

ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO. A IMPORTÂNCIA DA COORDENAÇÃO MODULAR

OTIMIZAÇÃO, PROJETO, OBRA,
DESEMPENHO E REDUÇÃO DE CUSTOS

Webinar ABCP on LINE

PALESTRA **GRATUITA**



**Arquiteto
Flávio Nese**
Nese - Arquitetura
e Consultoria

25 | 05
às 15 horas

Apresentação
disponível para
download

INDIQUE PARA UM AMIGO

INSCREVA-SE JÁ!
#abcpcimento

<https://register.gotowebinar.com/register/505341448745490189>

Realização



Associação
Brasileira de
Cimento Portland



Apoio



CONCRETESHOW
A FEIRA DO CIMENTO E CONCRETO PARA A CONSTRUÇÃO

#ABCPonLINE



Alvenaria Estrutural com Blocos de Concreto

A Importância da Coordenação Modular no Projeto Arquitetônico



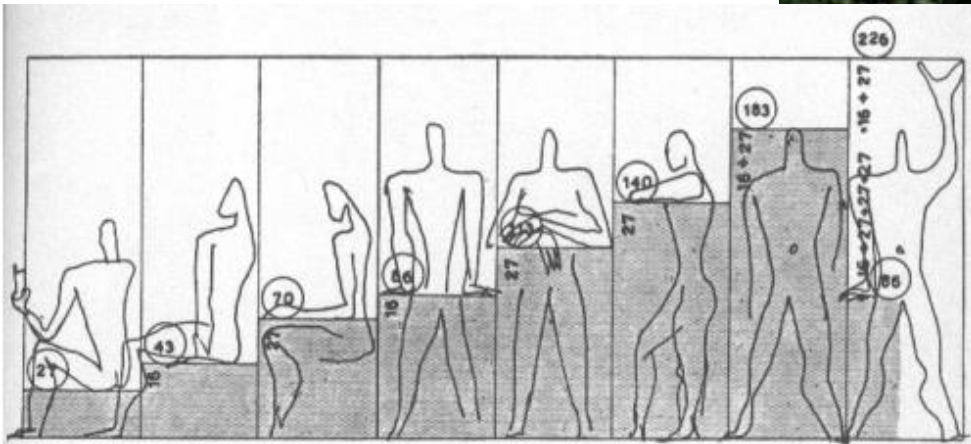
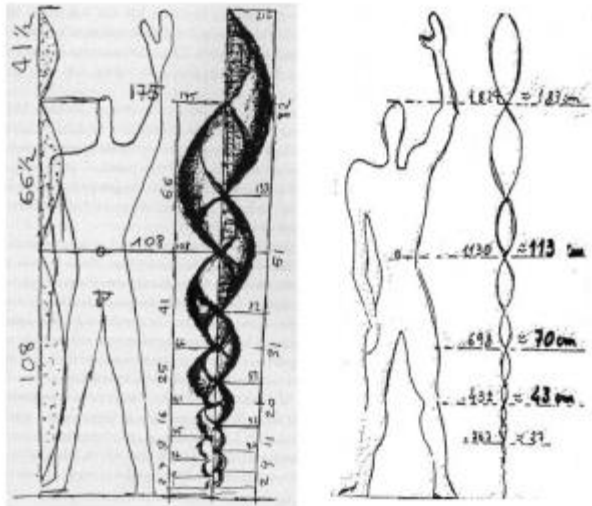
Otimização, Projeto, Obra,
Desempenho e Redução de Custos

A photograph of a multi-story apartment building, likely a modernist or brutalist structure. The building features a grid of balconies and windows. Many of the interior walls are painted in bright, solid colors like green, blue, yellow, and red, which are visible through the glass panes. The balconies have a textured, possibly brick or concrete, railing. The overall aesthetic is functional and colorful.

1948

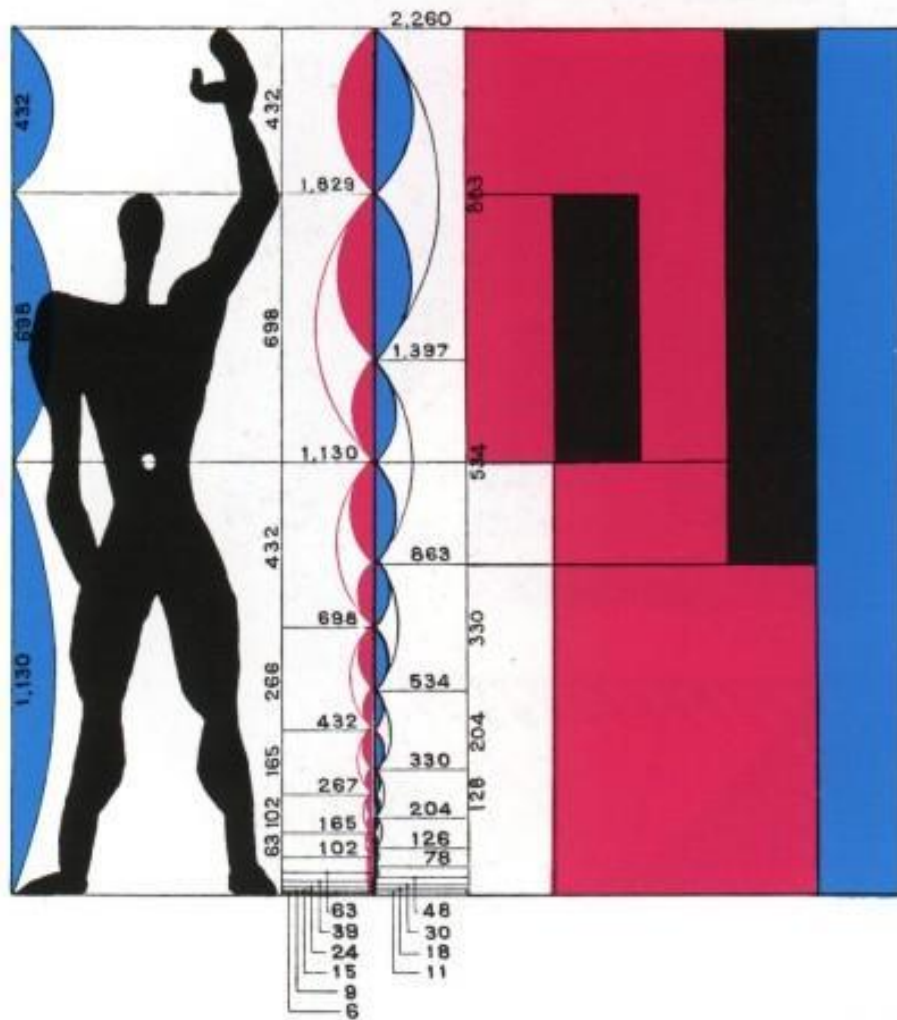
Arquitetura = Criatividade, Flexibilidade Modular, Materiais e Matemática

