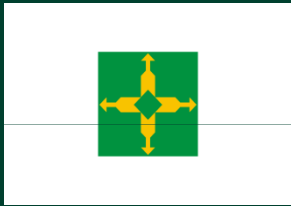


PRÉ – FABRICADOS DE CONCRETO

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



**CURSO PRÉ-FABRICADOS ABCIC
BRASÍLIA-30-09/2014**



- **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.

- **Visão**

Investir em ações de pesquisa e desenvolvimento, buscando o entrosamento entre a academia e as empresas, através de ações junto as instituições de ensino.

- Visite : www.abcic.org.br

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

“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:

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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.**

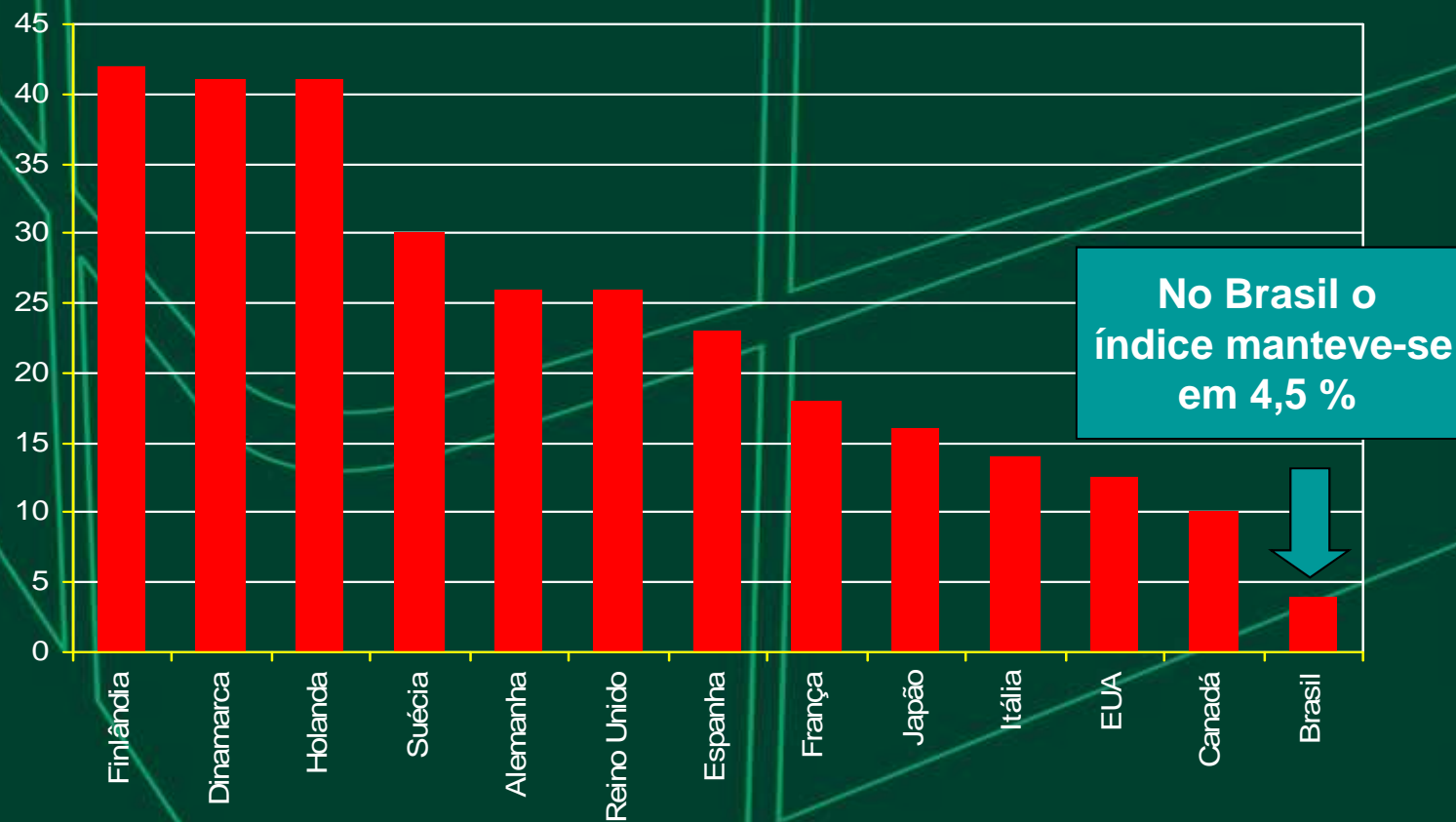
CONTEXTO HISTÓRICO

- 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



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



(CASSOL (RJ))



(T&A – Recife)

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

- **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 c/
Uso do pré fabricado !**

SISTEMAS CONTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Reutilizar; Reduzir; Reciclar; Recomprar

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)

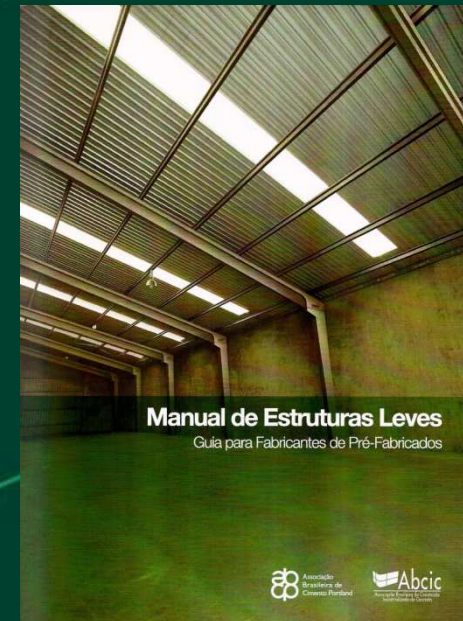


LEVE

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).**



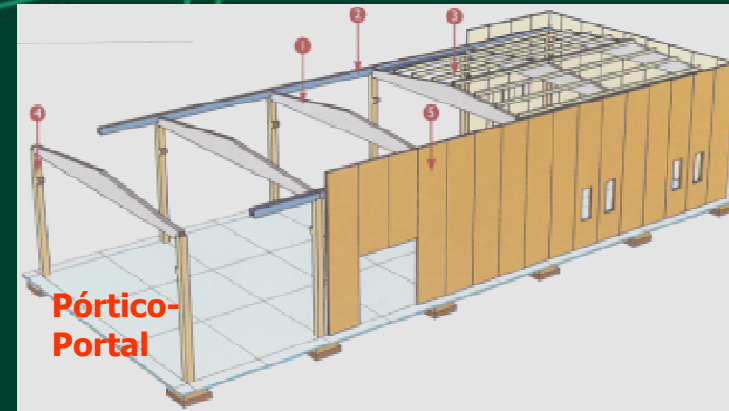
TIPOLOGIAS – CONCEITO BÁSICO

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

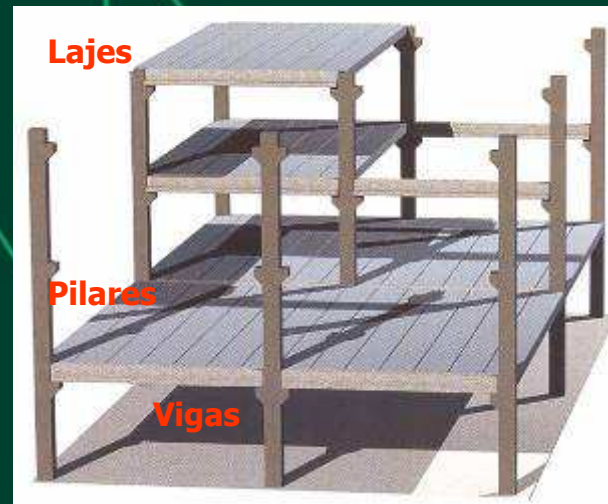
- PRÉ-FABRICAÇÃO não é uma simples variação da técnica de Construir com “ MOLDADO IN LOCO “.
- Para se extrair todos os BENEFÍCIOS DA TÉCNICA, o ideal é que esteja presente desde a CONCEPÇÃO.

TIPOLOGIAS

Estrutura tipo PORTAL



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Estrutura tipo RETICULADA Ou ESQUELETO

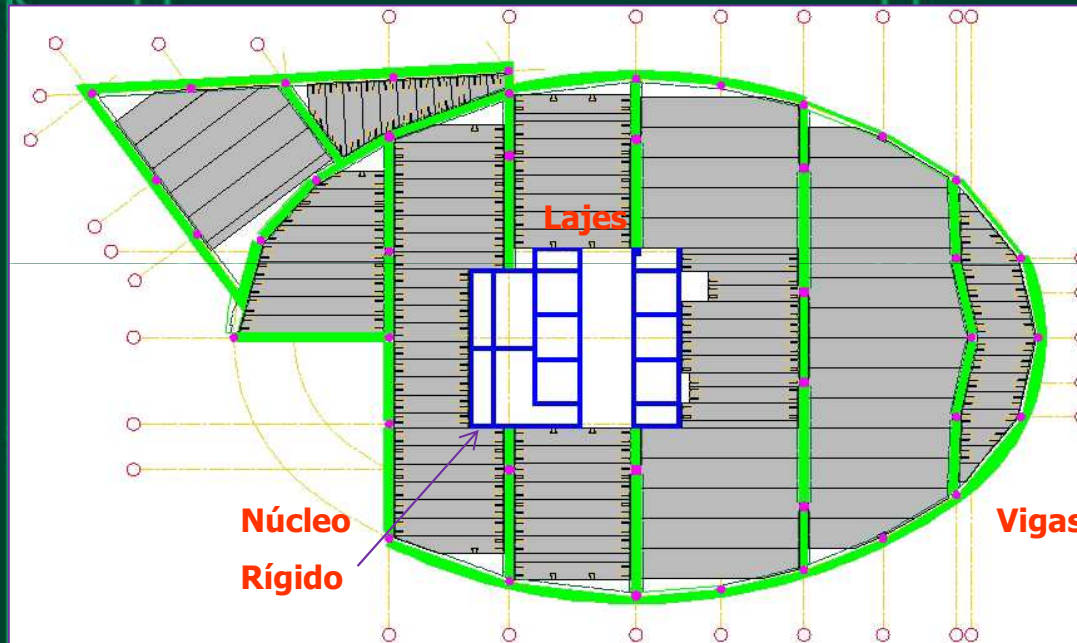


Estrutura tipo PAINÉIS PORTANTES

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

TIPOLOGIAS

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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

TIPOLOGIAS

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

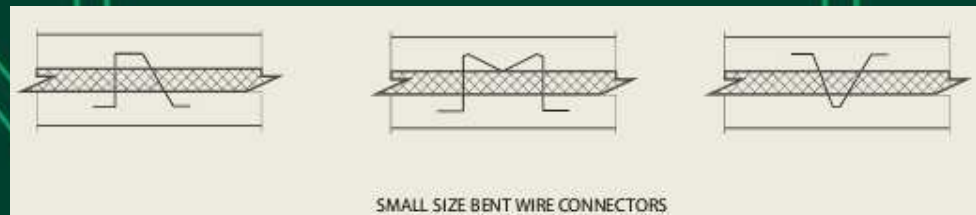
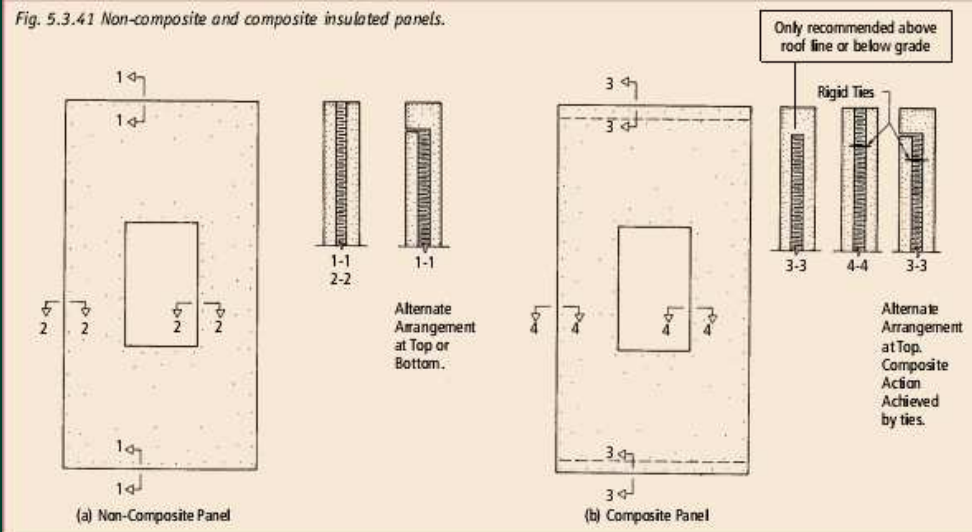











Fig. 5.3.41 Non-composite and composite insulated panels.



Oportunidade também pouco explorada no Brasil

Tipo de elemento	Tipo de Edifício	Vão máximo (m)	Altura (mm)	Larguras mais comuns (mm)	Peso por unidade de área (kN/m ²)
 lajes alveolares não profundadas	Habitacional/ Comercial	≤ 9	100- 300	300-2400	2-1-4,0
 lajes alveolares profundadas	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	1500-6000	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

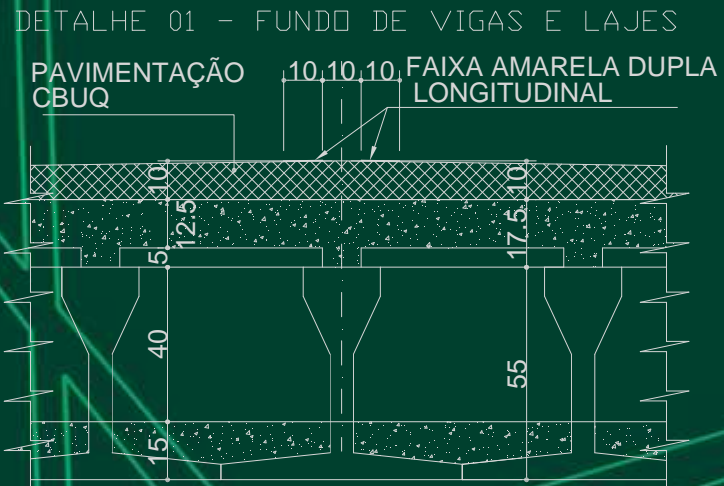
PASSARELAS, PONTES E VIADUTOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Aeroporto
Internacional de
Brasília
Ampliação

Estaleiro Atlântico Sul
Suape
PE



OBRAS DE INFRA-ESTRUTURA

Galerias



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

Túneis e Revestimentos



Barreiras Sonoras



Dormentes, Infra ferroviária

(D. Ordóñez, PCI)

ARQUITETÔNICO

Diferenciação arquitetônica.

Com ou sem função estrutural.

Painéis de fechamento x alvenaria.

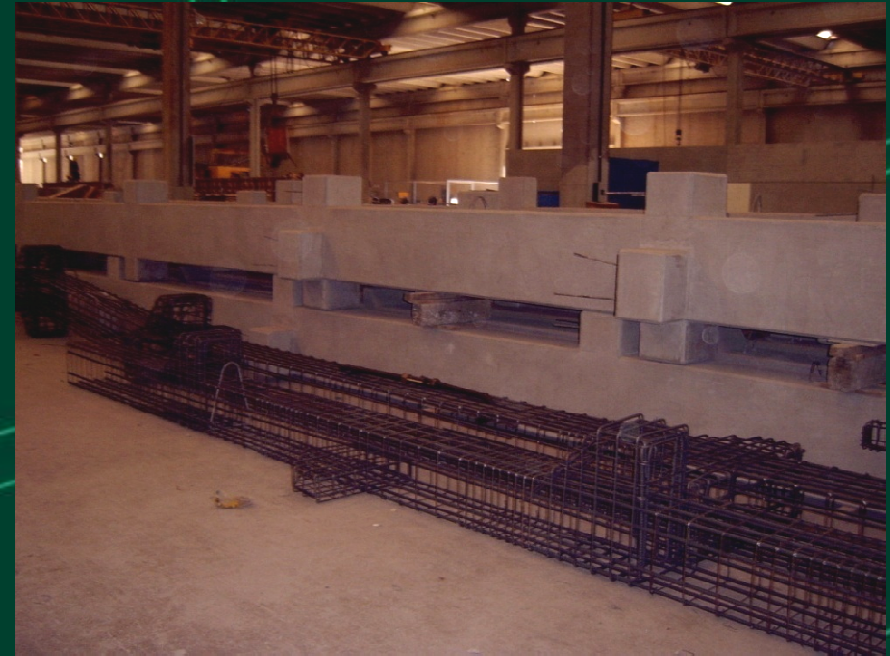
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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.)**

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.

