

IMPACTO SISTEMA PAVPLUS



UM NOVO CONCEITO
DE LAJE NERVURADA

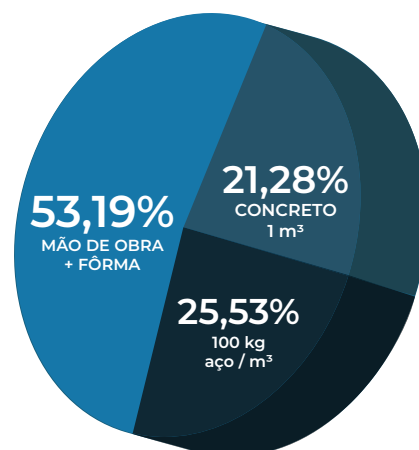
SISTEMA

Normalmente, para tentarmos obter uma redução de custos na estrutura de concreto ou aço. No entanto, conforme comparativo abaixo, podemos notar que o conjunto mão de obra e fôrma pode representar mais de 50% do

1 M ³ de concreto	————	R\$ 300,00
100 kg de aço / m ³	————	R\$ 360,00
Mão de Obra + Fôrma	———	R\$ 750,00
		R\$ 1.410,00 / M ³

+10% CONCRETO	=	+2,1% ESTRUTURA
+10% AÇO	=	+2,5% ESTRUTURA

custo da estrutura. Sendo assim, a utilização de um sistema de fôrmas mais produtivo, o aumento da produtividade da mão de obra é muito mais significativo para economia em uma estrutura do que reduções em concreto ou aço.



Conceito Americano

(laje maciça)

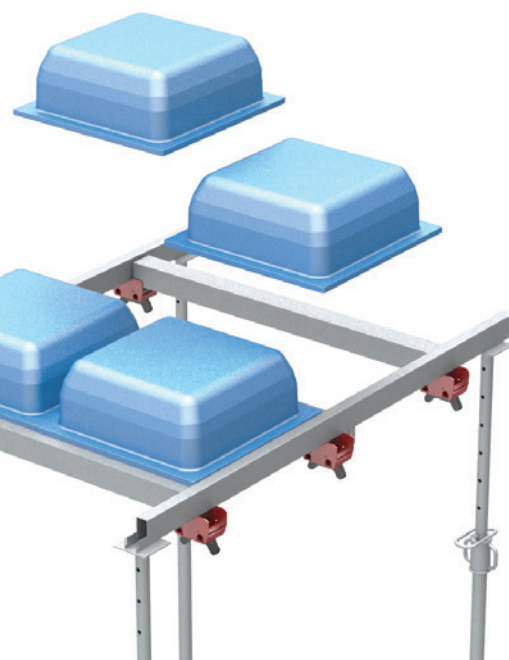
 **MATERIAL**
 **MÃO DE OBRA**



Conceito Brasileiro

(laje nervurada)

 **MATERIAL**
 **MÃO DE OBRA**



PAVPLUS

SISTEMA PAVPLUS

Aliando o conceito Americano de lajes maciças, que utiliza pouca mão de obra, com o conceito Brasileiro, que prioriza economia em material gerada pela laje nervurada, surgiu o **NOVO CONCEITO** em estruturas nervuradas modularizadas presentes no mercado da construção civil, o **SISTEMA PAVPLUS**.

A IMPACTO criou o Sistema Pavplus, que visa obter o **MÁXIMO DE EFICIÊNCIA** em todos os elementos presentes em uma estrutura.

Para isso, aplicamos o conceito de **MODULARIZAÇÃO** em cada uma das fases da construção de uma laje, tornando o processo mais fácil, **MINIMIZANDO** a exigência de uma **MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA** e **SEM ARMADURA DE MESA E ESTRIBOS**.

- ① CIMBRAMENTO
- ② FÔRMAS
- ③ TELA MODULARIZADA (Positiva)
- ④ PROTENSÃO MODULARIZADA
- ⑤ ARMADURA SOLDADA (Punção e Negativa)

PAVPLUS
=   **MATERIAL**
MÃO DE OBRA



menos
material
menos
mão de obra

SISTEMA

1 - CIMBRAMENTO

O Cimbramento Impacto é composto por Longarinas Principais (LP's), que são apoiadas pelas escoras verticais, e Longarinas de Distribuição (LD's), apoiadas e espaçadas a cada 61 cm nas LP's através do sistema Cabeça e Pino.

