Qualificação e aprimoramento dos profissionais envolvidos, com excelentes oportunidades de desenvolvimento profissional.

# ... E COMO PROSSEGUIR !?



## PÓSGRADUAÇÃO TECNOLOGIA DA PRÉ-FABRICAÇÃO

### O QUE VOU APRENDER?

Análise Estrutural para Concreto  
Arquitetura e Pré-Fabricados  
Concreto Armado – Parte I  
Concreto Armado – Parte II  
Concreto Armado para Pré-Fabricados  
Concreto Protendido para Pré-Fabricados  
Concretos Especiais para Pré-Fabricados – Parte I

Concretos Especiais para Pré-Fabricados – Parte II  
Execução de Fundações para Pré-Fabricados  
Execução de Protensão em Pré-Fabricados  
Gestão da Qualidade e Sustentabilidade  
Gestão de Indicadores  
Impermeabilização e Proteção de Pré-Fabricados  
Metodologia Científica  
Montagem de Pré-Fabricados – Parte I

Montagem de Pré-Fabricados – Parte II  
Normalização para Pré-Fabricados  
Orçamento e Engenharia  
Econômica para Pré-Fabricados  
Organização e Controle de Fábrica  
Prevenção de Falhas de Produção  
Projeto de Ligações Pré-Fabricadas  
Reações Físico-Químicas para Pré-Fabricados

Segurança do Trabalho para  
Pré-Fabricados  
Sistemas Estruturais em Concreto  
Software para Pré-Fabricados  
Suprimentos e Logística  
para Pré-Fabricados

### COM QUEM APRENDEMOS?

\* Professores Convidados

Íria Doniak, Esp. (ABCIC | D.O. ENGENHARIA)  
Roberto Chust, Dr. (UFSCAR)  
José Marques Filho, Dr.  
(COPEL | UFPR | IBRACON)  
Carlos Franco, Esp. (CAL-FAC)

Sheyla Mara Serra, Dra. (UFSCAR)  
Jonhson Wilker, Dr. (RIBEIRO RIGUEIRA)  
Daniela Gutstein, Dra. (ABNT | INTERTECHNE)  
Marcelo Cuadrado, M.Sc. (LEONARDI)  
Inês Battagin, Esp. (ABCP | IBRACON | ABNT)  
Emilio Takagi, M.Sc. (MC-BAUCHEMIE)

Kirke Moreira, M.Sc.  
(DIPROTEC | MC-BAUCHEMIE)  
Luís César De Luca, M.Sc. (IDD)  
Luís Fernando Neves, M.Sc. (CEPOLLINA ENG.)  
Maurício Bianchini, M.Sc. (SUPERMIX S/A)  
Patrícia Brandão, M.Sc. (SUPERMIX S/A)

Stela Boiça, M.Sc. (EMISA)  
Alex Alves, Esp. (SUDESTE)  
Antonio Cambri Jr., Esp.  
(NIPLAN ENGENHARIA)  
Luciano Catalano, Esp. (IDD)

**Informações:** (41) 3333-3668 | [contato@institutoidd.com.br](mailto:contato@institutoidd.com.br)



# ENCERRAMENTO

## AGRADECEMOS SUA PRESENÇA!

Material Elaborado por: Eng. Íria Lícia Oliva Doniak  
Presidente Executiva ABCIC  
[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



Associação Brasileira da Construção  
Industrializada de Concreto

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

## APOIO :



# DEBATES