PROTENDIDO (Pré-Tração)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

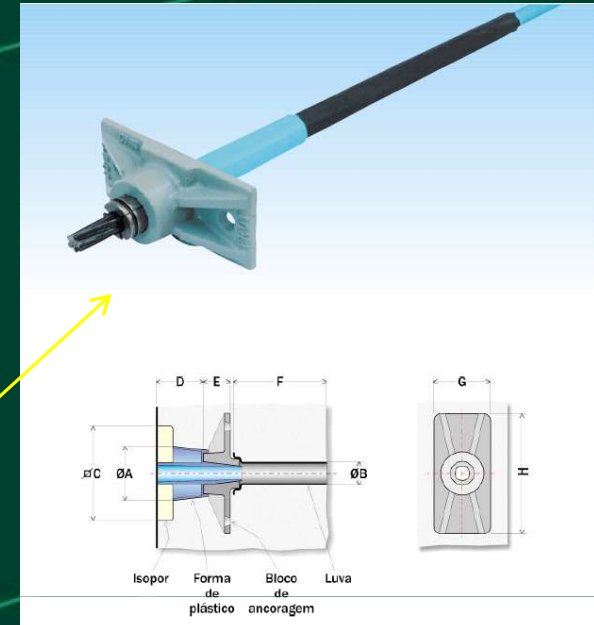
- Exige pista de protensão (pré-fabricados)
- Cabos retos
- Sempre aderente



PROTENDIDO (Pós – Tração)

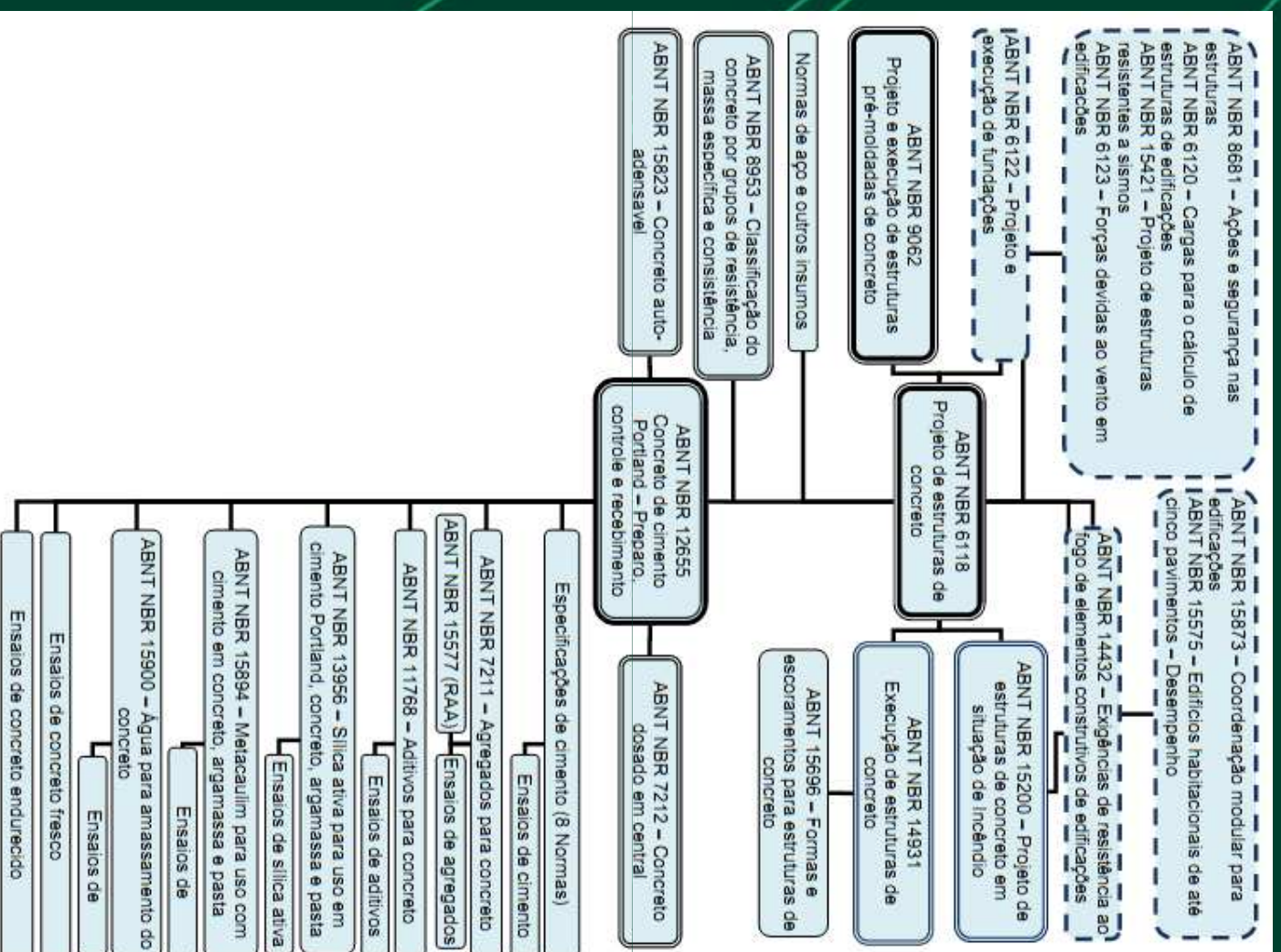
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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



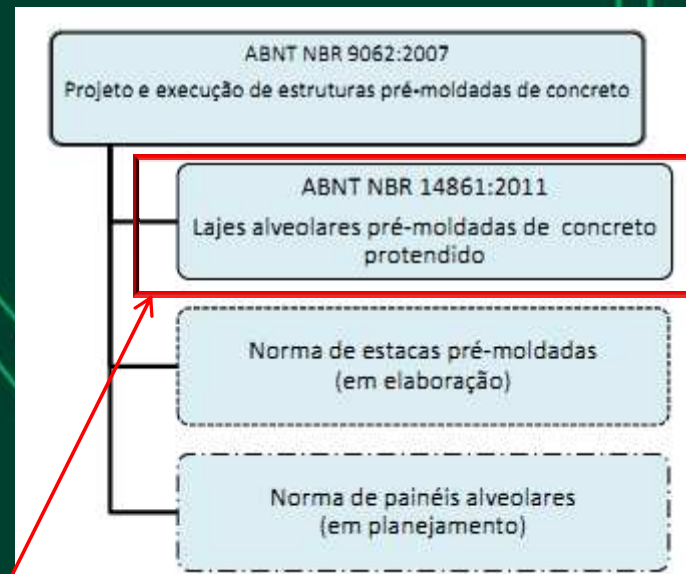
NORMALIZAÇÃO (objetivos)

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



ESTRUTURA DA NORMATIZAÇÃO (EDIFÍCIOS)

(I. Battaglin)



**IMPORTANTE PASSO PARA A
INDUSTRIALIZAÇÃO !**

ESTRUTURA DA NORMATIZAÇÃO (PRÉ-FABRICADOS)

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 (**FALCÃO BAUER**).
- Atestado.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



SELO EXCELÊNCIA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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

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.

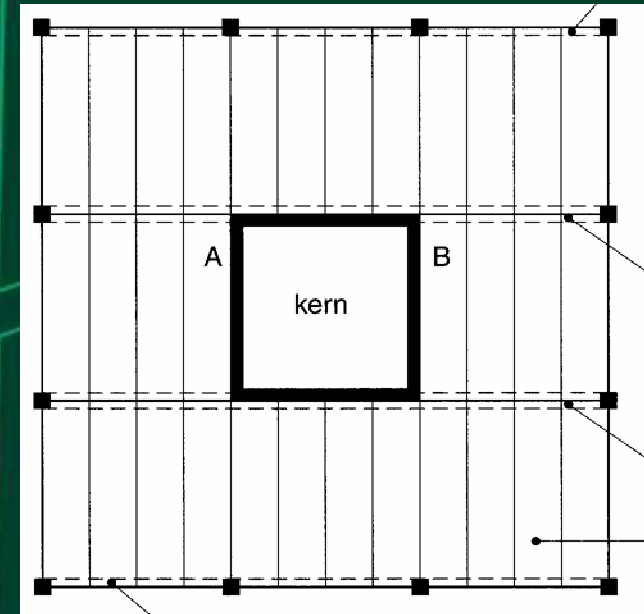
PROJETO (Modulações)

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 " ****



PROJETO (Modulações)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

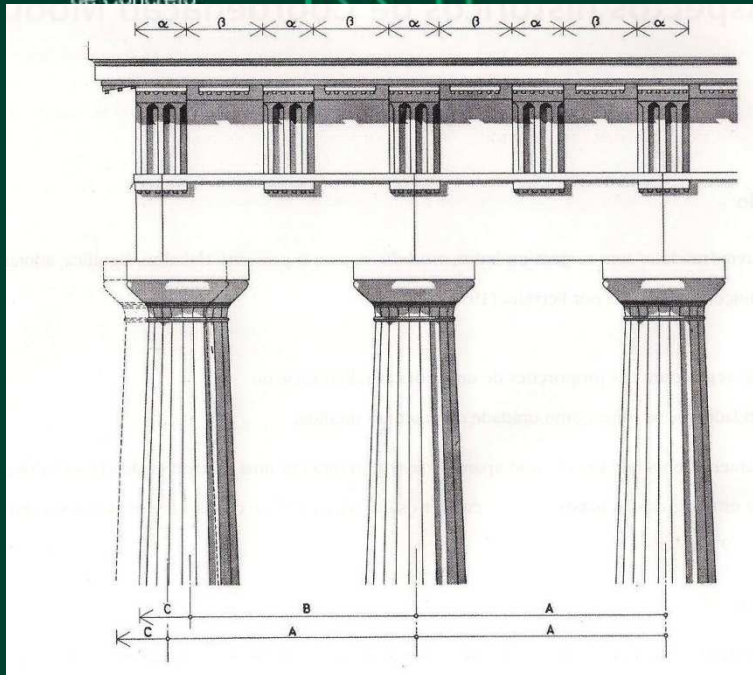
“ É o princípio básico da industrialização. “

PROJETO (Modulações)

COORDENAÇÃO MODULAR...

Já na Antiguidade...

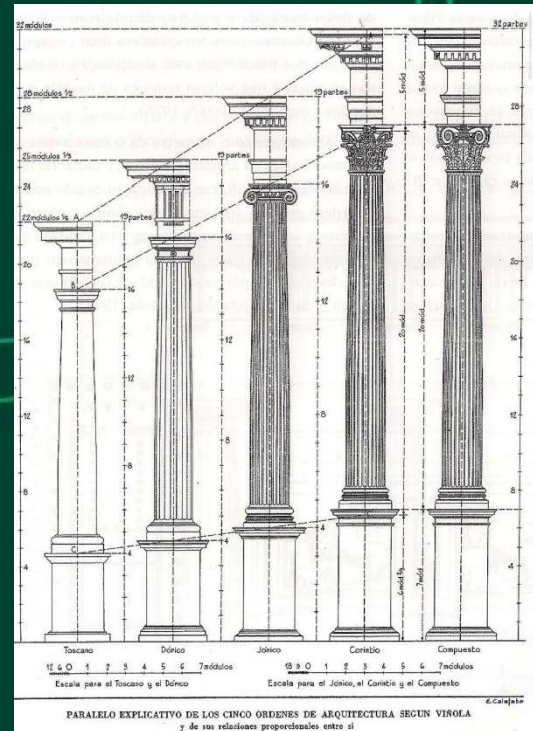
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



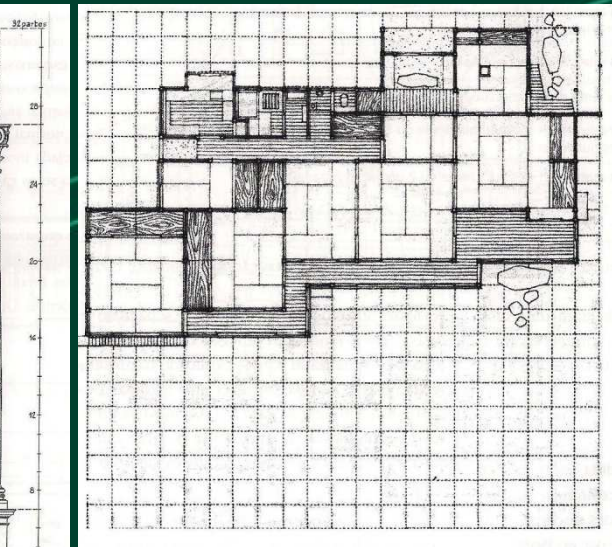
54

54

Vãos Normais e de esquina
Arquitetura Grega



As Ordens Gregas



Arquitetura Japonesa,
Modulada a partir do TATAME

PROJETO (Modulações)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

•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)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

- MÓDULO : M

- $M = 100 \text{ mm}$

- DIMENSÃO = $n \times M$

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)

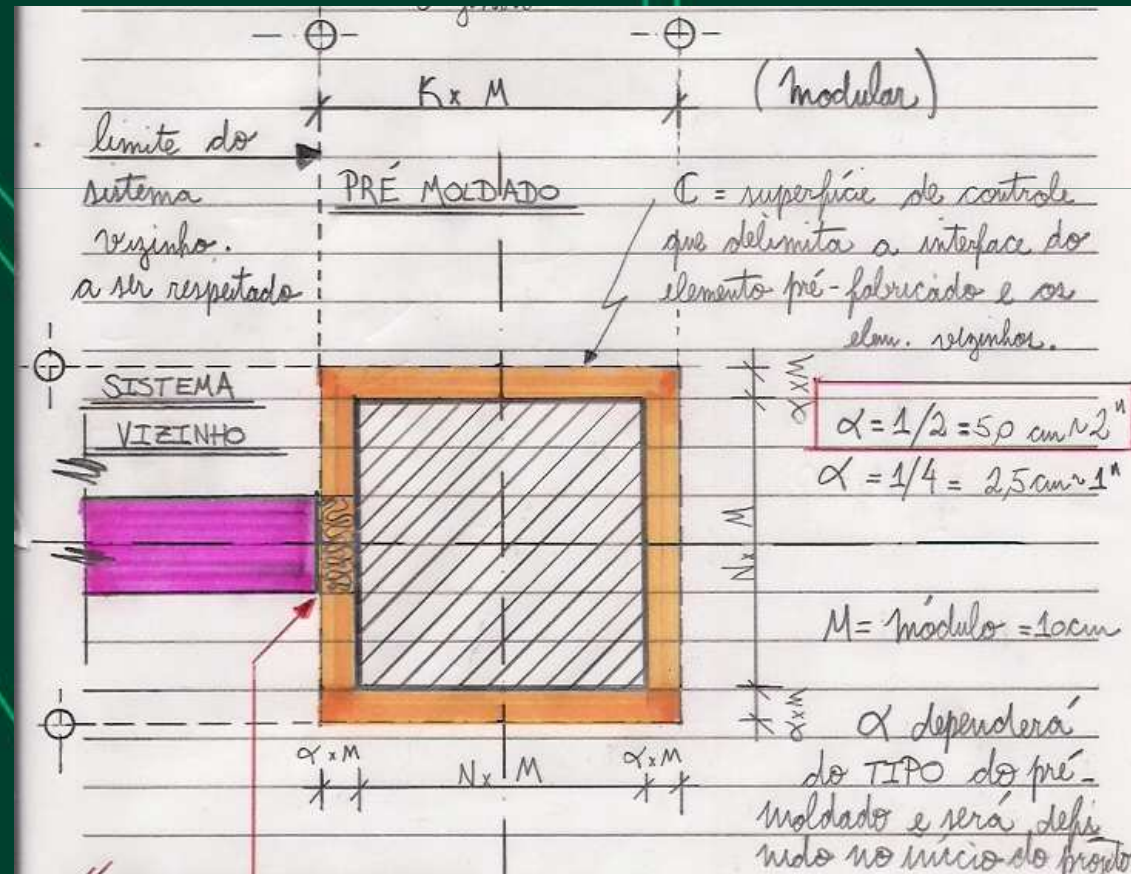
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PROJETO (Modulações)

COMO FICA O PRÉFABRICADO NA
COORDENAÇÃO MODULAR ?

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MODULAÇÃO

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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

MODULAÇÃO

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

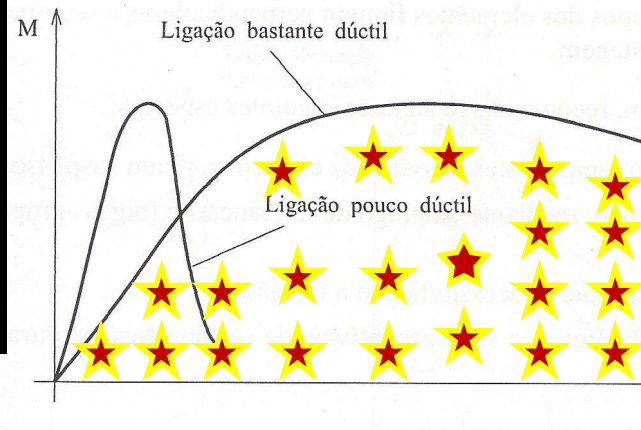
Solda com sobre-capacidade

Barra de ligação

Cantoneira metálica

Ancoragem com sobre-
capacidade

Barra ancorada ao
concreto. Componente
dúctil (Fusível)



Área sob o gráfico
= ENERGIA DE
DEFORMAÇÃO
da ligação.