Após a concretagem e passando o tempo previsto pelo calculista, as LD's podem ser retiradas através do desacoplamento das peças Pino e Cabeça.

Desta forma, as LD's são removidas sem a necessidade de retirar também as LP's. No sistema Impacto, devido o escoramento permanente, a DESFÔRMA é um atividade de extrema simplicidade que demanda um curto período de tempo.

Sua montagem é bem simples, cerca de 250 m² de cimbramento metálico da Impacto podem ser montados por 1 carpinteiro e 2 serventes, a cada 1 dia de trabalho.

LONGARINA PRINCIPAL (LP)

LONGARINA DE
DISTRIBUIÇÃO (LD)

CABEÇA E PINO
DE TRAVAMENTO

ESCORAS

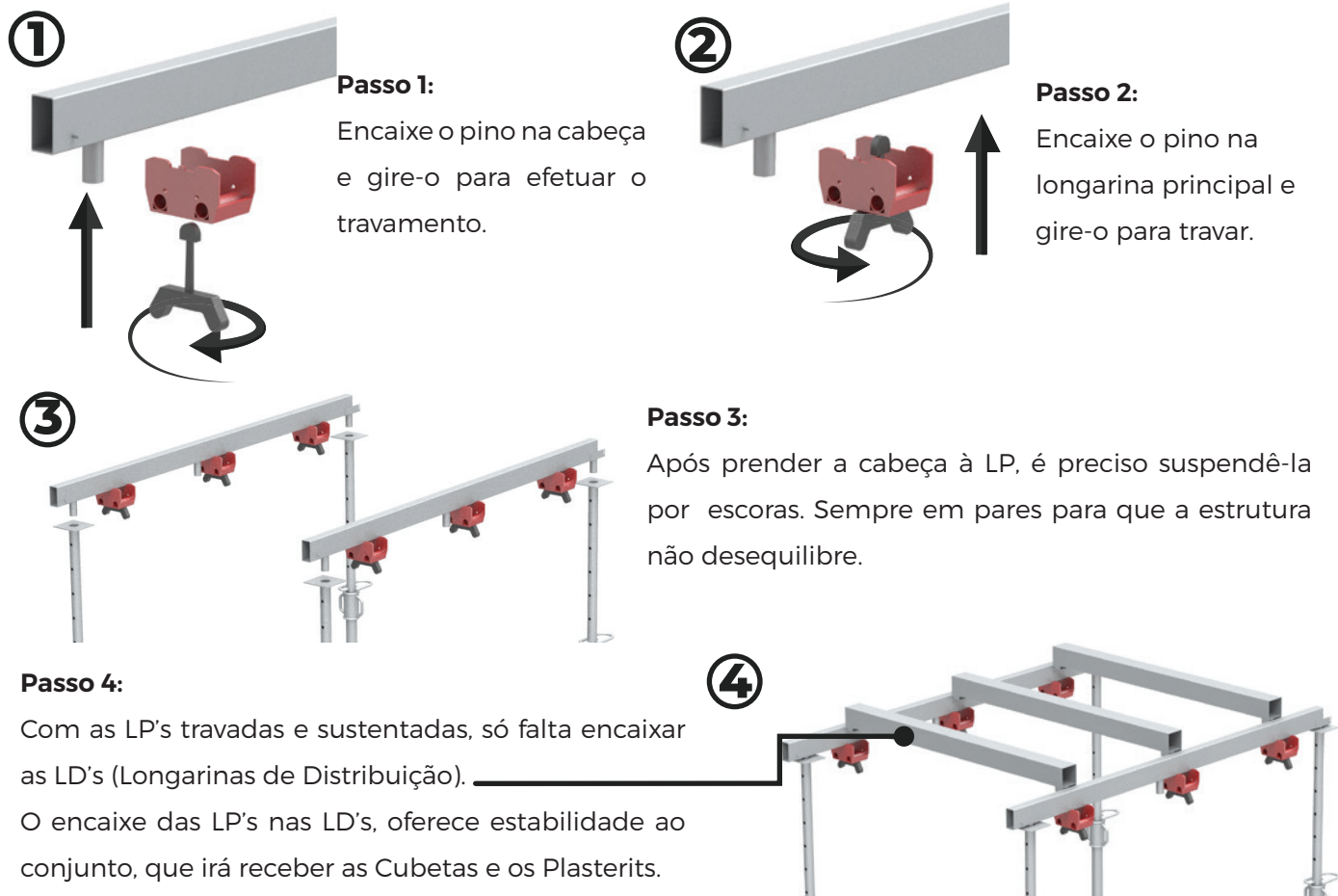
O Cimbramento é o começo da modulação de toda a estrutura. A formação de uma grelha metálica modularizada permite uma fácil montagem das fôrmas e demais elementos. No SISTEMA PAVPLUS o cimbramento é baseado na modulação de 61x61 cm.