Charles Edouard Jeanneret-Gris
Unidade Habitacional de Marselha



Le Corbusier

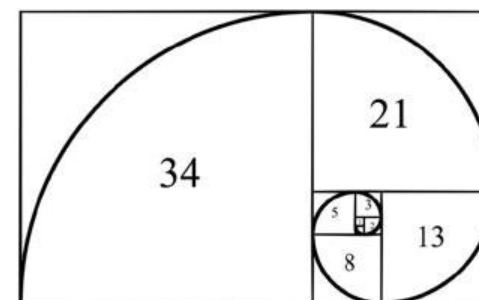
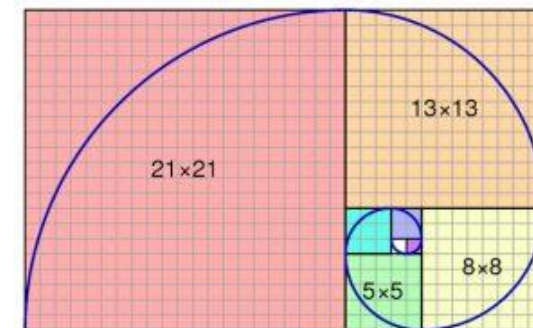
Arquitetura = Criatividade, Flexibilidade Modular, Materiais e Matemática



Modulor I 1948 - ref. 1,750

Modulor II 1957 - ref. 1,829

Associação Nacional
Francesa para Estandarização
(AFNOR),



0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144...

$0 + 1 = 1$	
$1 + 1 = 2$	
$2 + 1 = 3$	
$3 + 2 = 5$	Decimal
$5 + 3 = 8$	Parity
$8 + 5 = 13$	Reduction
$13 + 8 = 21$	$(1+3) = 4$
$21 + 13 = 34$	$(2+1) = 3$
$34 + 21 = 55$	$(3+4) = 7$
$55 + 34 = 89$	$(5+5) = 1$
$89 + 55 = 144$	$(8+9) = 8$
	$(1+4+4) = 9$

Escala Azul e Escala Vermelha – dimensões que comandavam os projetos, em suas dimensões internas e externas.

Desta forma a padronização, geraria uma produção em série com qualidade e minimizando os riscos dimensionais

O Sistema Corbusiano, nos anos **1950**, trouxe para o mundo arquitetônico a obsessão racionalista de uma arquitetura encarada como um microcosmo de leis naturais regidas pela matemática.

Flexibilidade



Realização



Apoio



Ainda existe desperdício?



Realização



Apoio



Isto é Sustentável? Isto é correto?



Quanto tem dinheiro e agressão ao meio ambiente aqui?



Realização



Apoio



Quanto tem dinheiro e agressão ao meio ambiente aqui?



Realização



Apoio



Um caminho


Tendências para a construção civil

Se olharmos para o futuro próximo e para o que foi apontado como tendência para 2018, não há diferenças marcantes.

BIM (Building Information Modeling)

A modelagem 3D dos projetos permite organizar informações da obra de forma consolidada em uma única plataforma. Assim, seu uso facilita o compartilhamento do projeto e a compatibilização de projetos em tempo real.

Construção modular

 Tendências da construção civil para 2019 - construcao modular - Tecverde - Buildin - Tendências da construção civil

Sustentabilidade e eficiência energética

A sociedade tende a exigir, cada vez mais, edifícios eficientes, que gerem menos danos ao ambiente. Isso se deve à maior conscientização das pessoas e, também, a uma questão de custo.

Inteligência artificial

A inteligência artificial (IA) é uma das tendências da construção civil.

Internet das Coisas

Fundamental para se chegar à Construção 4.0, a Internet of Things (IoT) aplicada à indústria da construção está causando transformações profundas com o maior uso de sensores para monitoramento.



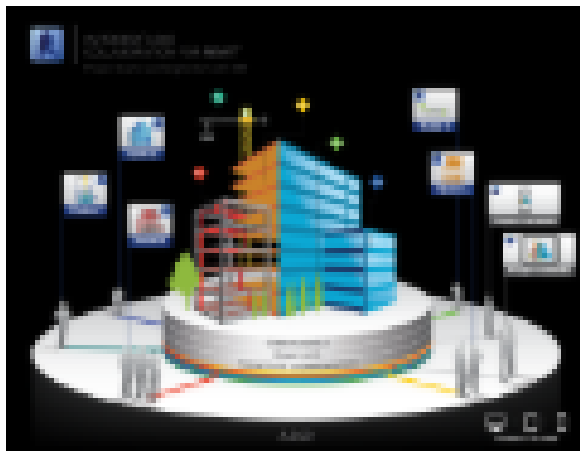
Realização



Apoio



Apoio governamental.



PLATAFORMA BIM EXIGÊNCIA PELO GOVERNO FEDERAL INICIA EM 2021

VANESSA FARIAS x 22/03/2019

Com a entrada em vigor do decreto nº 9.377 em maio de 2018, a plataforma BIM (Building Information Modeling) tornou-se parte de uma estratégia nacional que vis...

CONTINUAR LENDO

Realização



Apoio



Tem solução?