LIGAÇÕES

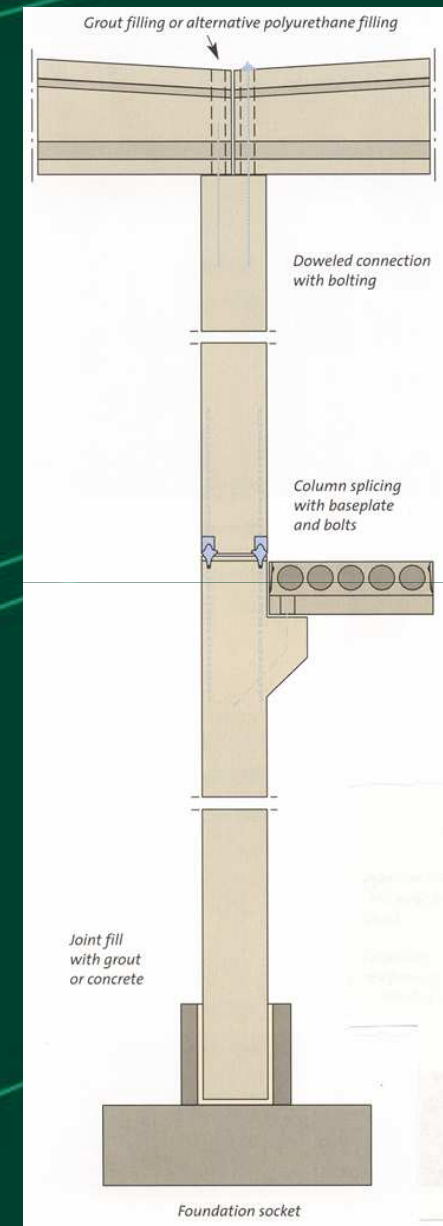
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



LIGAÇÕES (Tipos)

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

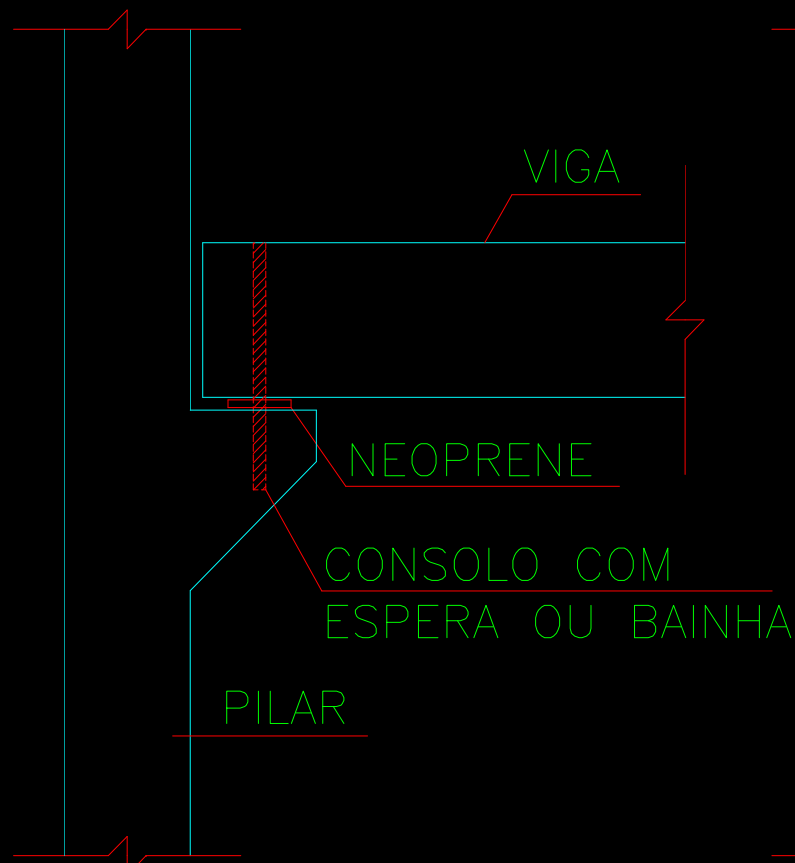


EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

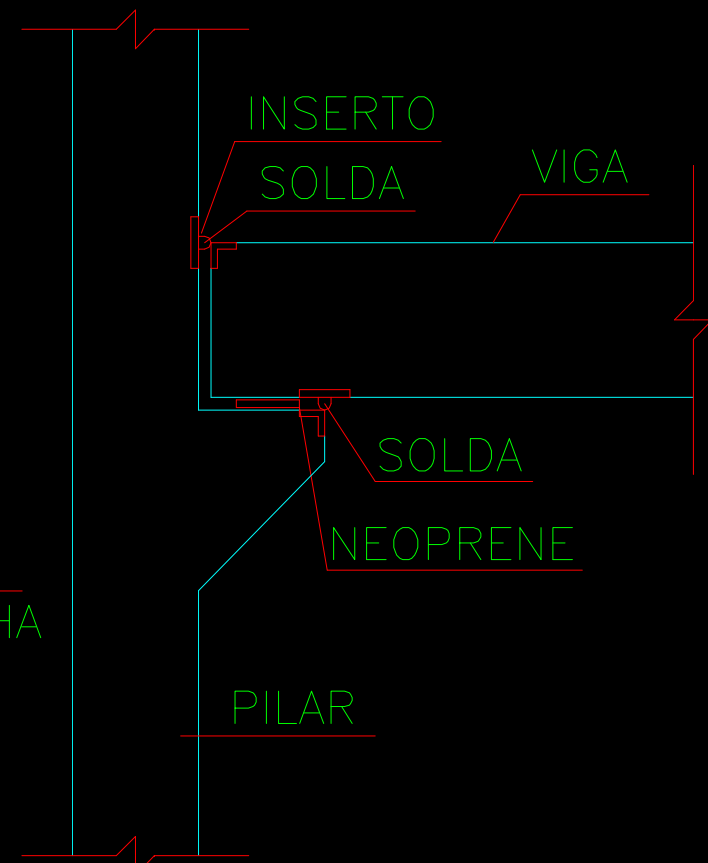
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

ISOSTÁTICA

ROTULADA

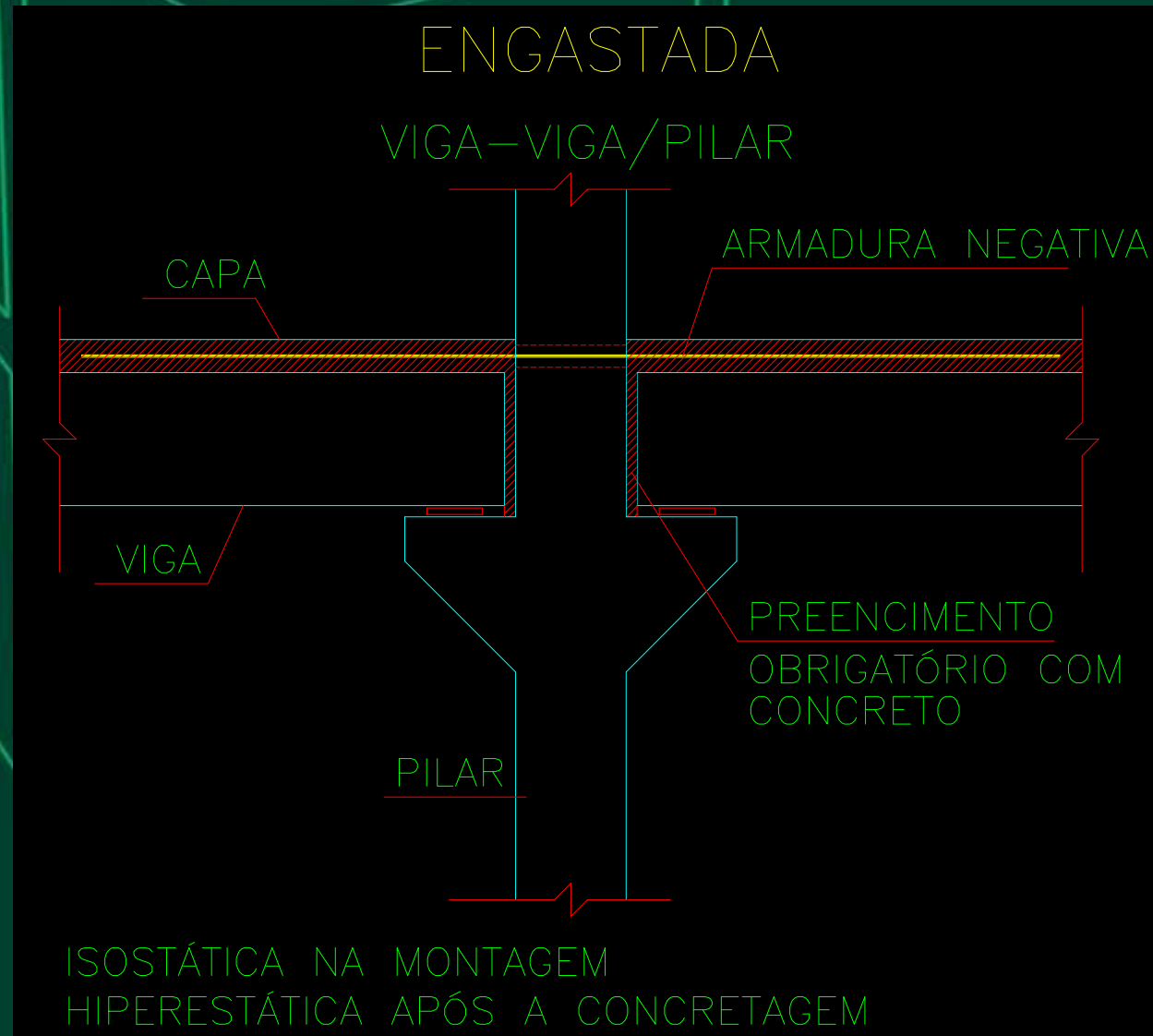


SEMI-RÍGIDA



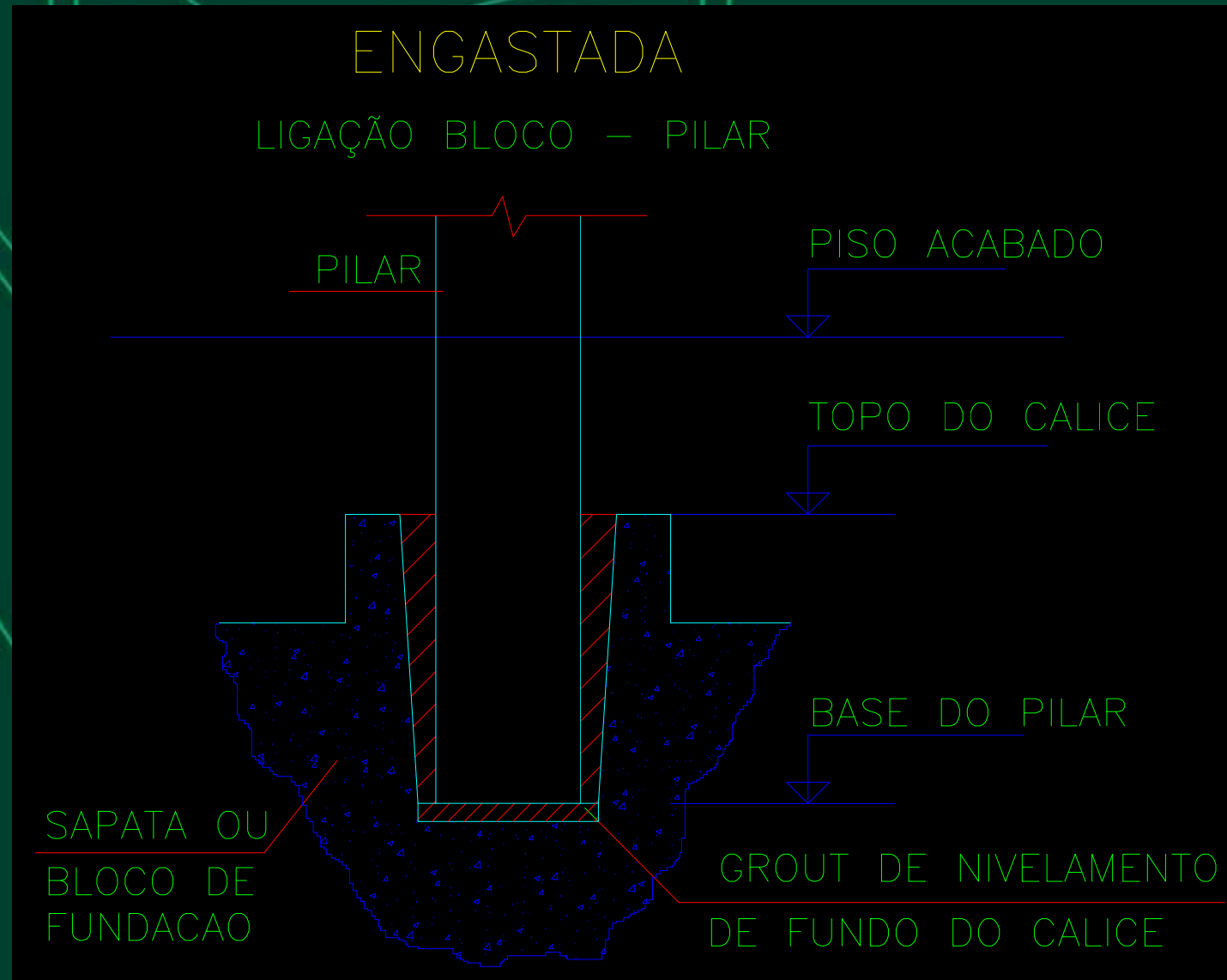
EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



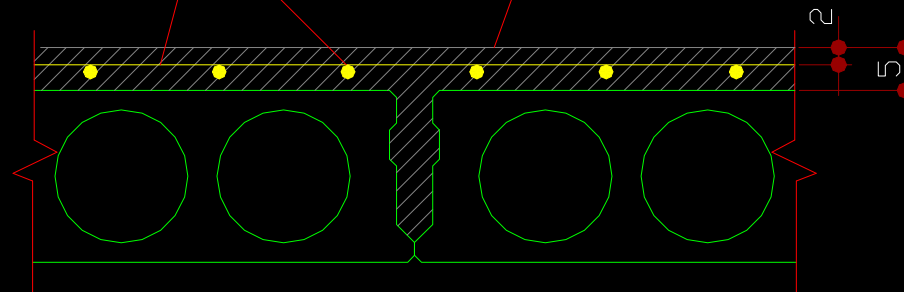
EXEMPLOS DE LIGAÇÕES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

SECÇÃO TÍPICA E POSICIONAMENTO DA ARMADURA

TELA CA60 Q-92

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

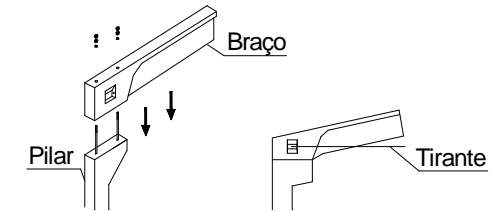


EXEMPLOS DE LIGAÇÕES (Estruturas Leves)

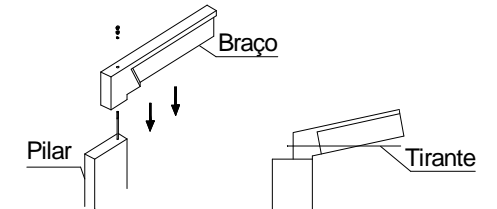
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



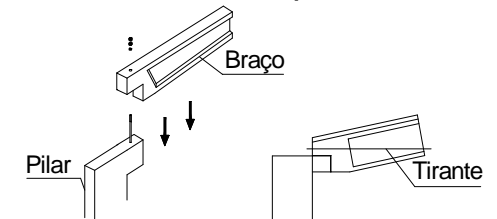
Ligação Painel
Arquitetônico.



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.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



ESTABILIDADE GLOBAL

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

- **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.**

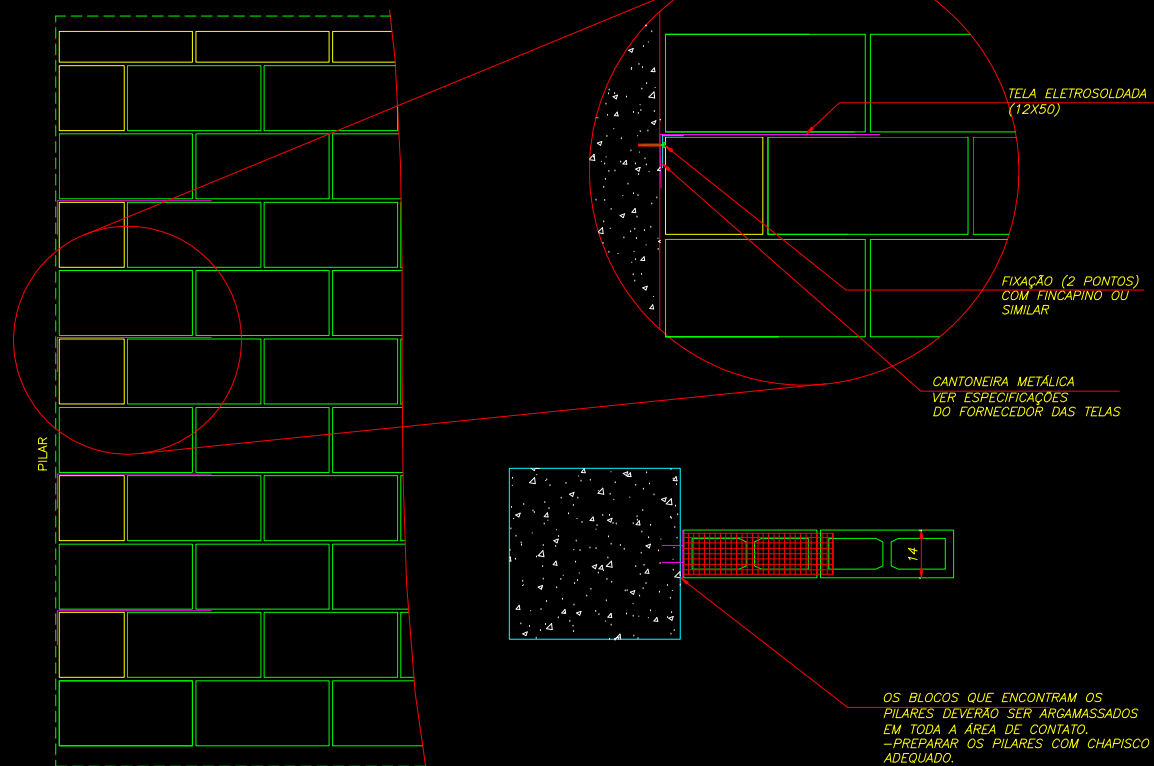
INTERFACE COM ALVENARIA (Blocos de Concreto)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

DET."14"