VANTAGENS

- Dispensa mão de obra especializada
- Consumo de escoras reduzido
- Permite a retirada das fôrmas sem realocar escoras
- Sistema a prova de erros que impede a montagem incorreta
- Menor número de peças por metro quadrado.

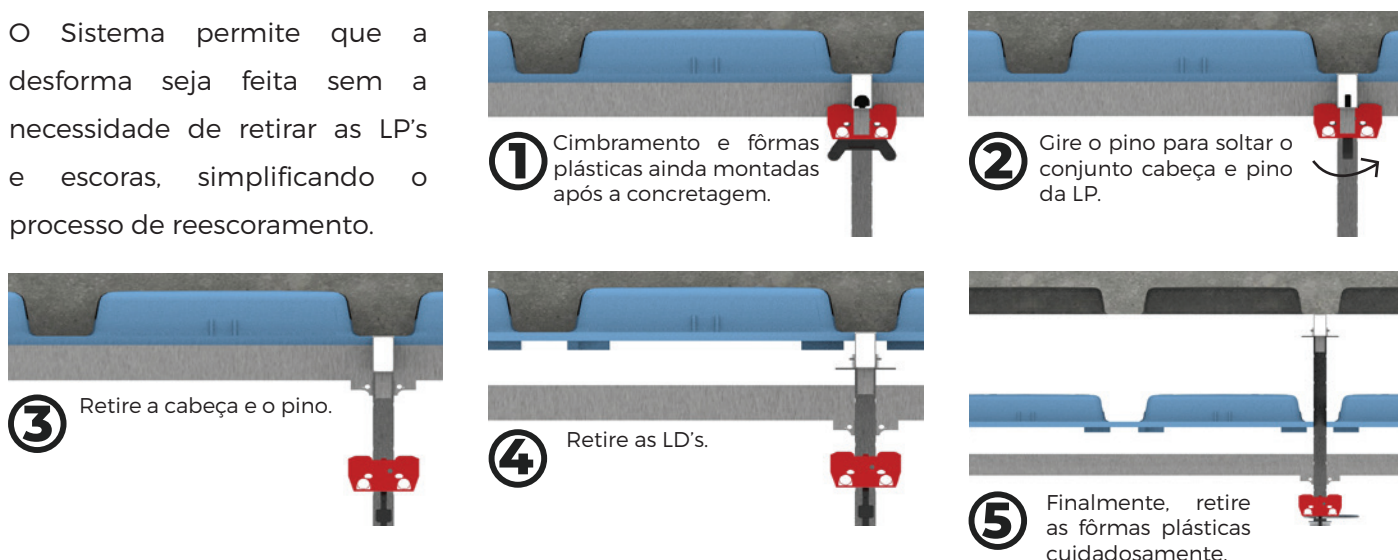
PAVPLUS

MONTAGEM CIMBRAMENTO



DESFORMA

O Sistema permite que a desforma seja feita sem a necessidade de retirar as LP's e escoras, simplificando o processo de reescoramento.