SIM

**Escopo claro,
Bons Projetos,
Tecnologia adequada,
e
Boa Gestão do Processo**

Realização



Apoio



Ferramentas e o tempo?

- I. Evolução das tecnológica
- II. Evolução da representação gráfica
 - a) Carvão
 - b) Lápis
 - c) Pena nanquim
 - d) Caneta nanquim
 - e) Cad 8 – Tela Verde (DOS)
 - f) Cad 12 – DOS
 - g) Cad 14 – Windows
 - h) Cad 2014
 - i) Impressoras e recortes
 - j) Cad 2019
 - k) Impressora 3D
 - l) Cad 2020
 - m) BIM**



Ferramentas no tempo?

AutoCAD Versão 1.0 (Release 1.0) - Dezembro [1982](#)
 AutoCAD Versão 1.2 (Release 2.0) - Abril [1983](#)
 AutoCAD Versão 1.3 (Release 3.0) - Agosto [1983](#)
AutoCAD Versão 1.4 (Release 4.0) - Outubro [1983](#)
 AutoCAD Versão 2.0 (Release 5.0) - Outubro [1983](#)
 AutoCAD Versão 2.1 (Release 6.0) - Maio [1985](#)
 AutoCAD Versão 2.5 (Release 7.0) - Junho [1986](#)
 AutoCAD Versão 2.6 (Release 8.0) - Abril [1987](#)
 AutoCAD Release 9.0 - Setembro [1987](#)
 AutoCAD Release 10.0 - Outubro [1988](#)
 AutoCAD Release 11.0 - Outubro [1990](#)
 AutoCAD Release 12.0 - Junho [1992](#)
 AutoCAD Release 12.1 - Novembro [1993](#)
 AutoCAD Release 12.2 - Novembro [1993](#)
 AutoCAD Release 13.0 - Dezembro [1994](#)
 AutoCAD Release 13.1 - Outubro [1995](#)
 AutoCAD Release 14.0 - Março [1997](#)
 AutoCAD Release 14.1 - Junho [1998](#)
 AutoCAD 2000 (Release 15.0) - Março [1999](#)
 AutoCAD 2000i (Release 15.1) - Julho [2000](#)

Sistema operacional - DOS

AutoCAD 2002 (Release 15.2) - Junho [2001](#)
 AutoCAD 2004 (Release 16.0) - Março [2003](#)
 AutoCAD 2005 (Release 16.1) - Março [2004](#)
 AutoCAD 2006 (Release 16.2) - Março [2005](#)
 AutoCAD 2007 (Release 17.0) - Março [2006](#)
 AutoCAD 2008 (Release 17.1) - Março [2007](#)
 AutoCAD 2009 (Release 17.2) - Março [2008](#)
 AutoCAD 2010 (Release 18.0) - Março [2009](#)
 AutoCAD 2011 (Release 18.1) - Março [2010](#)
 AutoCAD 2012 (Release 18.2) - Março [2011](#)
 AutoCAD 2013 (Release 19.0) - Março [2012](#)
 AutoCAD 2014 (Release 19.1) - Abril [2013](#)
 AutoCAD 2015 (Release 19.2) - Julho [2014](#)
 AutoCAD 2016 - Março 2015
 AutoCAD 2017 - Março 2016
 AutoCAD 2018 - Março 2017
 AutoCAD 2019 - Março 2018
 AutoCAD 2020 - Março 2019

Uma parte do processo!

Building Information Modeling *Modelagem de Informação da Construção*



Realização



Apoio



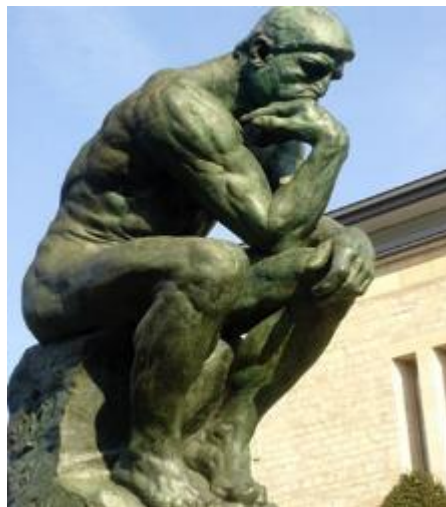
O Processo BIM



Voltando a pensar primeiro, ferramenta depois.

- I. Estudos de viabilidade,
- II. Questões legais e jurídicas,
- III. Modulação e Coordenação modular do Projeto Arquitetônico,**
- IV. Os projetos de arquitetura e demais executivos,
- V. Ferramentas de cálculo, representação gráfica, impressão, ...
- VI. Materiais, especificações, logística, qualificação de pessoas,
- VII. Execução e
- VIII. Entrega

A GESTÃO DO



“O PENSAR”

Realização



Apoio



Porque falar da alvenaria?

Subsistemas

1. Serviços Preliminares
2. Fundações
3. Estrutura
4. Cobertura
5. Instalações
6. Vedações
7. Esquadrias
8. Revestimentos
9. Piso e pavimentações
10. Trabalhos complementares

Relação com a AE

1. **Serviços Preliminares**
2. **Fundações**
3. **Estrutura**
4. **Cobertura**
5. **Instalações**
6. **Vedações**
7. **Esquadrias**
8. **Revestimentos**
9. **Piso e pavimentações**
10. **Trabalhos complementares**

Realização



Apoio





CONCEITUANDO SISTEMA

- **Sistema** – um todo formado por partes interligadas e dependentes entre si.