ESC. 1:12,5

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



INTERFACE COM OUTROS SISTEMAS

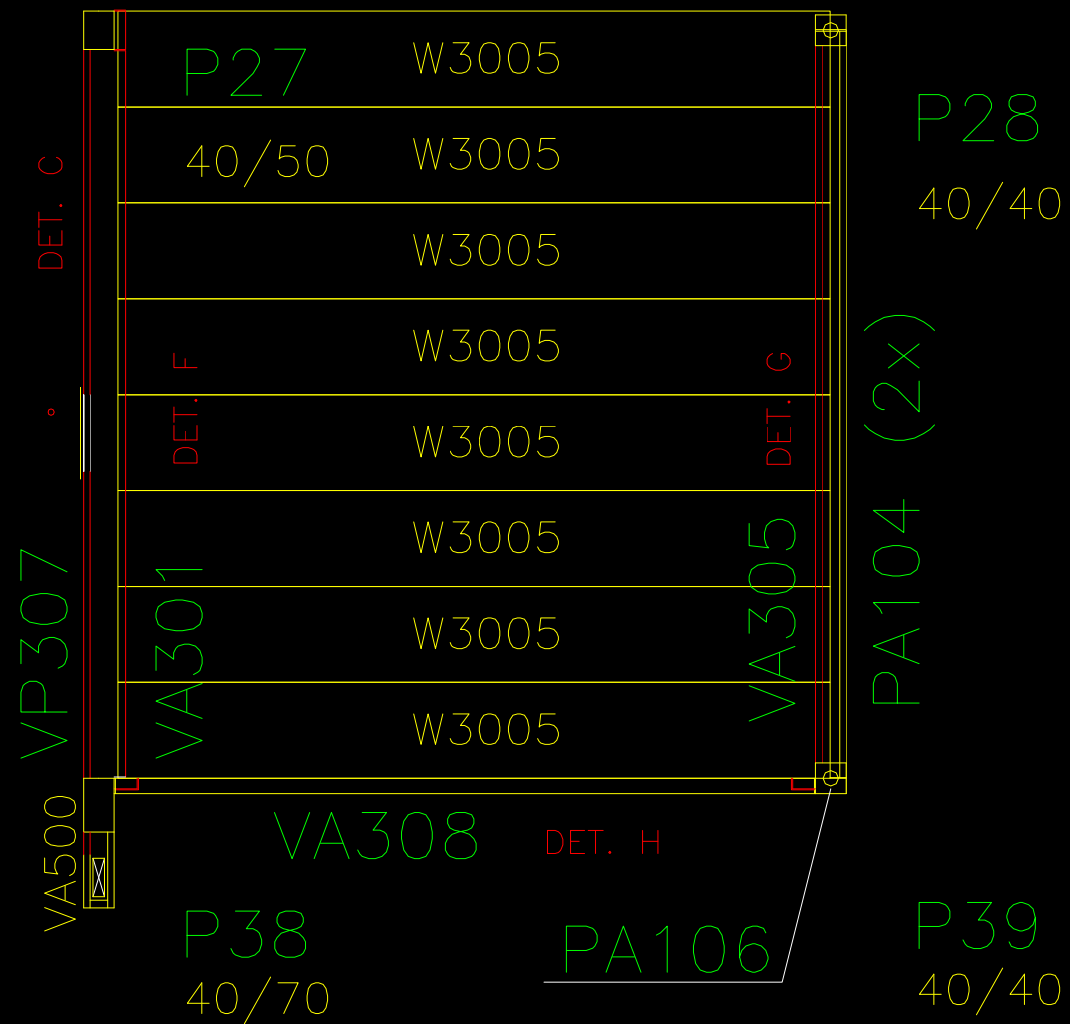
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



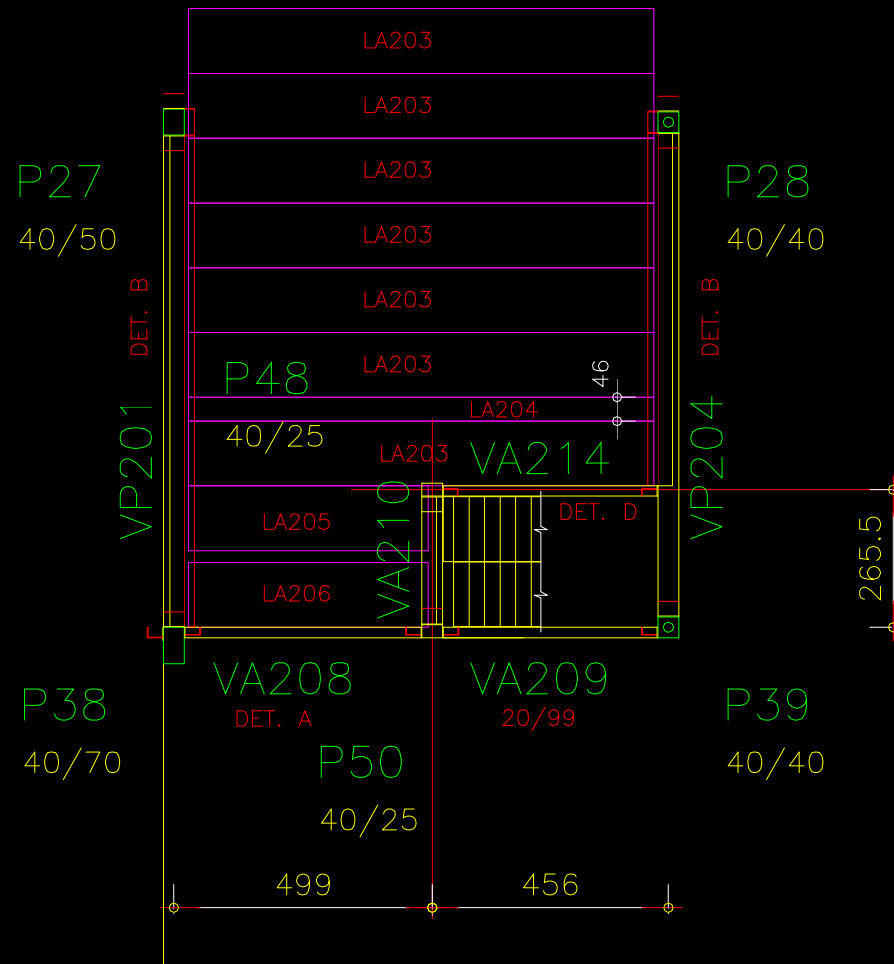
Piso Protendido (Cordoalha engraxada)

Alvenaria de Blocos

DETALHE I

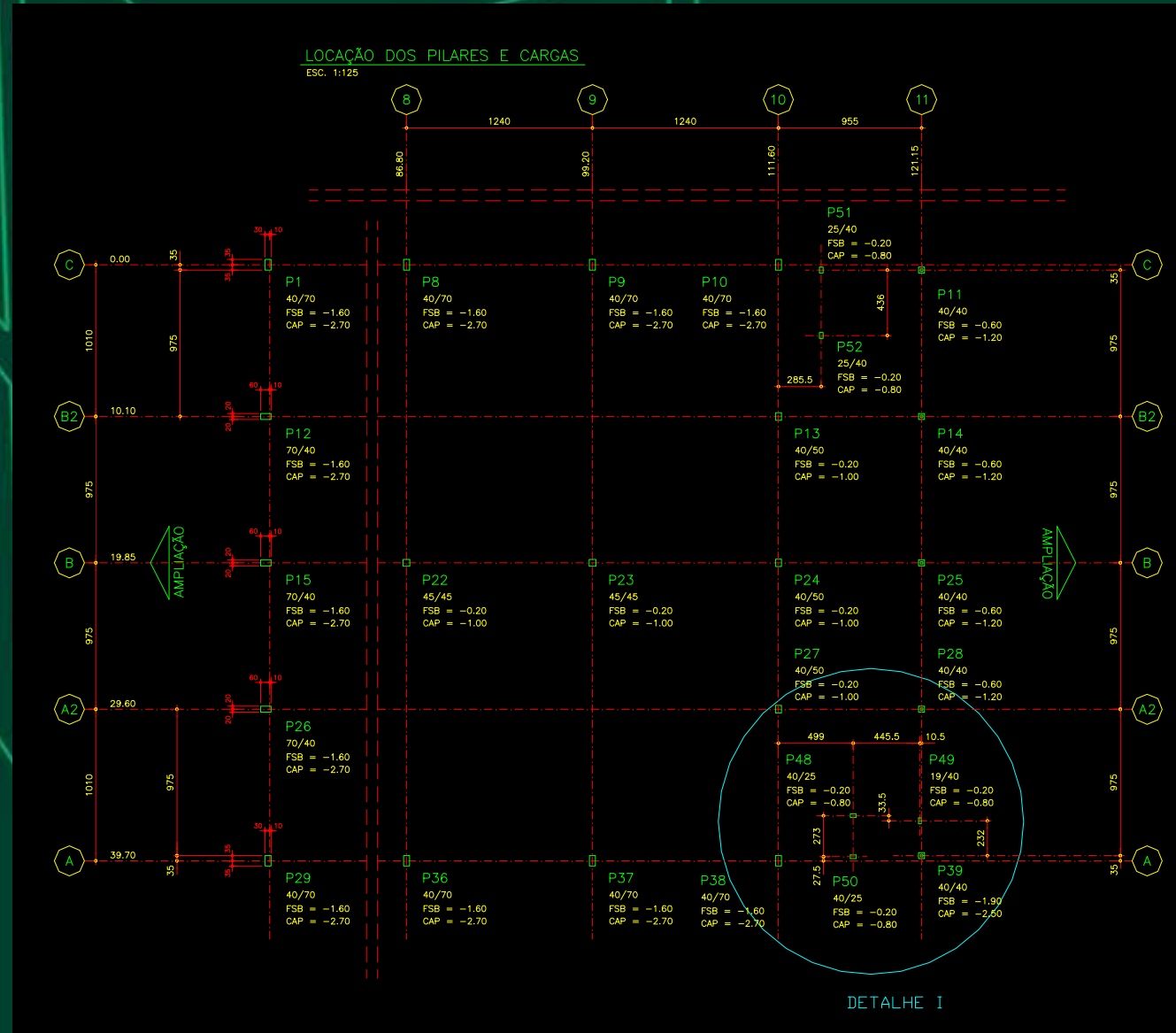


DETALHE I



PROJETO ESTRUTURAL

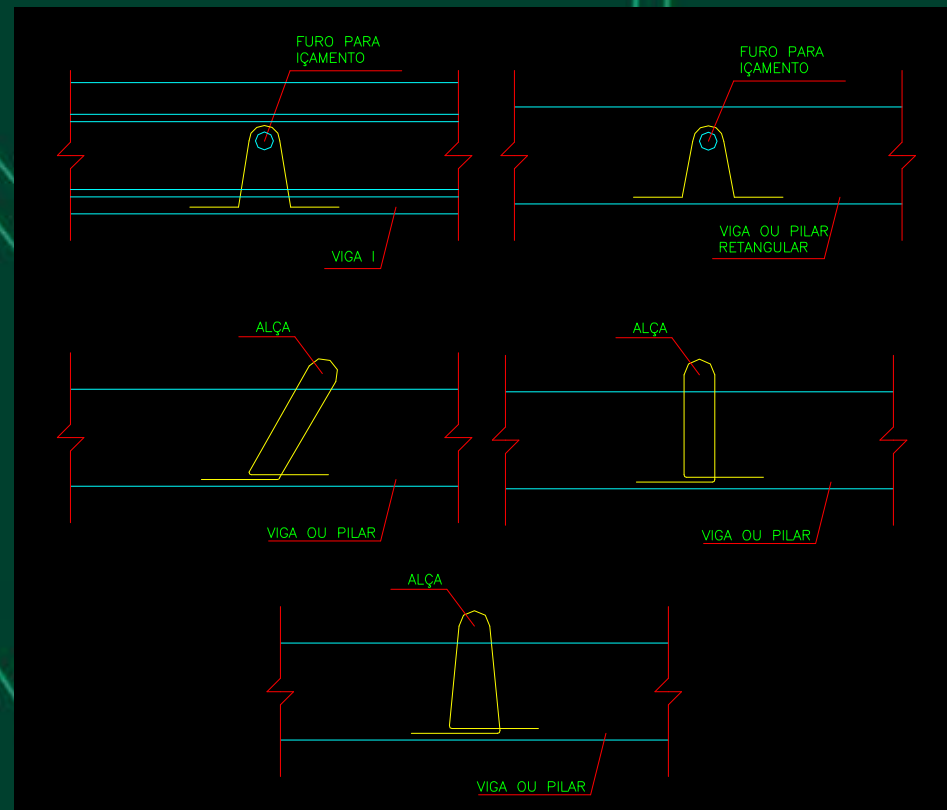
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PROJETO ESTRUTURAL

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



SISTEMAS DE IÇAMENTO

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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.

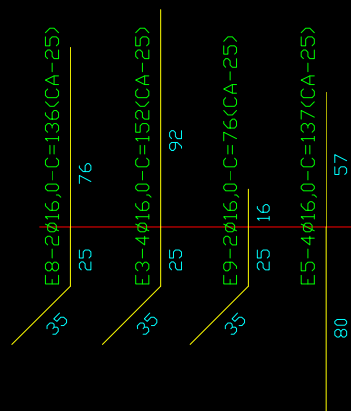


PROJETO ESTRUTURAL

- 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).

DETALHE II

ESPERAS (CA-25)



OBSERVAÇÕES:

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

VOL. CONCRETO = 1,17 m³

PESO = 2916 kgf

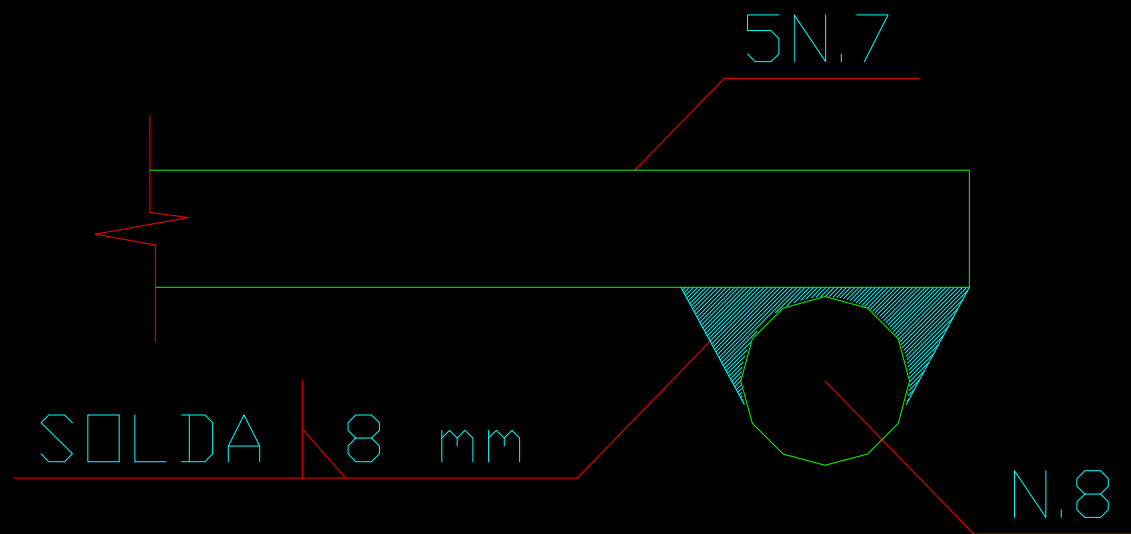
Recobrimento = 2,5 cm

RESUMO DO ACO (P/ 1 PILAR)

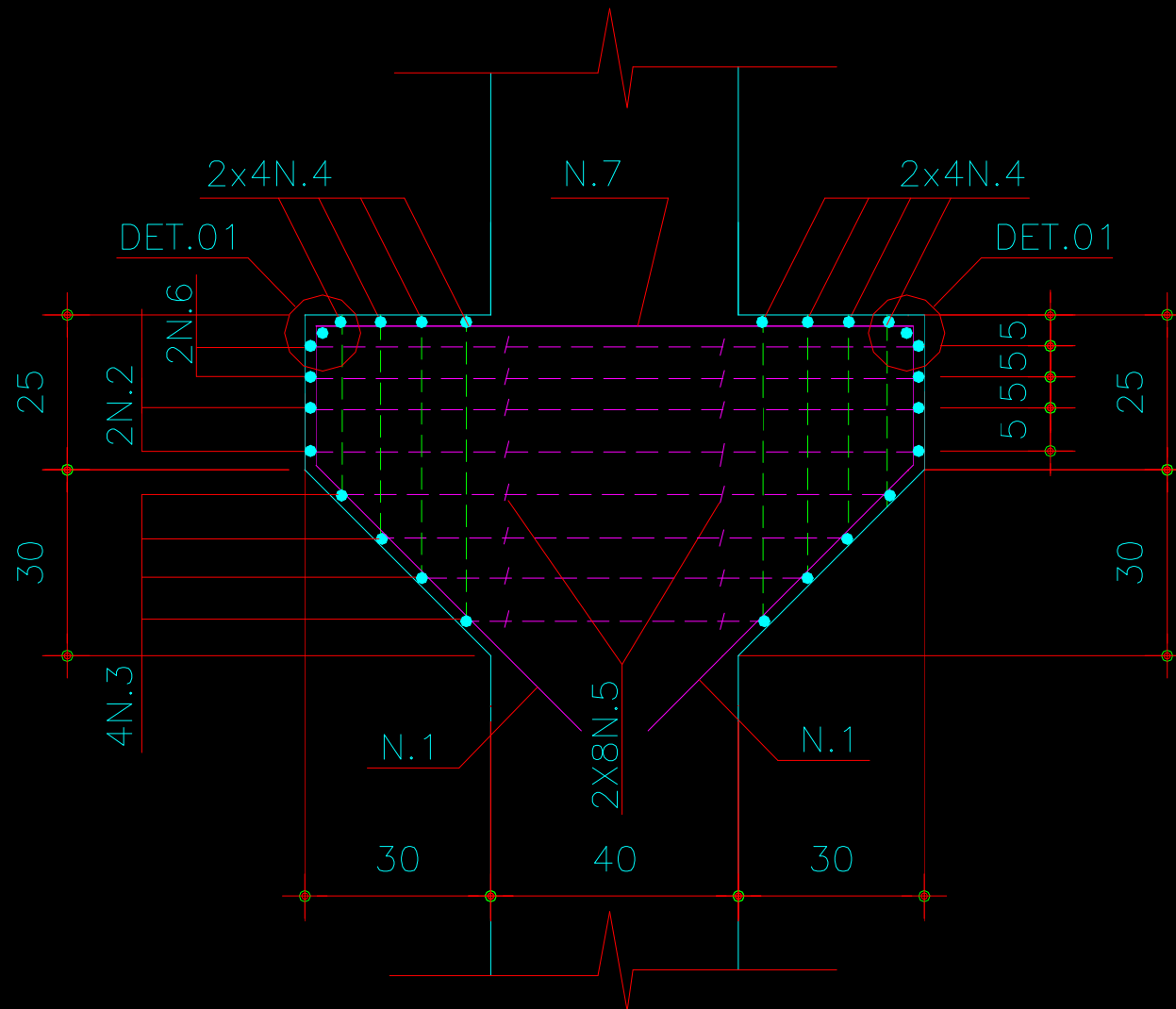
ACO	DIAM.	C _{total} (m)	PESO (Kgf)
CA60	5,0	102,32	16
CA50A	6,3	0,00	0
CA50A	8,0	75,74	31
CA50A	10,0	5,90	4
CA50A	12,5	19,60	20
CA50A	16,0	0	0
CA50A	20,0	46,64	117
CA50A	25,0	61,90	248
PESO TOTAL			
CA60	16 Kgf		
CA50A	420 Kgf		