SISTEMA

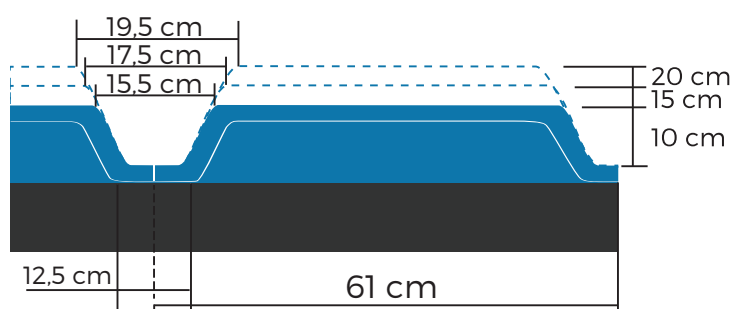
2 - FÔRMAS

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

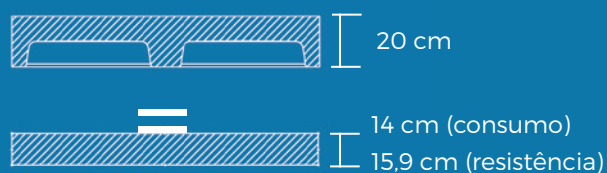
ALTURA DO MOLDE (cm)	ESPESSURA DA LÂMINA (cm)	ALTURA TOTAL (cm)	LARGURA DA NERVURA			VOLUME DO VAZIO		EQUIVALÊNCIA EM CONSUMO DE CONCRETO (cm)	EQUIVALÊNCIA EM INÉRCIA (cm)
			inferior (cm)	médio (cm)	superior (cm)				
10	10	20						14,1	15,9
	12	22	12,5	14	15,5	0,022	0,059	16,1	17,4
	15	25						19,1	19,9
15	10	25						16,5	20,6
	12	27	12,5	15	17,5	0,032	0,085	18,5	22,0
	15	30						21,5	24,2
20	10	30						19,1	25,8
	12	32	12,5	16	19,5	0,041	0,109	21,1	27,1
	15	35						24,1	29,3

OBS: Tabela somente para lajes.

GEOMETRIA DA NERVURA



Com cubetas de 10 cm de altura, a laje PavPlus com 20 cm proporciona mais resistência do que uma laje convencional, consumindo o equivalente a 14 cm de uma laje maciça e com equivalência em inércia de uma laje maciça de 15,9 cm. Assim, fica fácil saber o que é mais viável para aplicação na sua obra.

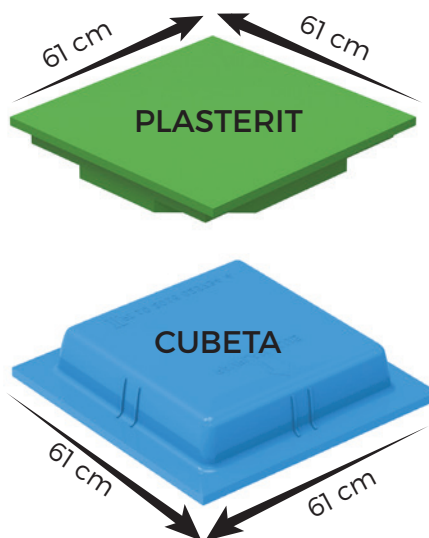


As fôrmas plásticas da IMPACTO encaixam-se perfeitamente no cimbramento, com modularização de 61x61 cm, não necessitando de mão de obra especializada. Para as regiões nervuradas utiliza-se as cubetas e, para as maciças, utiliza-se o Plasterit.

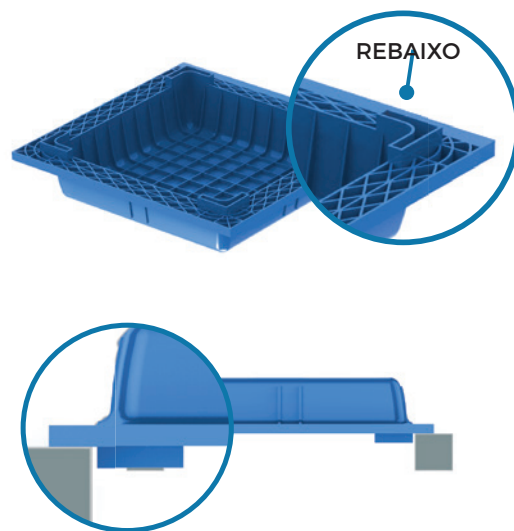
PAVPLUS

As cubetas IMPACTO possuem rebaixos inferiores que impedem a movimentação lateral das cubetas entre as peças do cimbramento, evitando acidentes e erros de montagem.

As abas mantêm as cubetas imóveis, facilitando ainda mais a montagem, evitando serem assoalhadas por madeira.