- **PILAR**

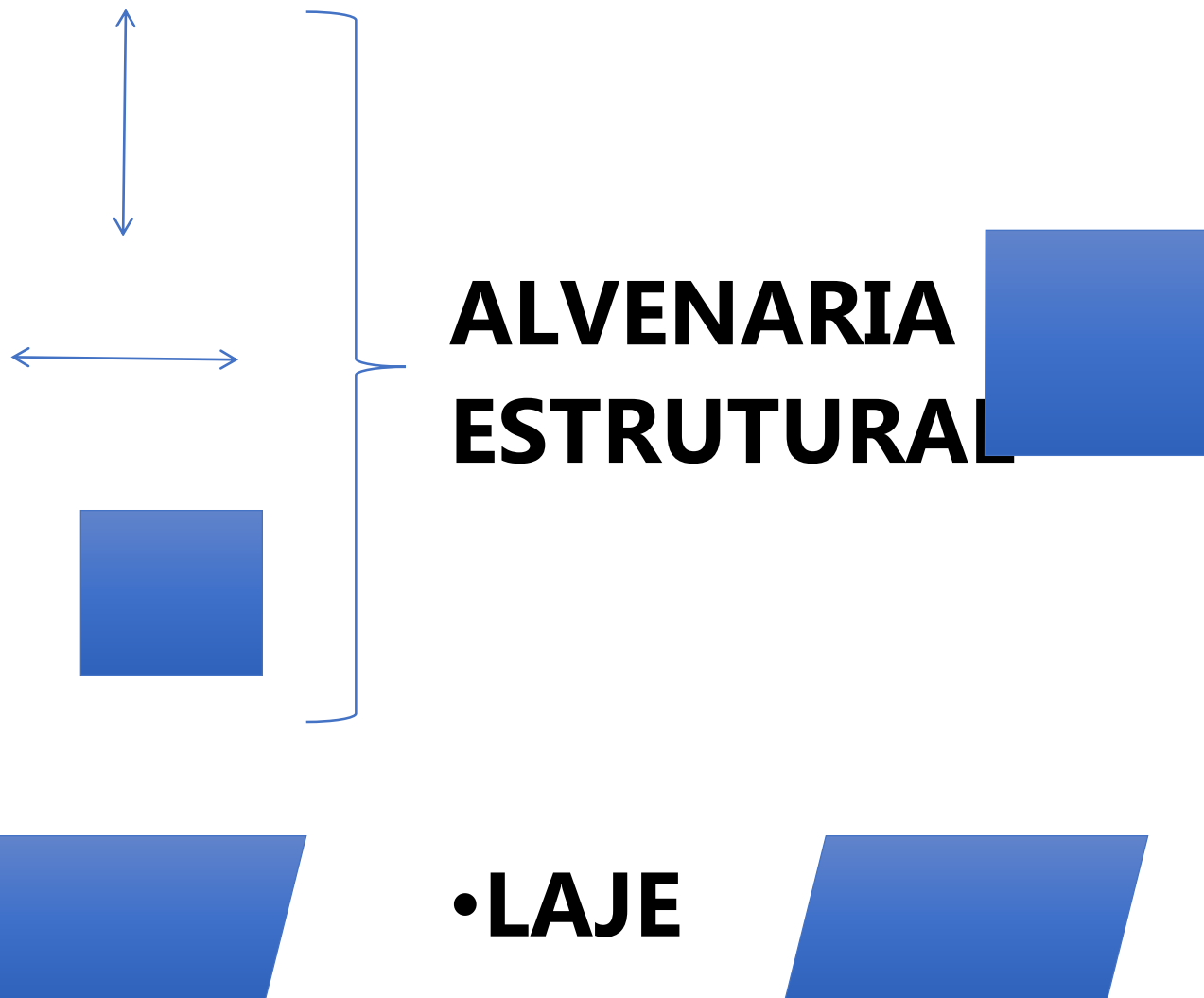
- **VIGA**

- **VEDOS**

- **LAJE**

**ALVENARIA
ESTRUTURAL**

- **LAJE**



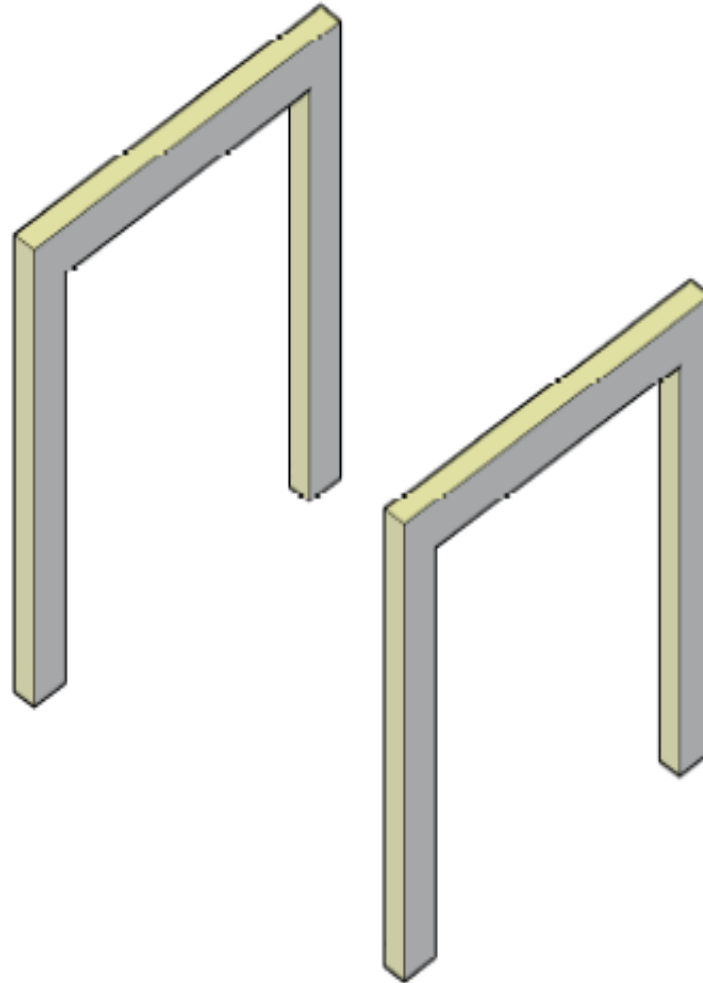
Realização



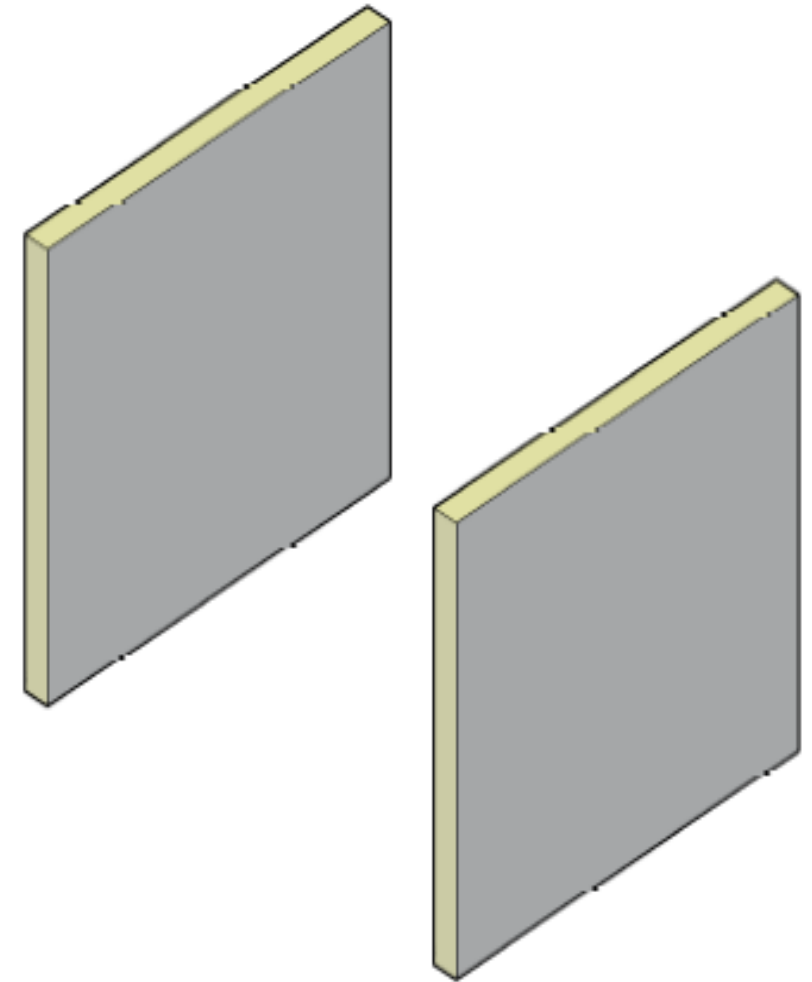
Apoio



CONCEITUANDO SISTEMA



PÓRTICO DE BARRAS



PANÉIS LAMINARES

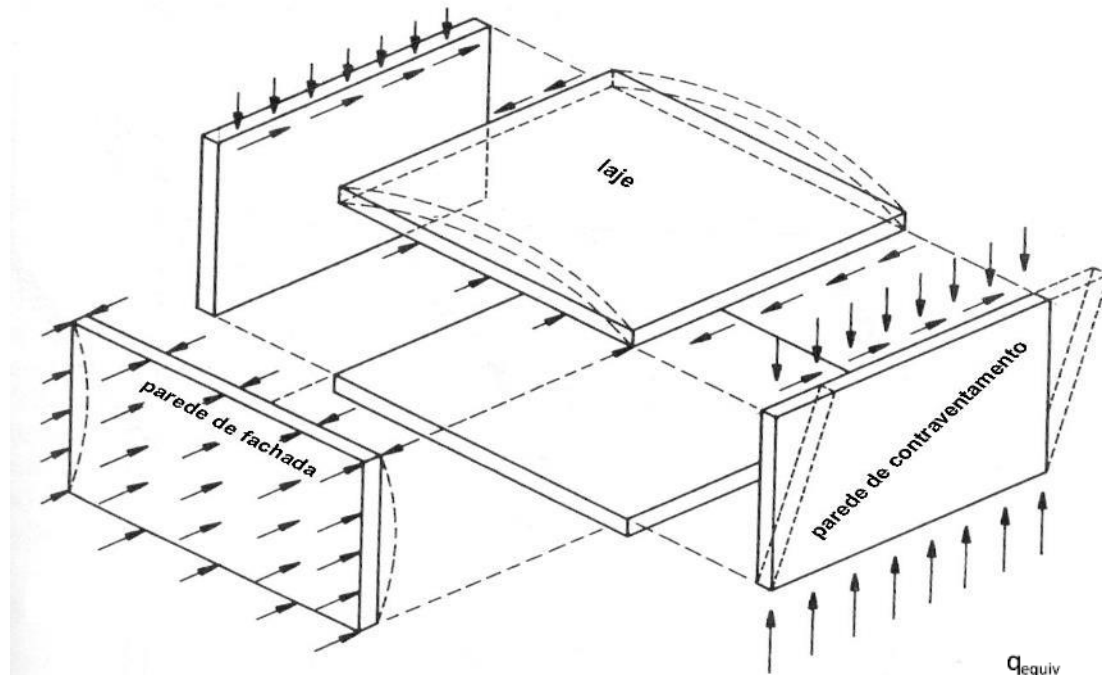
Realização



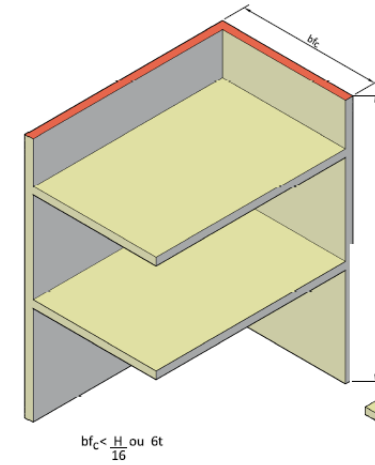
Apoio



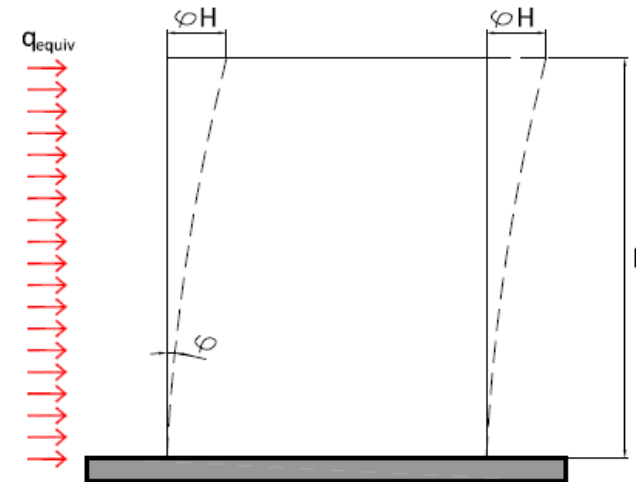
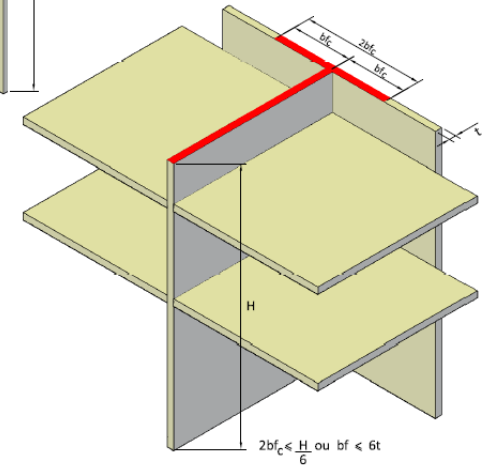
Alvenaria Estrutural



Cargas incidentes nas laminas



Geometria das laminas.



Vento.

Estrutura de Concreto e Alvenaria Estrutural