DETALHE III

DETALHE 01



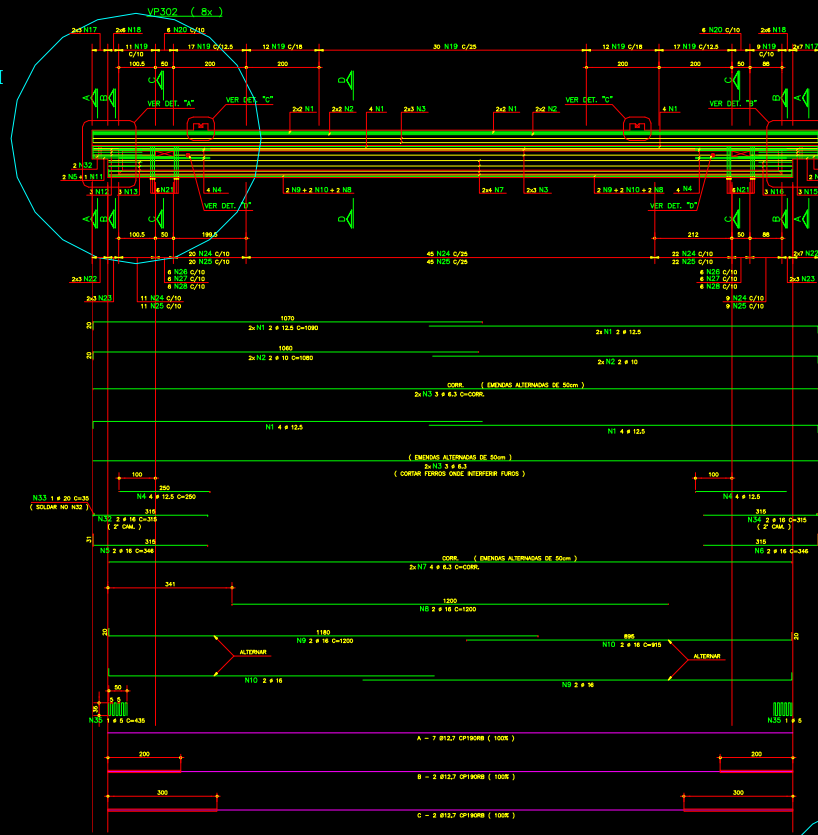
DETALHE IV



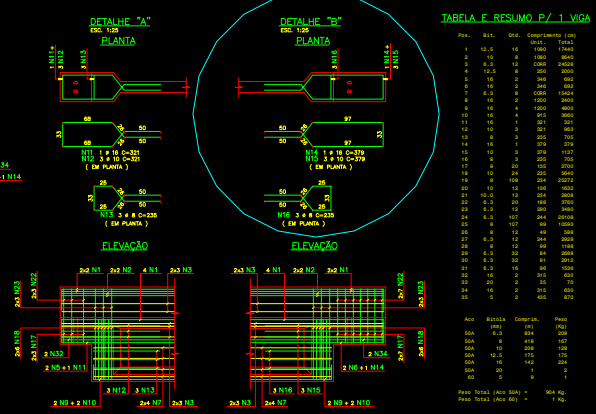
PROJETO PRODUÇÃO

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

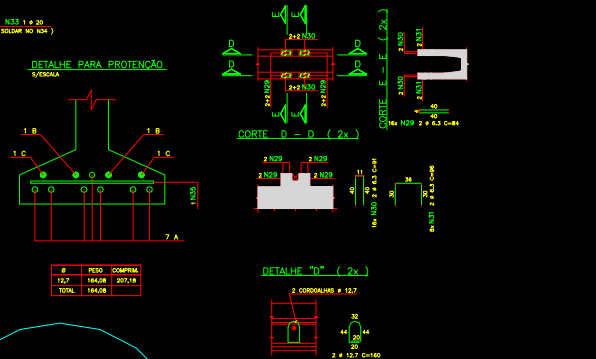
DETALHE I



DETALHE III

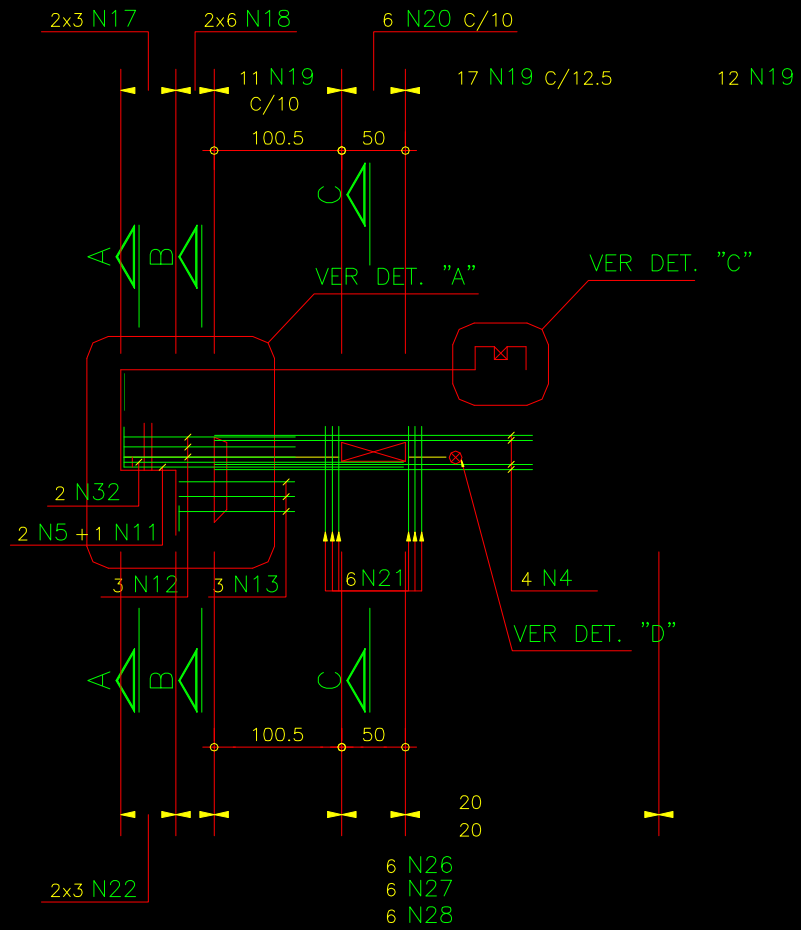


DETALHE II



DETALHE I

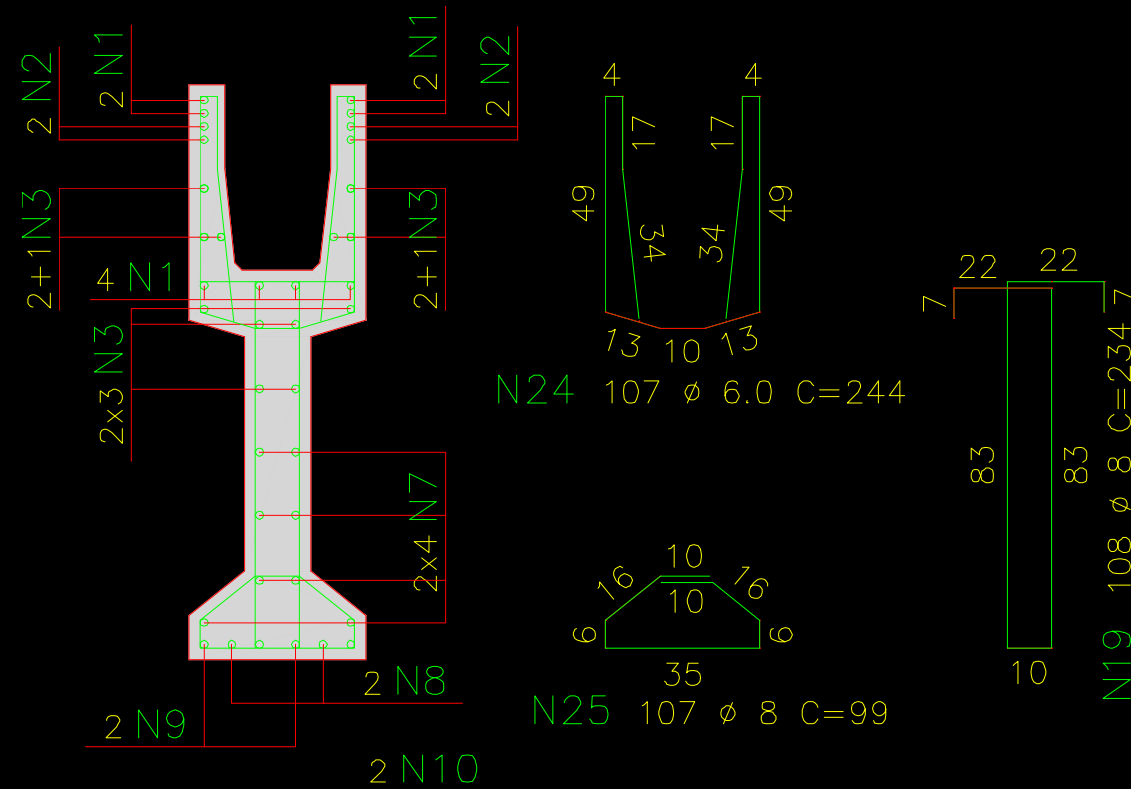
VP302 (8x)



DETALHE II

CORTE D - D

ESC. 1:25

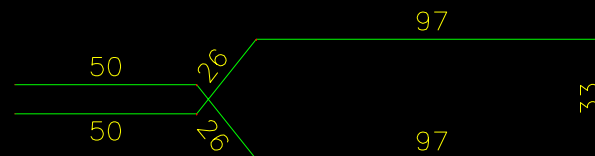
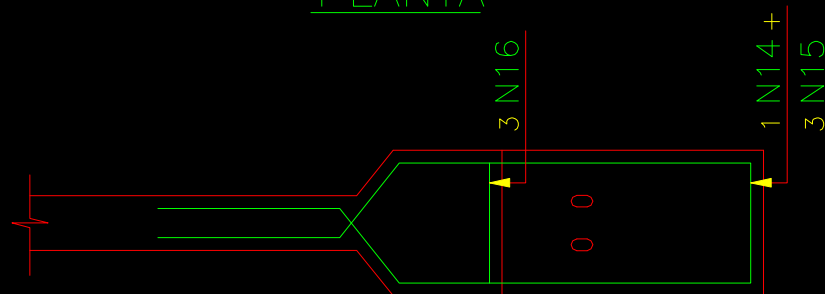


DETALHE III

DETALHE "B"

ESC. 1:25

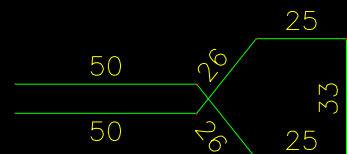
PLANTA



N14 1 ϕ 16 C=379

N15 3 ϕ 10 C=379

(EM PLANTA)



N16 3 ϕ 8 C=235

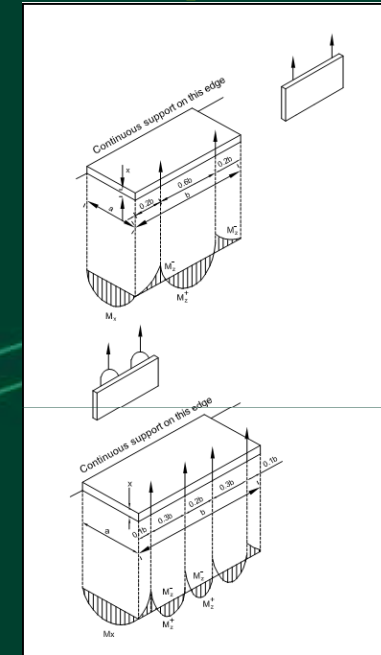
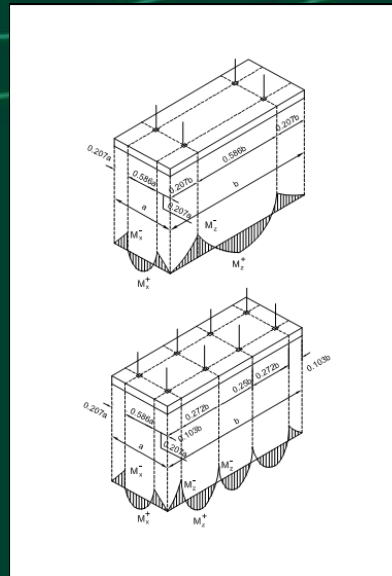
(EM PLANTA)

PROJETO ESTRUTURAL (Considerações Específicas)

Solicitações Transitórias:

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PROJETO MONTAGEM

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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

2º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

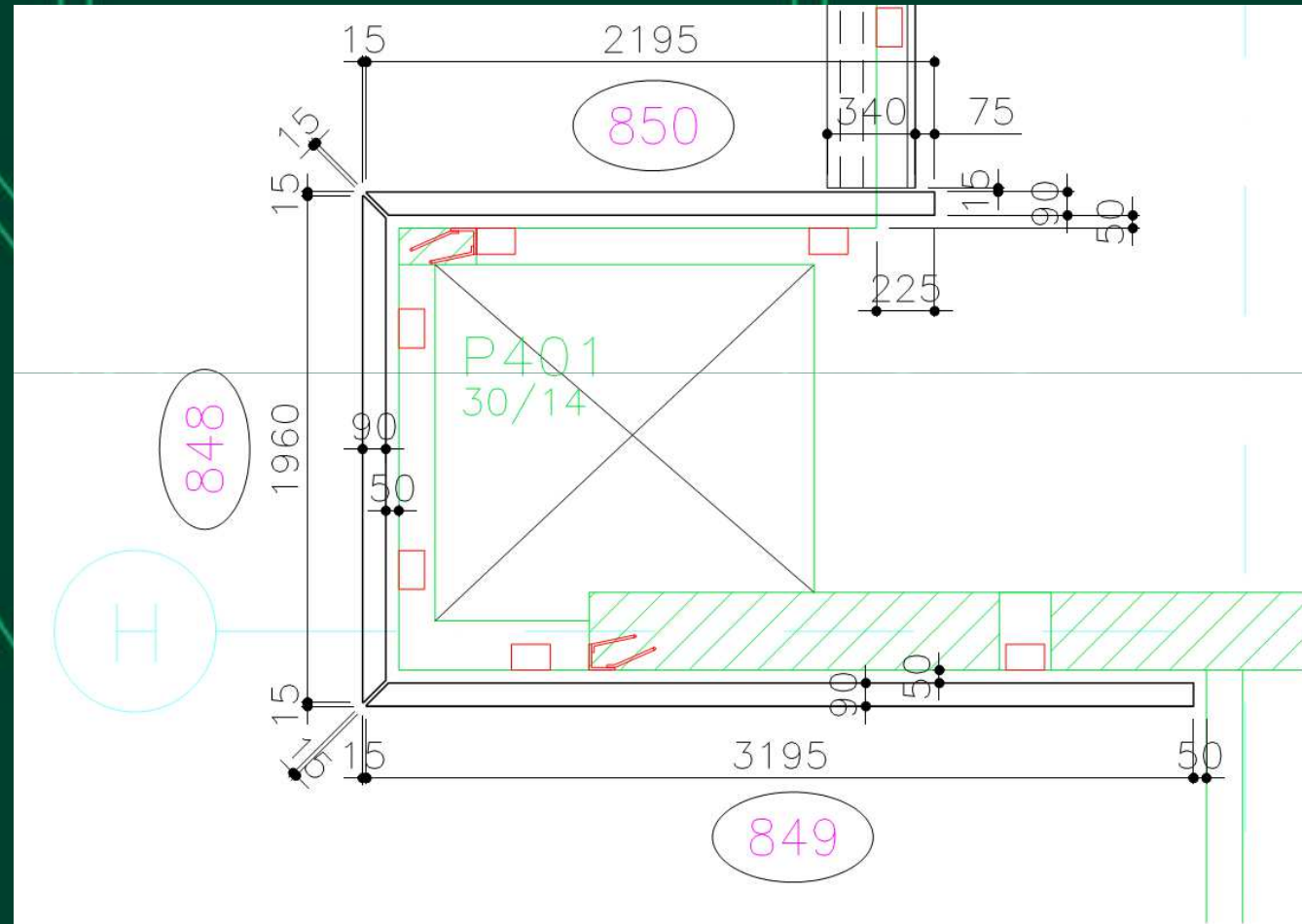
- O Pannel arquitetônico pode ser visto de forma análoga a uma pele de vidro.
- Tipicamente, considerar um afastamento de 15 cm entre a face do pannel e a face da estrutura. (9-10 cm para o pannel 5 cm de folga construtiva). Entre painéis, considerar 1,5 cm.
- Em geral, as juntas entre painéis são tratadas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

DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

- 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)

“CASE” EXEMPLO :