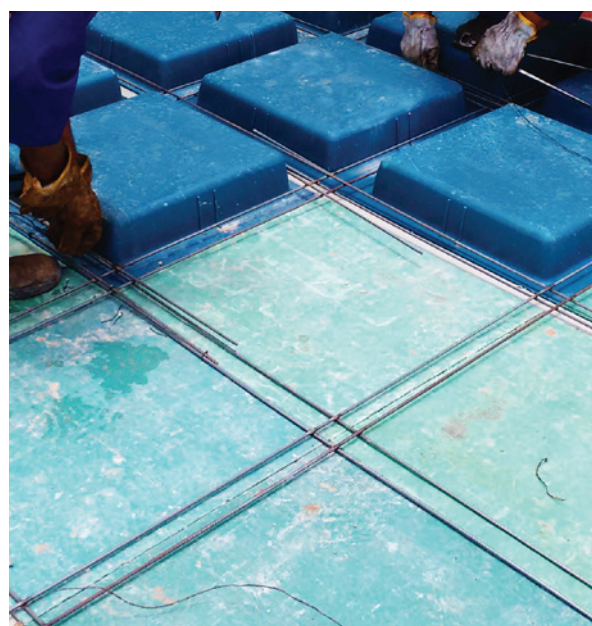
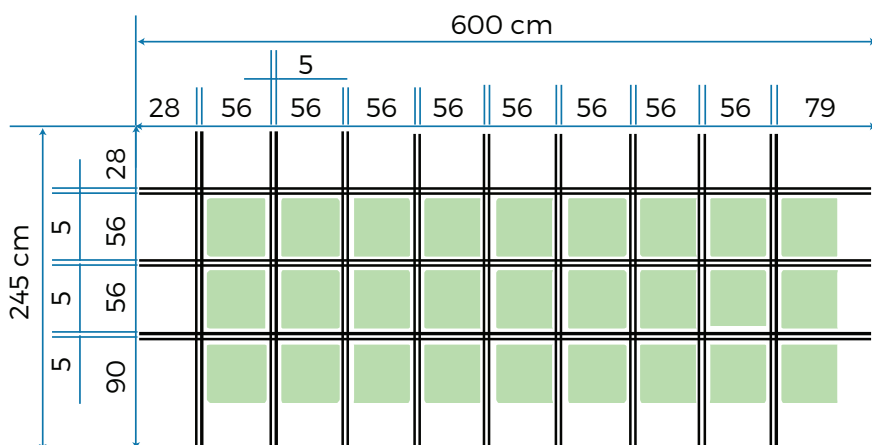
Fôrmas plásticas em Polipropileno.



3 - TELA SOLDADA MODULAR



No Sistema Pavplus, buscando a máxima produtividade da estrutura, as telas soldadas possuem dimensões que coincidem com as cubetas plásticas, propiciando assim um encaixe rápido e perfeito. O sistema prevê a utilização de telas de aço com quantidades e bitolas variadas, aplicáveis a cada projeto. Uma vez que há limite da dimensão das telas para transporte, são previstos tamanhos múltiplos de 600 x 245 cm, outras dimensões devem ser conferidas com o fornecedor. A seguir é apresentado um exemplo de tela, na qual foram utilizados 2 vergalhões de aço CA-60 e Ø6mm. O sistema dispensa o uso de estribos e armaduras de mesa.



Detalhes da tela Pavplus.

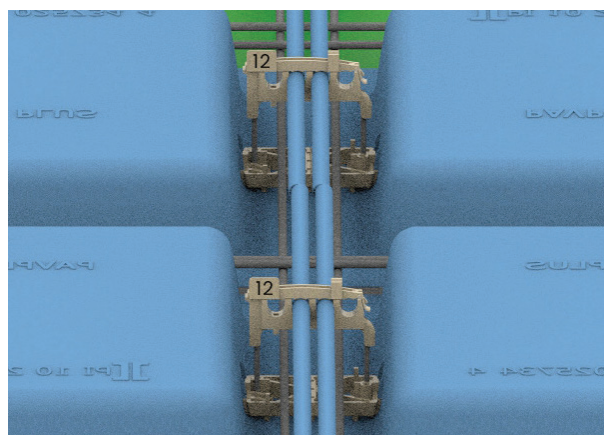
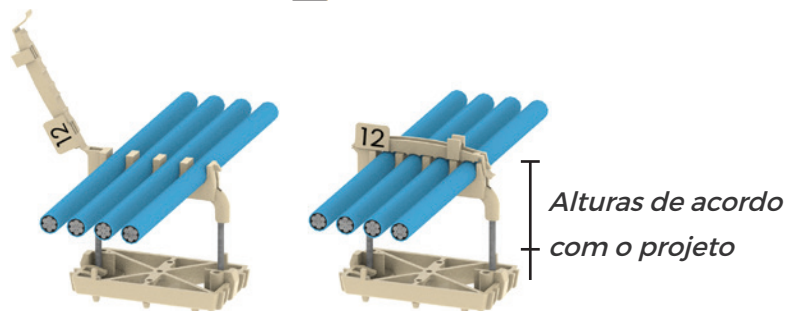
SISTEMA