estrutura de concreto
+
bloco de vedação



Alvenaria estrutural
+
bloco de vedação



Realização



Apoio



Alvenaria Estrutural



Realização



Apoio



Precisão na Fabricação



Realização



Apoio



Bloco de Concreto



Realização



Apoio

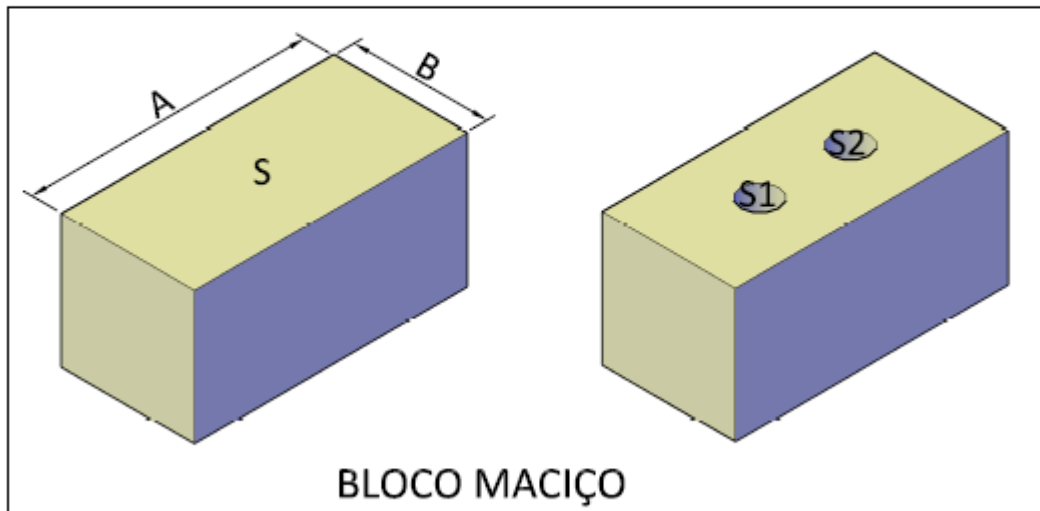


Bloco Maciço e Vazado

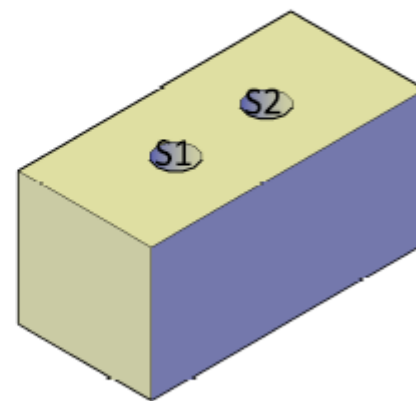
S = Área da Seção Transversal Útil

$S1$ = Área da Seção Vazada

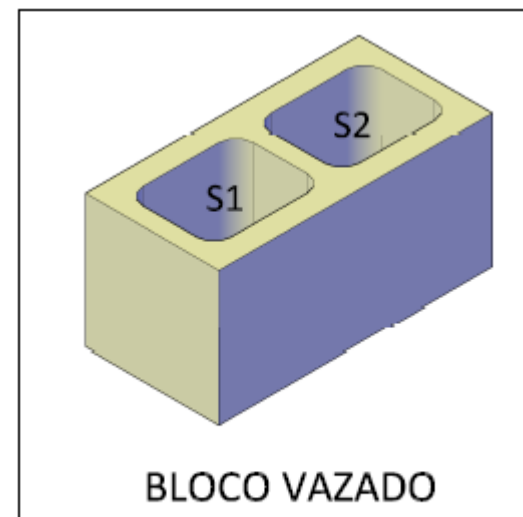
$S2$ = Área da Seção Vazada



$$S = A \cdot B$$



$$S1 + S2 < 25\% \text{ de } S$$



$$S1 + S2 > 25\% \text{ de } S$$

NBR 6136 : 2014

Bloco Maciço e Vazado

Os blocos vazados de concreto devem atender, quanto ao seu uso, às seguintes classes:

Classe A – Com função estrutural, para o uso em elementos de alvenaria acima ou abaixo do nível do solo.

Classe B – Com função estrutural, para o uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Classe C – Com e sem função estrutural, para o uso em elementos de alvenaria acima do nível do solo.

Nota:

Recomenda-se o uso de blocos com função estrutural classe C, designados M10, para edificações de **no máximo um pavimento**;
M12,5 para edificações de **no máximo dois pavimentos**;
M15 e M20 para edificações de **no máximo 5 pavimentos**.