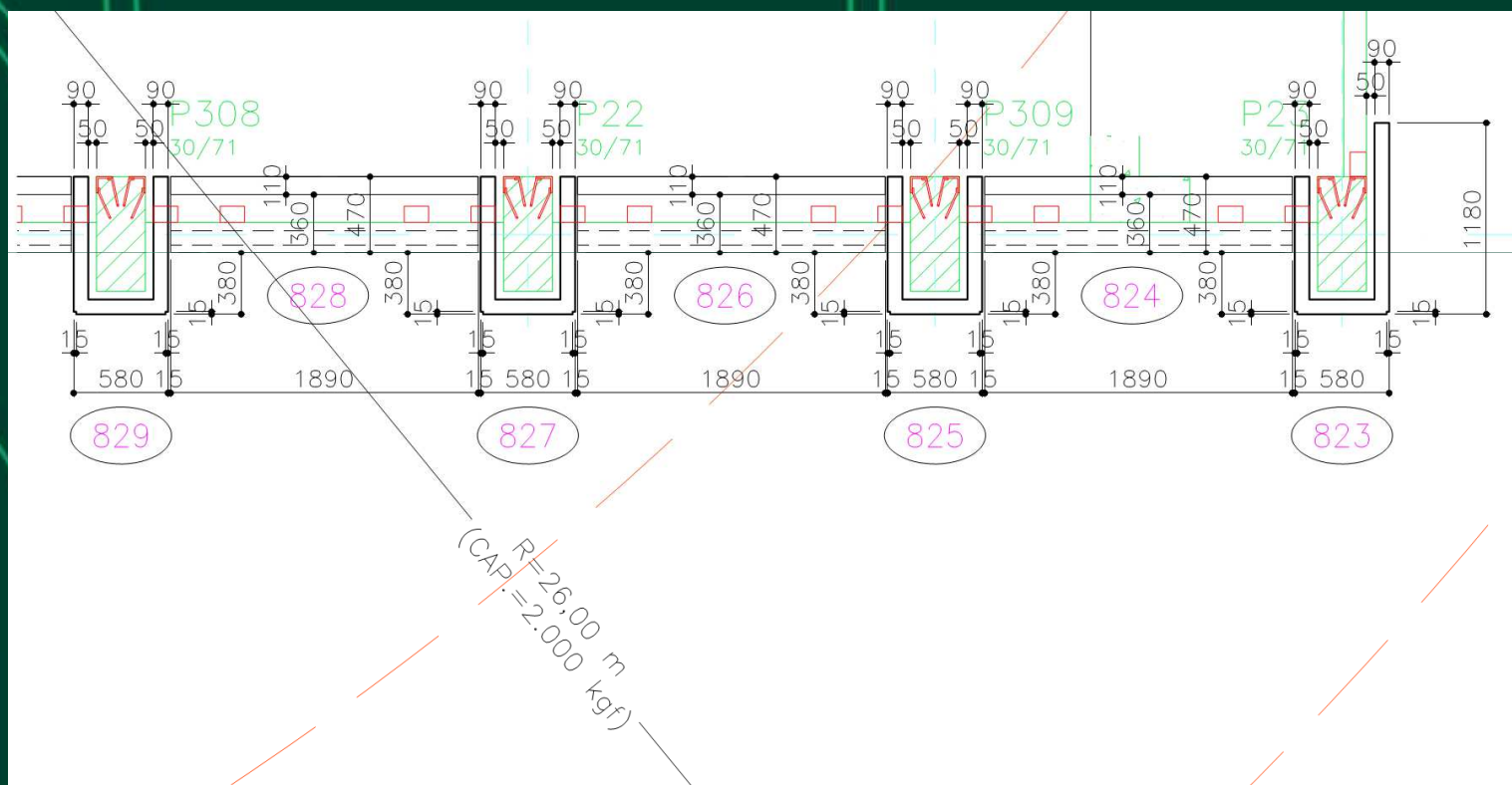
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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



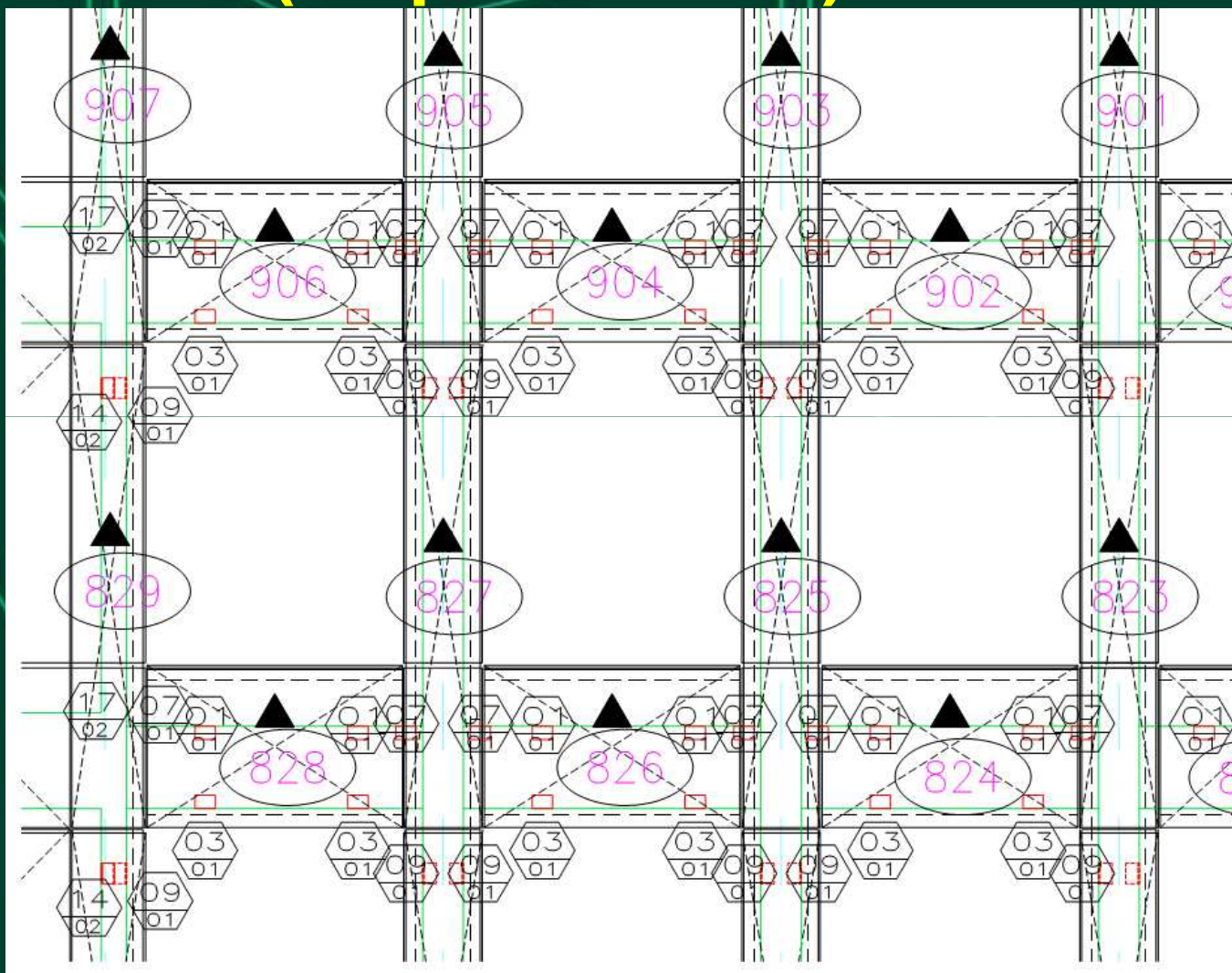
DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



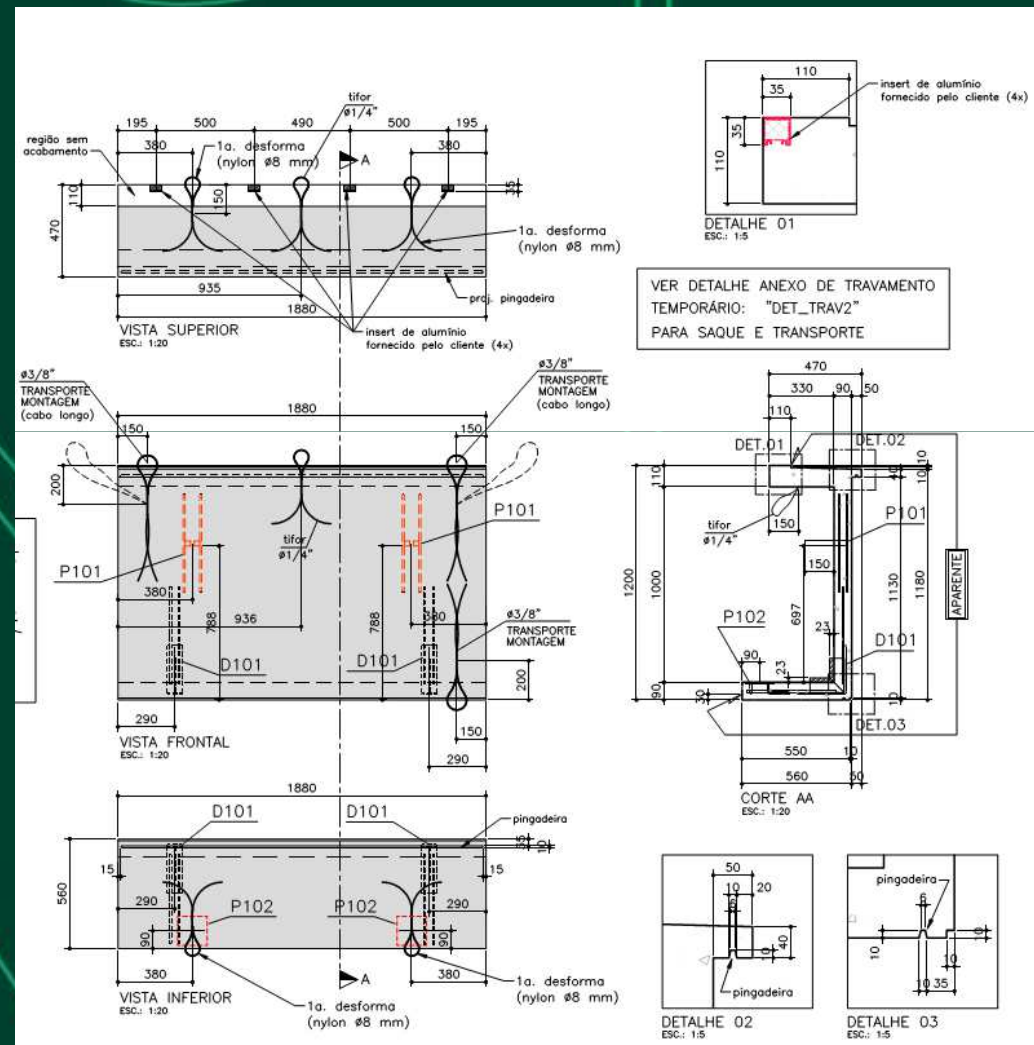
DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

- 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.

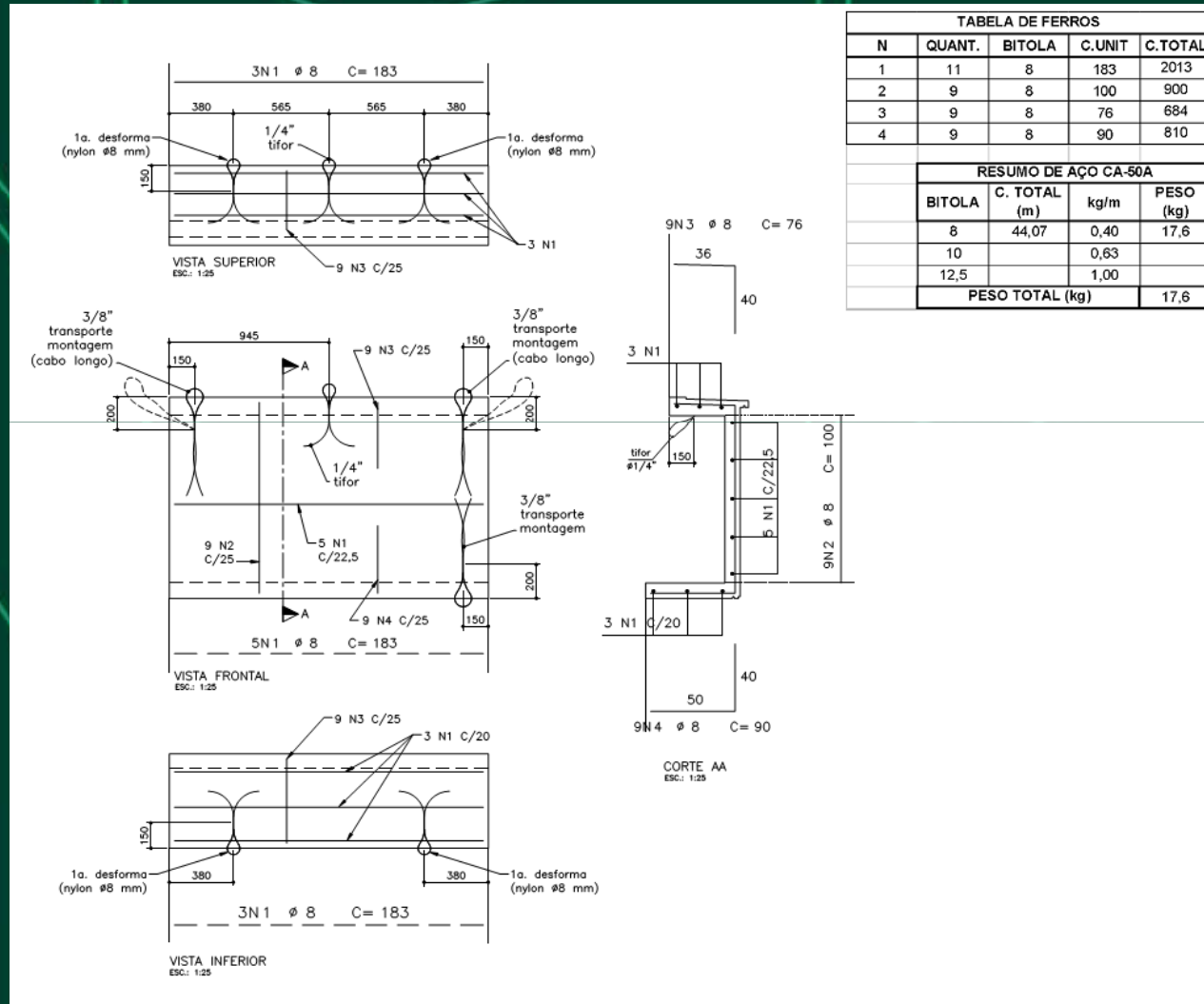
DIRETRIZES PARA PROJETO (Arquitetônico)

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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

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)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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 ?

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

*“ 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*

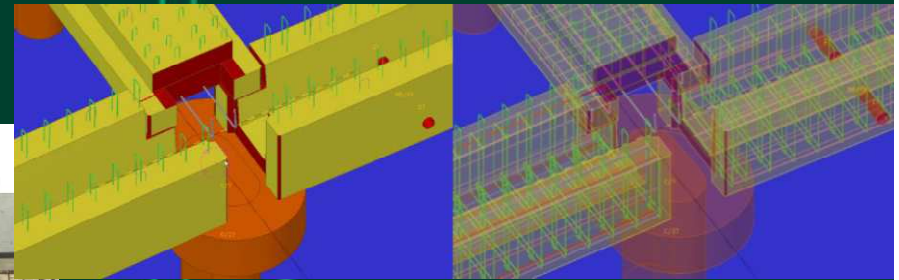
- *Redução de Custos associados à Engenharia.*
- *Redução de Custos decorrentes de Retrabalho*
- *Integração global do processo (PCP, Expedição, logística de montagem, aproximando mais a construção de outros processos industriais.)*
- *Melhor produtividade por conta de análise de interferências (Armadura 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.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

- REVIT (Autodesk) usa.autodesk.com/revit/
- TEKLA STRUCTURES www.tekla.com
- NEMETSCHEK www.nemetschek.com/en/home.html
- LEGOCAD <http://www.csgengineering.eu/>
- TQS www.tqs.com.br
- PLANNIX www.plannix.com.br



PEÇAS (Pilares)

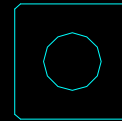
- Maior complexidade (projeto e execução).
- Menor padronização (maiores diferenças de geometria, consoles);
- Interface com o sistema de águas pluviais;
- Insertos;
- Quarta Face (sem contato com a forma, acabamento manual e local para posicionamento de alças de içamento).
- $h_{\text{máx}} = 30\text{m}$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

PILARES (Seções Típicas)

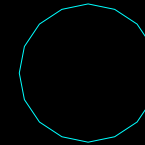
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



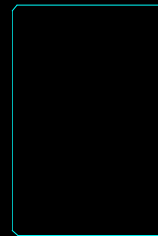
QUADRADA



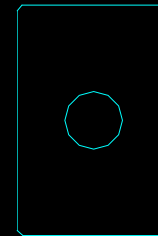
QUADRADA
VAZADA



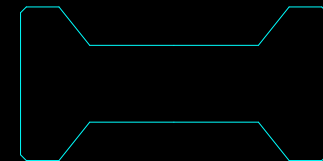
CIRCULAR



RETANGULAR



RETANGULAR
VAZADA



PILAR I



Ranhas para melhor aderência com o cálice

CONSOLES (aplicações)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



EMENDA DE PILARES

- Execução através de chapa de contato.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

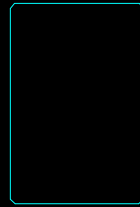


PEÇAS (Vigas)

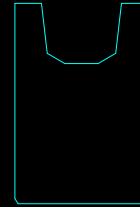
- Podem ser armadas ou protendidas.
- Protendidas produzidas em pistas.
- Vigas armadas (estudar as dimensões para possibilitar melhor aproveitamento de formas).
- Detalhes fora de padrão direcionados para os pilares.
- Vigas calha (sistema de captação de água pluvial).
- Seção retangular vãos até 15m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

VIGAS (seções típicas)

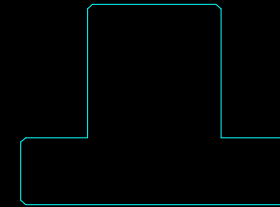
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



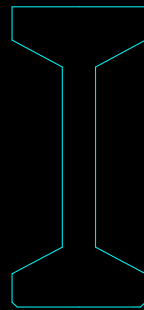
VIGA
RETANGULAR



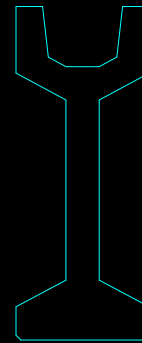
VIGA
CALHA



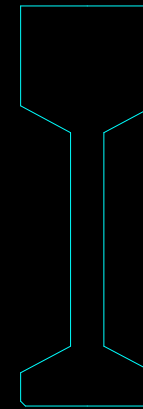
VIGA
T INVERTIDO



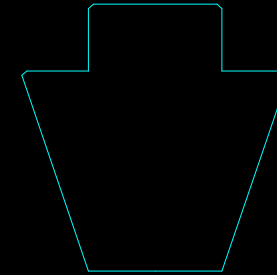
VIGA I



VIGA I
CALHA



VIGA I



VIGA
T INVERTIDO



VIGAS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



LAJES

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

LAJES

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

LAJES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

- 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.