4 - PROTENSÃO MODULARIZADA

Convencionalmente o lançamento das cordoalhas na laje é um processo que requer muita atenção e mão-de-obra especializada, para alocar o cabo de acordo com o traçado parabólico calculado no projeto.

Visando aumentar a produtividade e confiabilidade desse processo, a Impacto, em parceria com a empresa Termite, desenvolveu o Caderix. O seu uso é simples e sem necessidade de ferramentas. Para aplicá-lo, basta verificar a altura necessária da cordoalha no projeto e escolher o Caderix de altura correspondente. Ele se encaixa entre as Cubetas, possui uma base que garante o cobrimento do concreto e o próprio peso da cordoalha e armadura positiva o mantem no lugar.

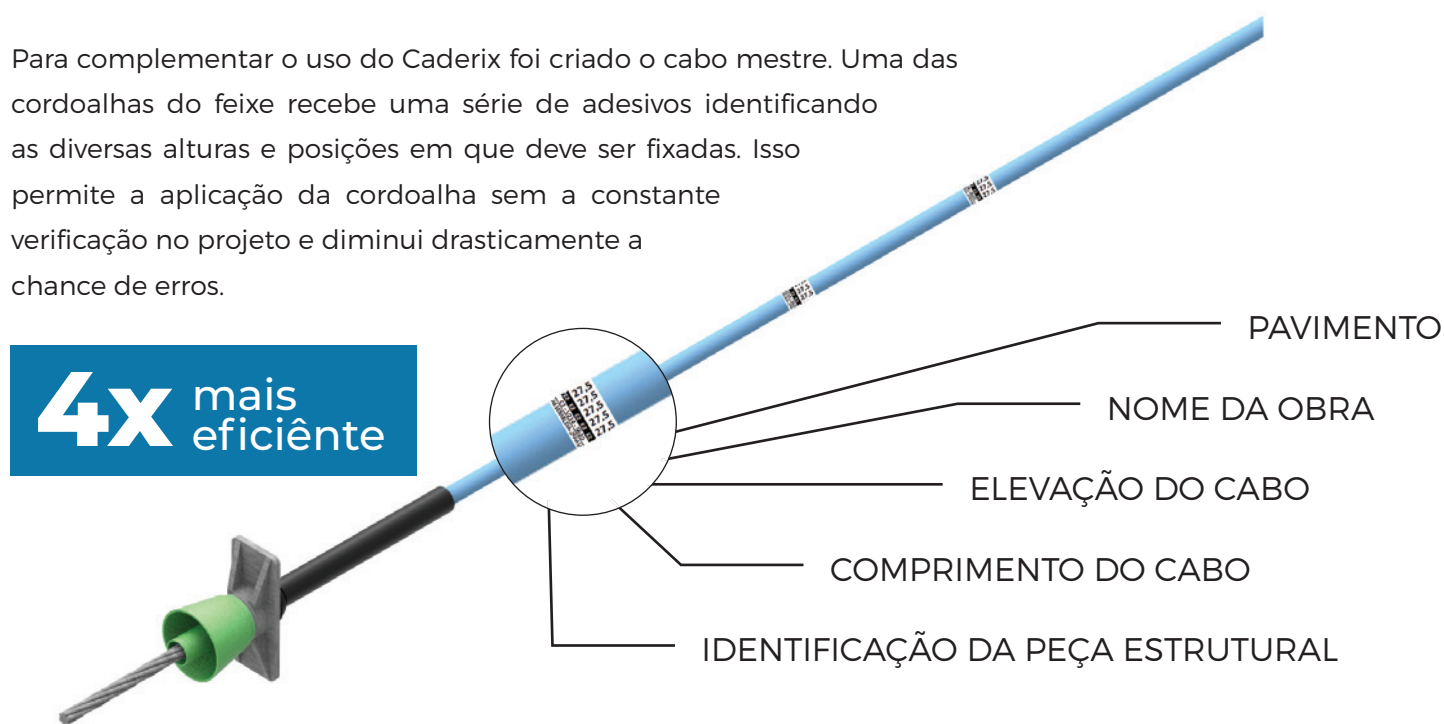
CADERIX



CABO MESTRE (CORDOALHA MARCADA) **Patente: BR 10 2017 013756 2**

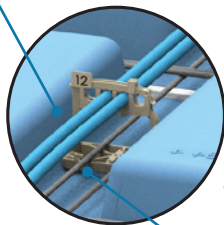
Para complementar o uso do Caderix foi criado o cabo mestre. Uma das cordoalhas do feixe recebe uma série de adesivos identificando as diversas alturas e posições em que deve ser fixadas. Isso permite a aplicação da cordoalha sem a constante verificação no projeto e diminui drasticamente a chance de erros.