Realização

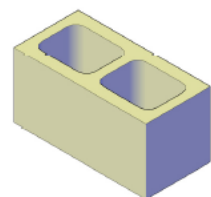


Apoio

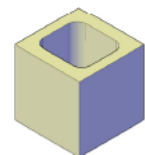


Bloco de Concreto – Famílias 19 / 14

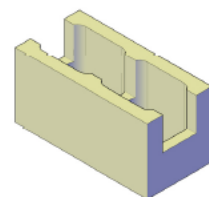
Família de Blocos 19x39



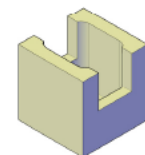
19x19x39



19x19x19



19x19x39



19x19x19

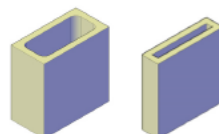
Parede de 19



Bloco de 39

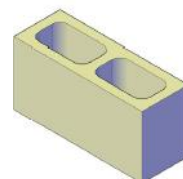


19x19x19

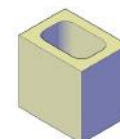


Compensadores 19x19x9
Compensadores 19x19x4

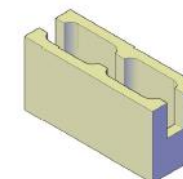
Família de Blocos 14x39



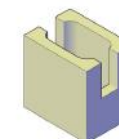
14x19x39



14x19x19



14x19x39

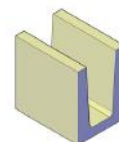


14x19x19

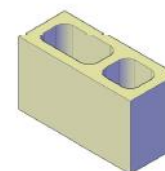
Parede de 14



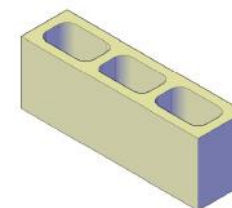
Bloco de 39



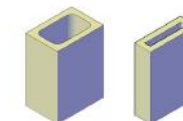
14x19x19



14x19x34

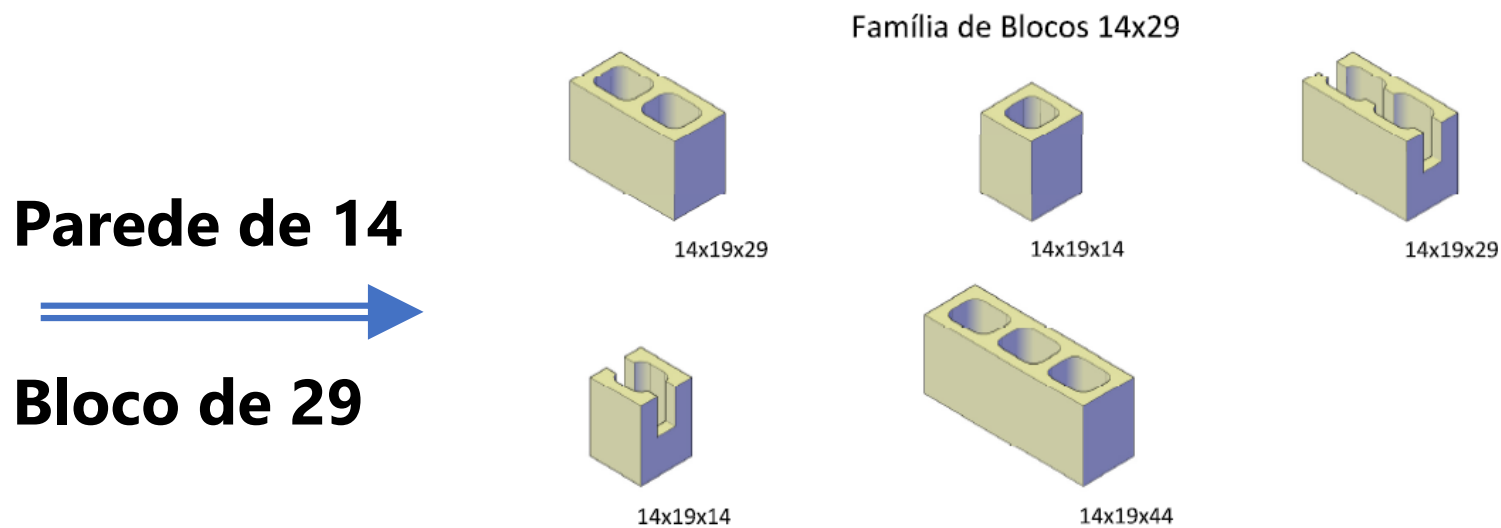
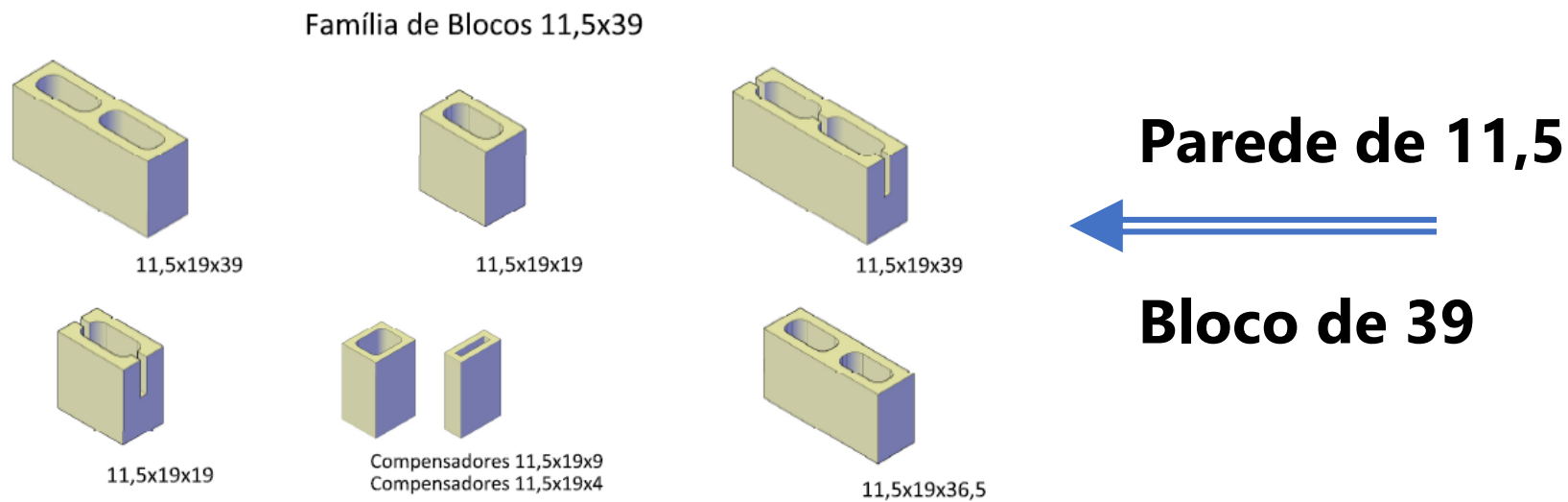