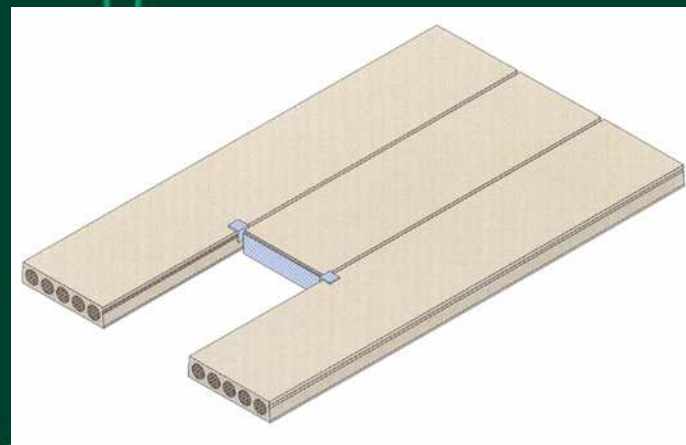
LAJES

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

LAJES ALVEOLARES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

- 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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Seções de Lajes

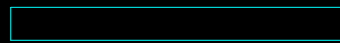
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



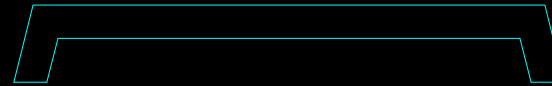
LAJE ALVEOLAR



LAJE TT



LAJE MACIÇA



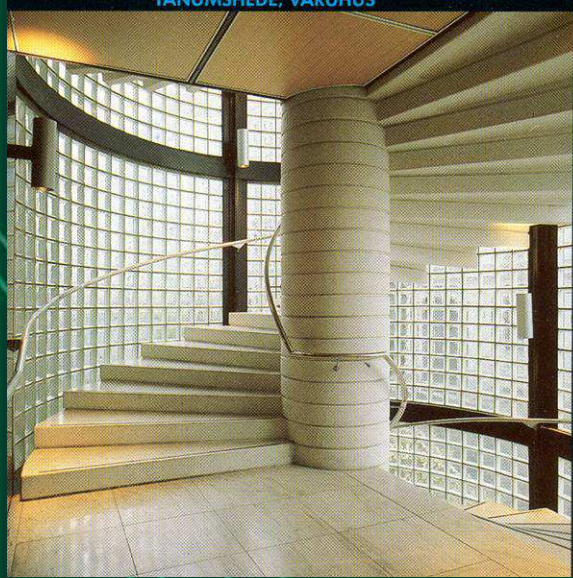
LAJE U INVERTIDO



Laje " TT ", a do filme

ESCADAS

Helicoidais



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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

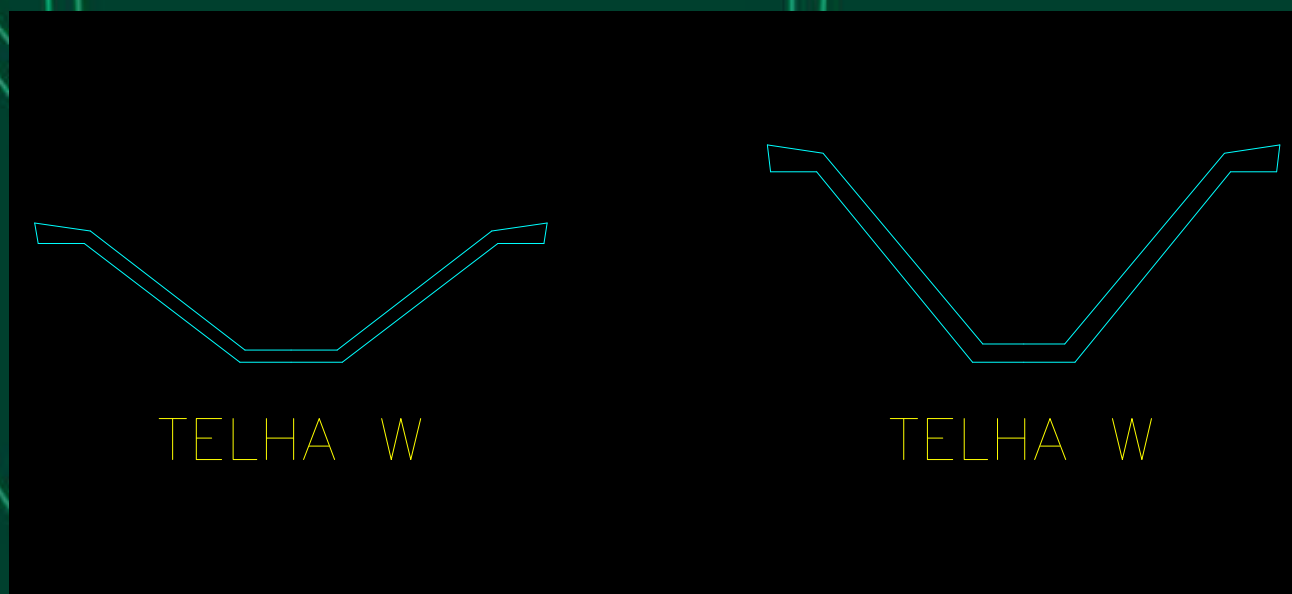
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Captação da Águas Pluviais

TELHAS (seções típicas)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



W 40

W 50

TELHAS

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



SISTEMA DE COBERTURA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



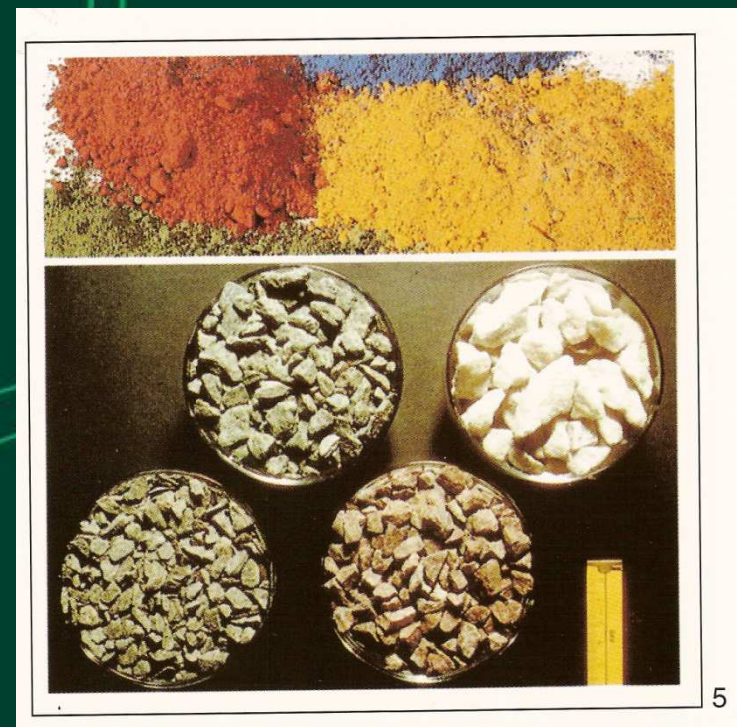
DETALHES DA EXECUÇÃO



PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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



PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Montagem



Sh. Bourbon-WALLIG
Porto Alegre



Transporte

(MD Precast)

PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



TRANSPORTE E MONTAGEM

PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PAINÉIS ARQUITETÔNICOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

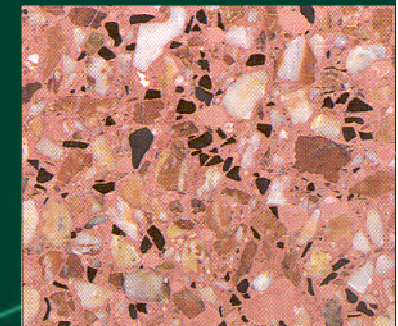
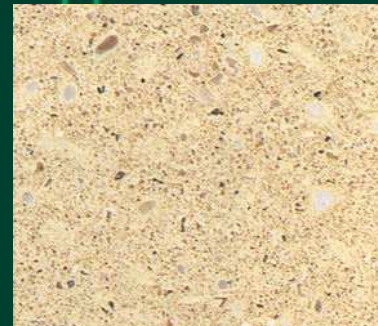
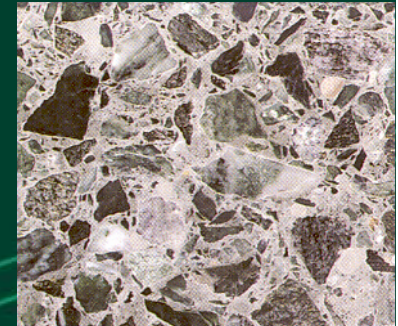
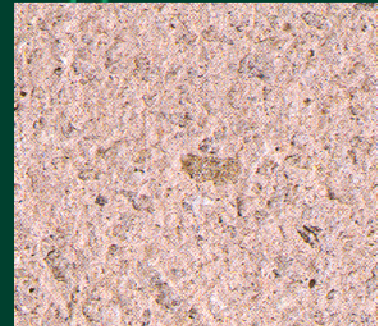
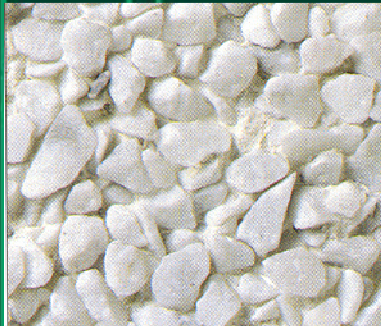


**DETALHES SISTEMAS DE
IÇAMENTO.**



ACABAMENTOS E TEXTURA

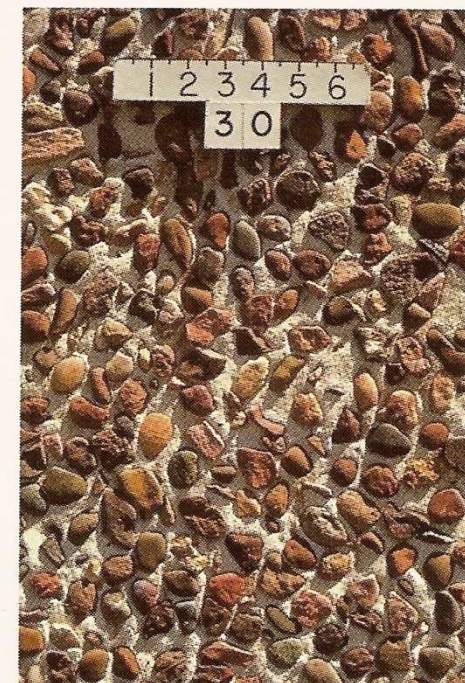
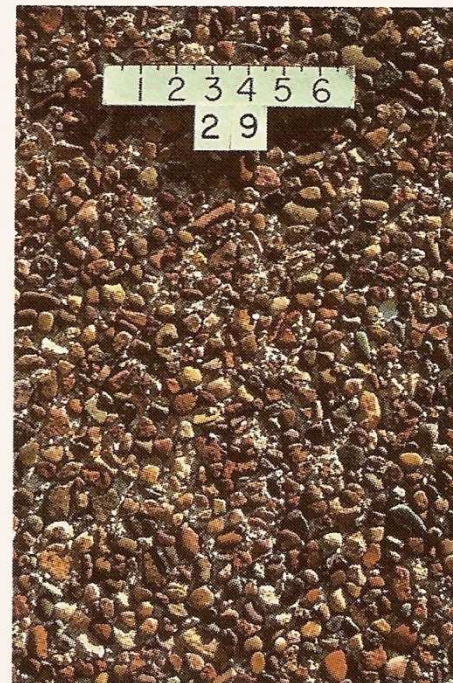
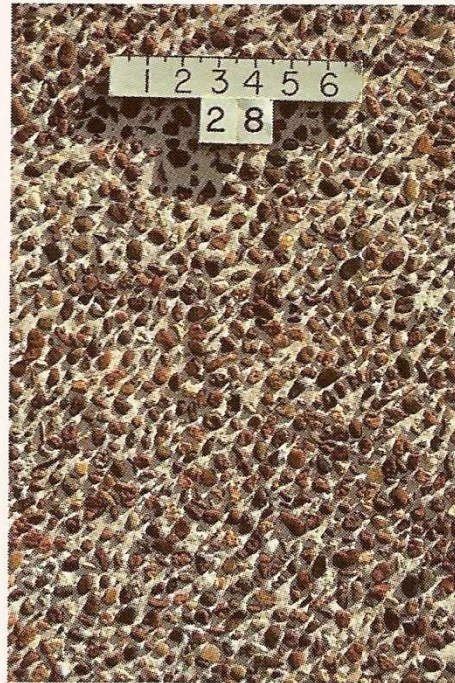
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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

ACABAMENTOS E TEXTURA

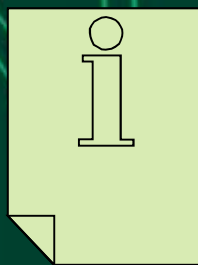
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Agregado exposto, sobre colchão de areia (+ simples)

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.

PAINÉIS ALVEOLARES

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Com ou sem
revestimento.

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

Alta produtividade menor
custo.



ESTACAS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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



ESTACAS CENTRIFUGADAS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MONOBLOCOS

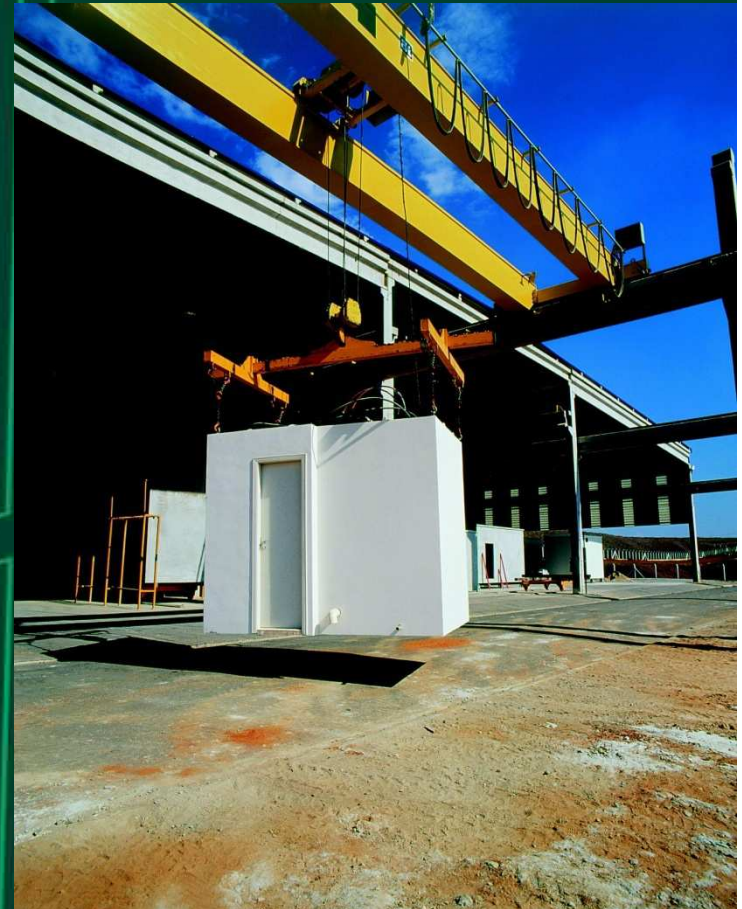
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Concretagem em etapa única.

Utilização de concretos especiais (GFRC).

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



MONOBLOCOS

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



“ TOUR VIRTUAL ” NUMA FÁBRICA DE PRÉ-MOLDADOS.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

3º Módulo de Perguntas.

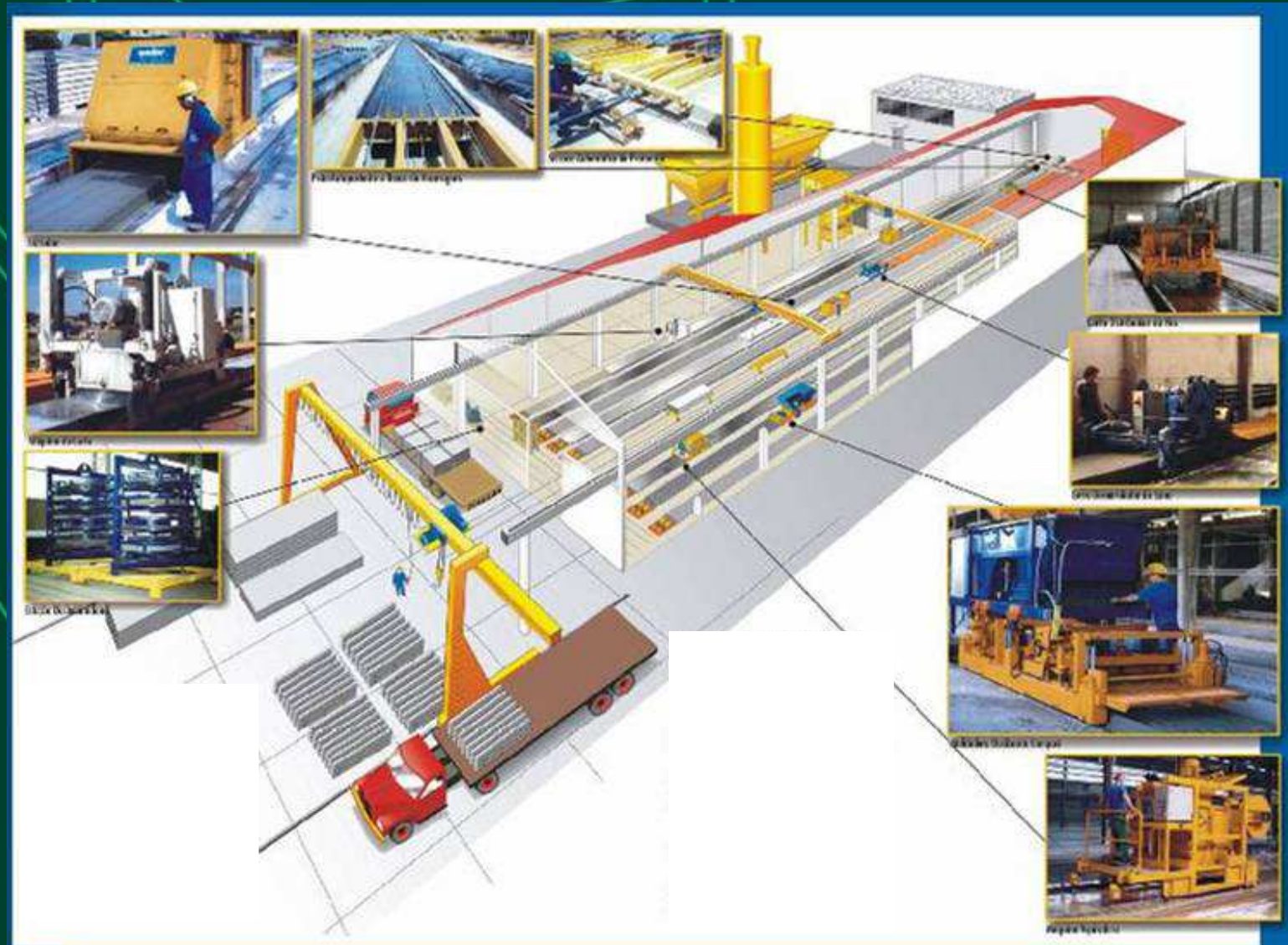
Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

PRODUÇÃO

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

LAY – OUT (fábrica)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PRODUÇÃO (Fôrmas)

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



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

PRODUÇÃO (Fôrmas)

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

Versatilidade (seções Diversificadas).