4x mais eficiente



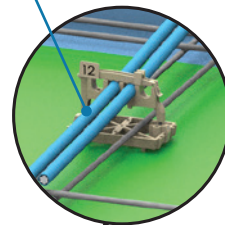
PAVPLUS

Friso na cubetas para fixar o Caderix e garantir o posicionamento correto



Tela apoiada sobre a base do Caderix

Tela fixa o Caderix no eixo da viga faixa



Como pode ser visto na montagem acima, as vigas faixas não possuem estribos, necessitando apenas da tela soldada e das cordoalhas. Com a modularização da montagem das cordoalhas é ainda mais

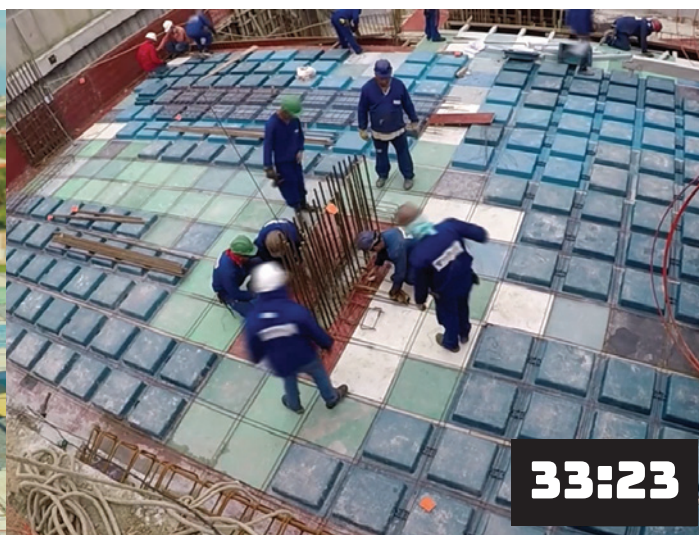
prático utilizar a protensão. Com as telas já soldadas e padronizadas, o tempo de montagem diminui, economizando dias de serviço.

SISTEMA

5 - ARMADURA DE PUNÇÃO E NEGATIVA



*Armadura de Punção Impacto pré-fabricada.
3 serventes*



*Armadura de Punção convencional sendo aplicada.
6 ferreiros*

60X mais rápida a aplicação do que a convencional.

Armadura Negativa segundo a NBR 6118 – Item 20.3.2.6:

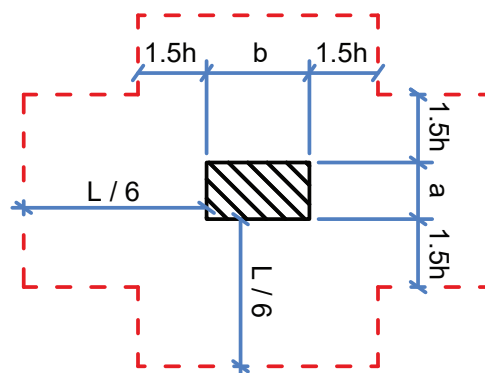
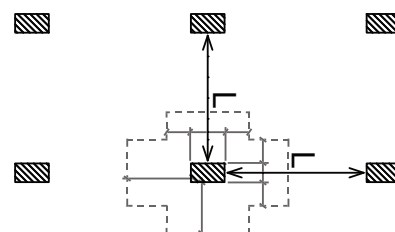
- Sobre o apoio das lajes lisas ou cogumelo protendidas, devem ser dispostas no mínimo quatro barras na face tracionada em uma faixa que não exceda a largura do apoio acrescida de 1,5 vez a altura total da laje para cada lado.