Aço.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Peças com armadura frouxa.

Formas de madeira ou aço.
(Custo x Benefício)

Reutilização função da
qualidade
do material empregado.



PRODUÇÃO (Fôrmas)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Pista de Telhas.



Cabo

Pista de Lajes Alveolares.



Extrusão (máquinas).

Protensão.

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

PRODUÇÃO (Armaduras)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



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)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Centrais dosadoras /Misturadoras.

CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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

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)

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;

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



**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.

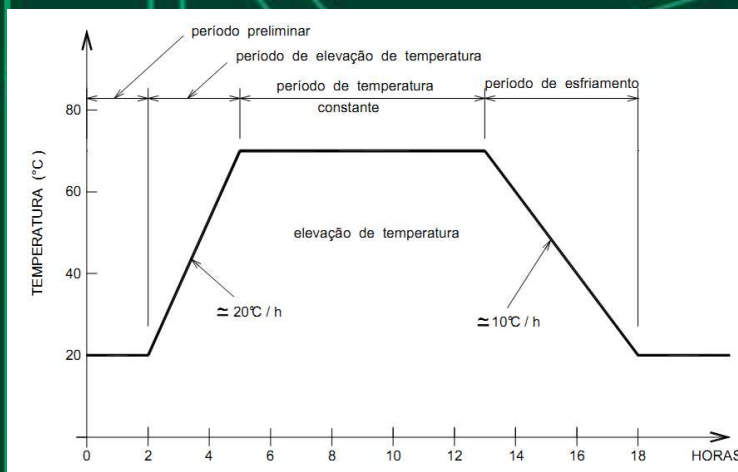
PRODUÇÃO (Tipos de Cura)

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.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



PRODUÇÃO (Cura)

Cura natural:

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

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

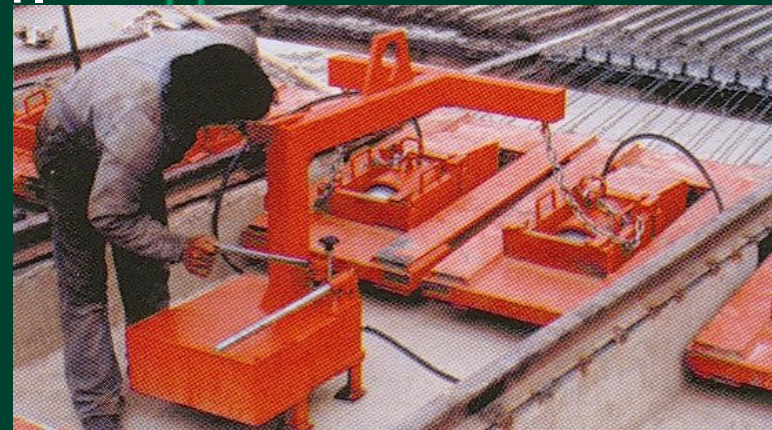


PRODUÇÃO (Desforma)

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

PRODUÇÃO (Desprotensão)

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



PRODUÇÃO (Acabamento)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



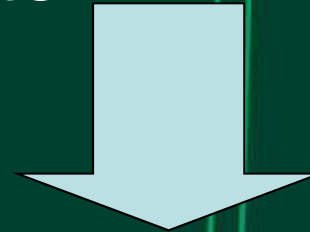
QUALIDADE (CLIENTE)

- 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

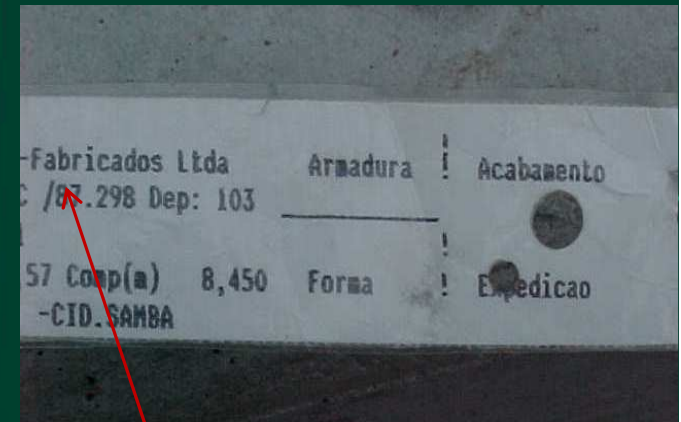


QUALIDADE DO PROJETO E DO PROCESSO CONSTRUTIVO

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;

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Rastreabilidade

QUALIDADE

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



**Ensaio de
Cisalhamento
numa Laje
Alveolar.**

Influências na Resistência à Compressão

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

Reflexão

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

QUALIDADE

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

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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	

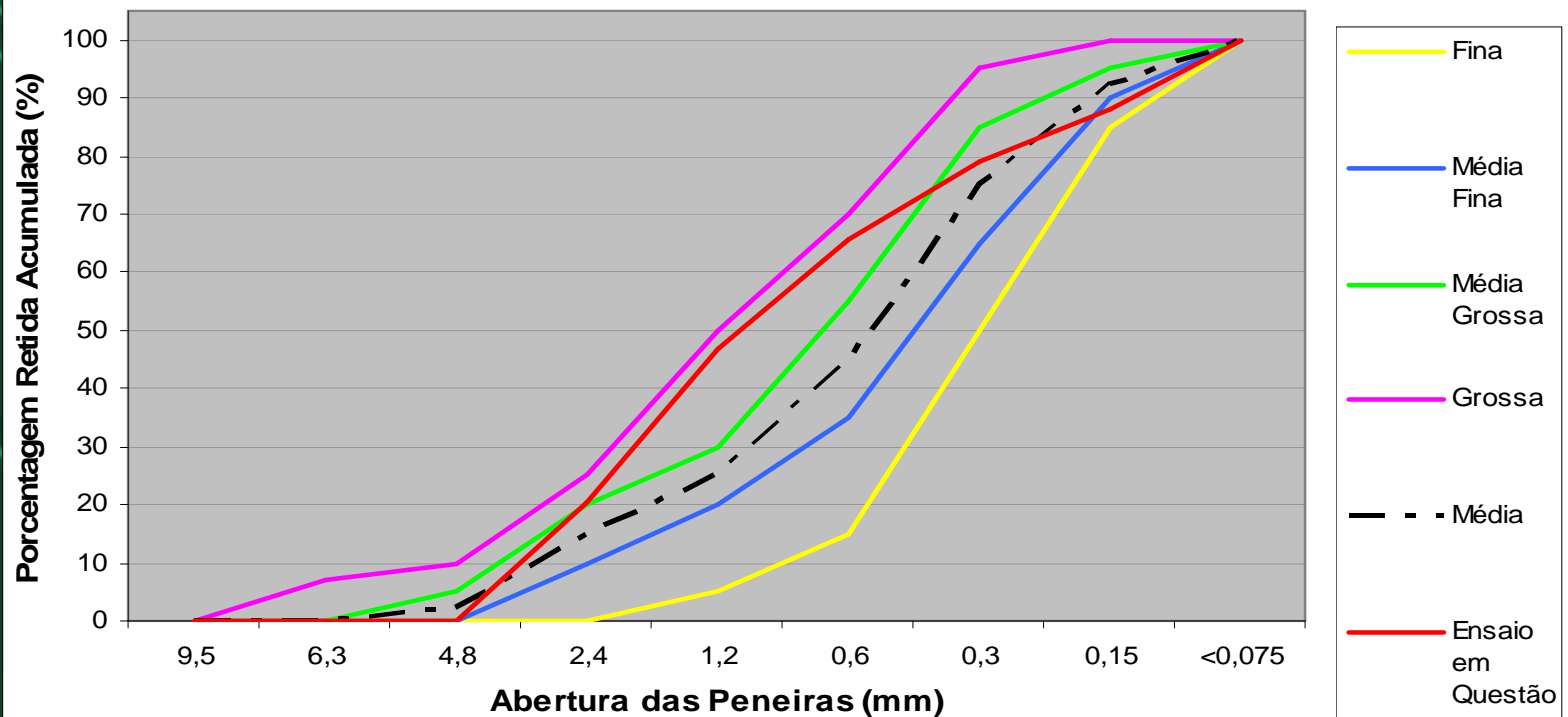
MATÉRIA - PRIMA (agregado miúdo)

- 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)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

Curva Granulométrica do Agregado Miúdo



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

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

Manutenção de Equipamentos.



LOGÍSTICA

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

LOGÍSTICA

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Curvas de Capacidade de equipamentos de montagem

CAPACIDADE TOTAL 60.000 Kg a 3,0 m

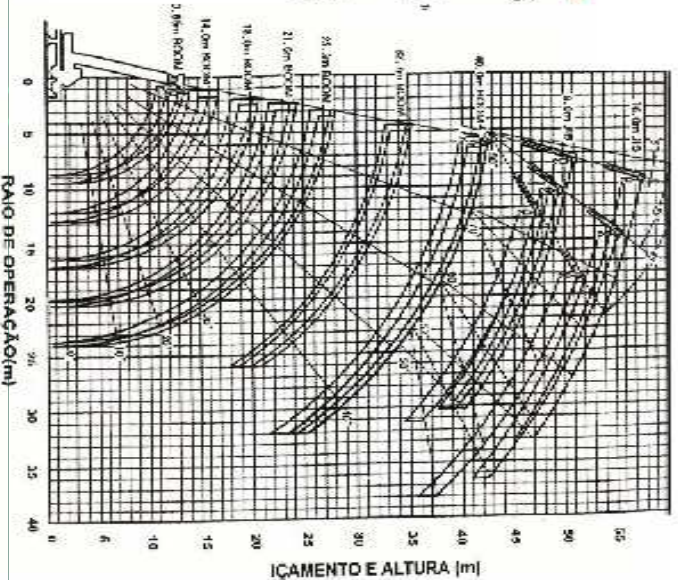
LANÇA - PRINCIPAL 5 estagios 10,65 - 40,0 m
JIB / Z estagios 9,0 - 16,0 m

DIMENSÕES

Comprimento aprox. 12,860 mm
Largura aprox. 2,820 mm
Altura aprox. 3,750 mm

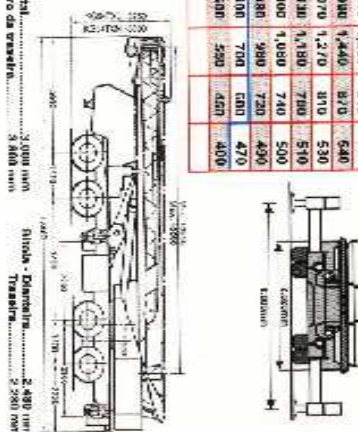
PESOS

Peso bruto do veículo aprox. 38.000 Kg
- Heliporto aprox. 10.000 KG
- Traseiro aprox. 24.000 KG



Pátio		Pátio Frontal Estendida (360°)		Pátio Frontal Estendida (180° lateral e na vertical)	
A	B	A	B	0°	15,0m
10,65m	14,10m	18,0m	21,6m	25,3m	32,7m
40,0m	40,0m	40,0m	40,0m	40,0m	40,0m
3,0m 50,000	33,0m 28,000	24,000	24,000	24,000	24,000
3,5m 43,000	33,0m 28,000	24,000	24,000	24,000	24,000
4,0m 38,000	33,0m 28,000	24,000	24,000	24,000	24,000
4,5m 34,000	30,0m 28,000	24,000	20,000		
5,0m 30,200	28,000	28,000	24,000	20,000	
5,5m 27,500	26,000	28,000	22,200	20,000	
6,0m 25,000	24,000	23,500	21,000	20,000	
6,5m 22,700	22,000	21,000	19,000	13,000	
7,0m 20,700	20,000	20,000	18,000	13,000	
7,5m 18,900	18,500	17,000	16,000	13,000	
8,0m 17,400	17,000	15,000	14,000	13,000	
8,5m 16,000	15,000	13,500	13,000	11,000	
9,0m 14,700	14,000	12,000	12,000	10,000	
9,5m 13,500	13,000	10,500	10,000	9,000	
10,0m 12,400	12,000	9,000	9,000	8,000	
10,5m 11,400	11,000	7,500	7,500	7,000	
11,0m 10,500	10,000	6,000	6,000	5,500	
11,5m 9,700	9,000	5,000	5,000	4,500	
12,0m 9,000	8,000	4,000	4,000	3,500	
12,5m 8,400	7,000	3,000	3,000	2,500	
13,0m 7,900	6,000	2,000	2,000	1,500	
13,5m 7,500	5,000	1,000	1,000	1,000	
14,0m 7,200	4,000	500	500	500	
14,5m 6,900	3,000	500	500	500	
15,0m 6,600	2,000	500	500	500	
15,5m 6,300	1,000	500	500	500	
16,0m 6,000	500	500	500	500	
16,5m 5,700	500	500	500	500	
17,0m 5,400	500	500	500	500	
17,5m 5,100	500	500	500	500	
18,0m 4,800	500	500	500	500	
18,5m 4,500	500	500	500	500	
19,0m 4,200	500	500	500	500	
19,5m 3,900	500	500	500	500	
20,0m 3,600	500	500	500	500	
20,5m 3,300	500	500	500	500	
21,0m 3,000	500	500	500	500	
21,5m 2,700	500	500	500	500	
22,0m 2,400	500	500	500	500	
22,5m 2,100	500	500	500	500	
23,0m 1,800	500	500	500	500	
23,5m 1,500	500	500	500	500	
24,0m 1,200	500	500	500	500	
24,5m 900	500	500	500	500	
25,0m 600	500	500	500	500	
25,5m 300	500	500	500	500	
26,0m 500	500	500	500	500	
26,5m 500	500	500	500	500	
27,0m 500	500	500	500	500	
27,5m 500	500	500	500	500	
28,0m 500	500	500	500	500	
28,5m 500	500	500	500	500	
29,0m 500	500	500	500	500	
29,5m 500	500	500	500	500	
30,0m 500	500	500	500	500	

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



MONTAGEM (Planejamento)

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

MONTAGEM

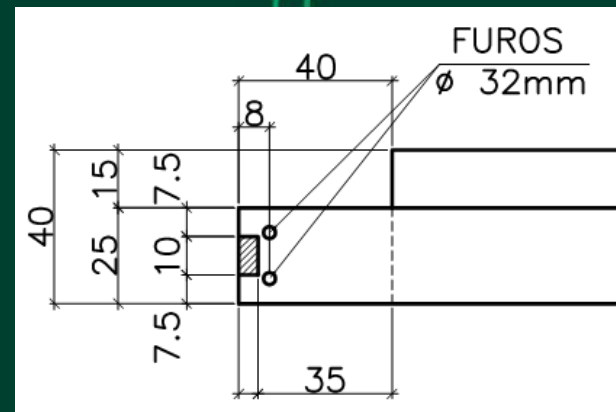
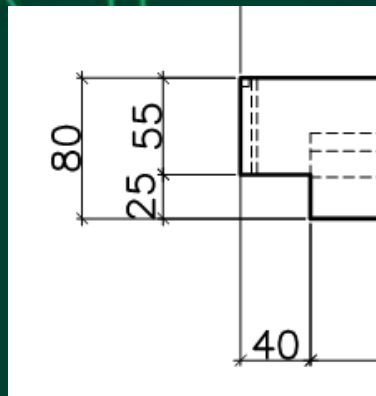
- Cravação de estacas e execução de blocos: acompanhamento de cravação e locação das estacas seguindo as diretrizes de projeto;
- Em execução de blocos ou sapatas garantir a correta locação e posicionamento da armadura;
- Montagem e chumbamento de pilares;
- Montagem e nivelamento das lajes;

MONTAGEM

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

MONTAGEM (cuidados)

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



MONTAGEM (Equipamentos)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Autogrua sobre pneus.

Autogrua sobre esteiras.

MONTAGEM (Pilares)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MONTAGEM (Pilares)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MONTAGEM (Pilares)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



**Encunhamento do Pilar
Para posterior preenchimento.**

Cálice de fundação

MONTAGEM (Vigas)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



MONTAGEM (Lajes Alveolares)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



Equalização

Chaveteamento

Solidarização

Tela ou Concreto reforçado
com fibras.

Capecamento (concretagem
da capa). 5cm



MONTAGEM (LAJES ALVEOLARES)

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto



4º Módulo de Perguntas.

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

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 –MNL-120- Design Handbook (6th Edition) /MNL-138-Connections Manual
- PCI – MNL-122-Architectural Precast Concrete (3rd Edition)
- CPCI – Design Manual (3rd 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

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Site ABCIC: www.abcic.org.br
- Site ABCP : www.abcp.org.br
- Site PCI: www.pci.org
- Site CPCI: www.cpci.ca
- Site *fib* : www.fib-international.org

Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

CONCLUSÃO

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

ENCERRAMENTO

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

Eng. Carlos Franco
CAL-FAC Consultoria & Engenharia
carlos@calfac.com.br

REALIZAÇÃO



Associação Brasileira da
Construção Industrializada
de Concreto

www.abcic.org.br

APOIO



PROMOVENDO SISTEMAS CONTRUTIVOS À BASE DE CIMENTO