- As barras devem ser espaçadas em no máximo 30 cm e estendidas até uma distância mínima de $L/6$ do vão livre na direção da armadura considerada, a partir da face do apoio.

Armadura de Punção segundo a NBR 6118 – Item 20.4:

Quando necessárias, as armaduras para resistir à punção devem ser constituídas por estribos verticais ou conectores (studs), com preferência pela utilização destes últimos.

O diâmetro da armadura de estribos não pode superar $h/20$ e deve haver contato mecânico das barras longitudinais com os cantos dos estribos (ancoragem mecânica).



PAVPLUS

CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

O Sistema Pavplus foi todo dimensionado para atender às normas técnicas vigentes. (NBR 15200, 6118, 15575)

A dimensão da laje deve atender às condições mínimas para o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF), de acordo com a NBR 15200. Conforme mostrado na tabela 1 ao lado, a dimensão mínima para a laje deve ser 20 cm.

Tabela 1 - Dimensões mínimas para laje lisa ou cogumelo.

TRRF min	h mm	c_1 mm
30	150	10
60	180	15
90	200	25
120	200	35
180	200	45

Tabela 2 - Dimensões mínimas para laje nervurada contínuas em pelo menos uma das bordas.

TRRF min	Nervuras Combinações de $b_{\min} / c_1$ mm			Capa ** h/c_1 mm/mm
	1	2	3	
30	80/10			60/10
60	100/25	120/15	190/10	80/10
90	120/35	160/25	250/15	100/15
120	160/45	190/40	300/30	120/20
180	310/60	600/50		150/30

Segundo a NBR 15200:2012 na Tabela 2, o TRRF (Tempo Requerido de Resistência a Fogo) mínimo de 90 minutos define para a $b_{\min}$ (largura da nervura) e c_1 (distância entre o centro de gravidade da armadura principal até a face mais próxima exposta ao calor), respectivamente, os valores mínimos de 120 e 35 milímetros. Já para a Capa, são definidos os valores mínimos de 100 mm para a altura da laje.

Porque a modulação 61x61

Segundo a NBR 6118 - Item 13.2.4.2
"Para lajes com espaçamento entre eixos de nervuras menor ou igual a 65cm, pode ser dispensada a verificação da flexão da mesa"

Assim, escolheu-se uma medida modulada com as chapas de compensado de madeira, que possuem dimensão de 122x244 cm.

ONDE ESTAMOS

SÃO PAULO

Rua Dom Luís Felipe de Orleans, 1033 • Vila Maria •
CEP: 02118-001 • Tel.: (11) 2207-2032 •
saopaulo@impactoeng.com

FORTALEZA

Rua Mário Guedes, 340 • Salinas • CEP: 60811-012
Tel.: (85) 3273-7676 •
impacto@impactoprotensao.com.br

RECIFE

Rua João Cardoso Ayres, 1120 • Boa Viagem •
CEP: 51130-300 • Tel.: (81) 3342-5239 / 3341-5966 •
comercial@impactorecife.com.br

SALVADOR

Av. Manoel Dias da Silva, 2365 • Sala 110 • Pituba •
CEP: 41830-001 • Tel.: (71) 3240-7247 •
adm@impactoeng.com

BRASÍLIA

QI 21 • Lotes 61/62 • Ceilândia •
CEP: 72215-010 • Tel.: (61) 3041-4875 •
alan@lorenziniptensao.eng.br

MANAUS

Estrada do Centur, 950 (km 1,8) • Tarumã •
CEP: 69022-155 • Tel.: (92) 3651-7953 •
comercial.impactomanaus@gmail.com

RIO DE JANEIRO

Rua Maestro Felício Toledo, 519/Gr. 403 • Centro Niterói •
CEP: 24030-106 • Tel.: (21) 2717-0983 •
impactorio@impactorio.com.br

VITÓRIA

Rua Rouxim, 252 • Vista da Serra II •
CEP: 29176-788 • Tel.: (27) 3251-4368 •
antonio.batista@lorenziniptensao.eng.br



IMPACTO

impactoeng.com