14x19x54



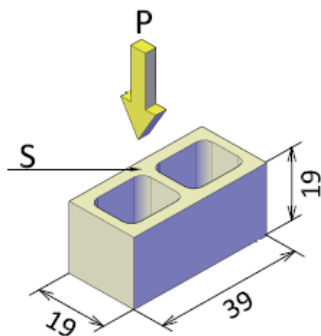
Compensadores 14x19x9
Compensadores 14x19x4

Bloco de Concreto – Famílias 11,5 / 14 x 29



Bloco de Concreto – Resistencia do Bloco e da Parede

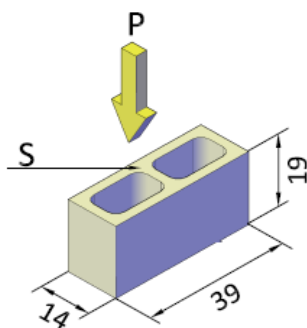
Resistência à compressão do bloco.



P = Carga aplicada no bloco
S = Área bruta do bloco - 19 X 39
fb = Resistência à compressão

$$f_b = \frac{P}{S}$$

Exemplo: $\frac{9.260\text{N}}{741\text{cm}^2} = 12,5\text{MPa}$



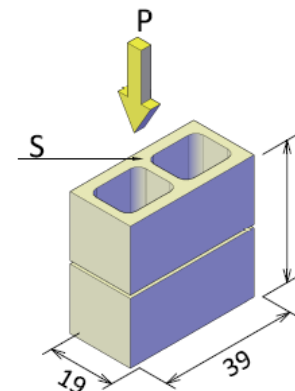
P = Carga aplicada no bloco
S = Área bruta do bloco - 14 X 39
fb = Resistência à compressão

$$f_b = \frac{P}{S}$$

Exemplo: $\frac{6.825\text{ N}}{546\text{cm}^2} = 12,5\text{MPa}$

DEFINIÇÃO: É o corpo de prova da alvenaria.

OCO

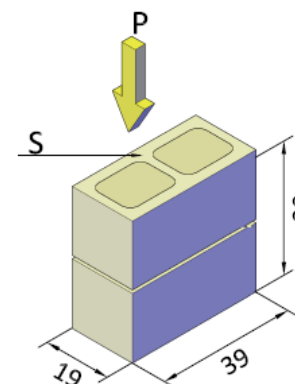


P = Carga aplicada no prisma
S = Área bruta do prisma - 19 X 39
fp = Resistência a compressão

$$f_p = \frac{P}{S}$$

Exemplo: $\frac{6.000\text{ N}}{741\text{cm}^2} = 8,1\text{ MPa}$

CHEIO



P = Carga aplicada no prisma
S = Área bruta do prisma 19 X 39
fp = Resistência a compressão

$$f_p = \frac{P}{S}$$

Exemplo: $\frac{9.600\text{ N}}{741\text{cm}^2} = 12,95\text{ MPa}$

Bloco de Concreto – Ensaio de Parede, Bloco e Prisma



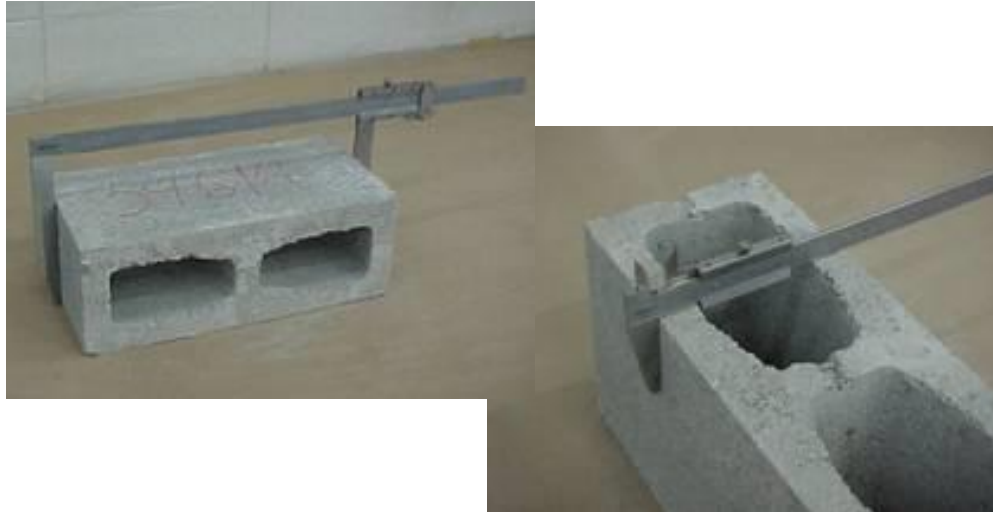
Realização



Apoio



Controle de Qualidade



Avaliação dimensional



Resistência à compressão

- Placas monolíticas de aço com espessura mínima 50 mm;
- Capeamento espessura máx. 3 mm
 - pastas
 - argamassa
 - enxofre
 - retifica



Retração



Absorção

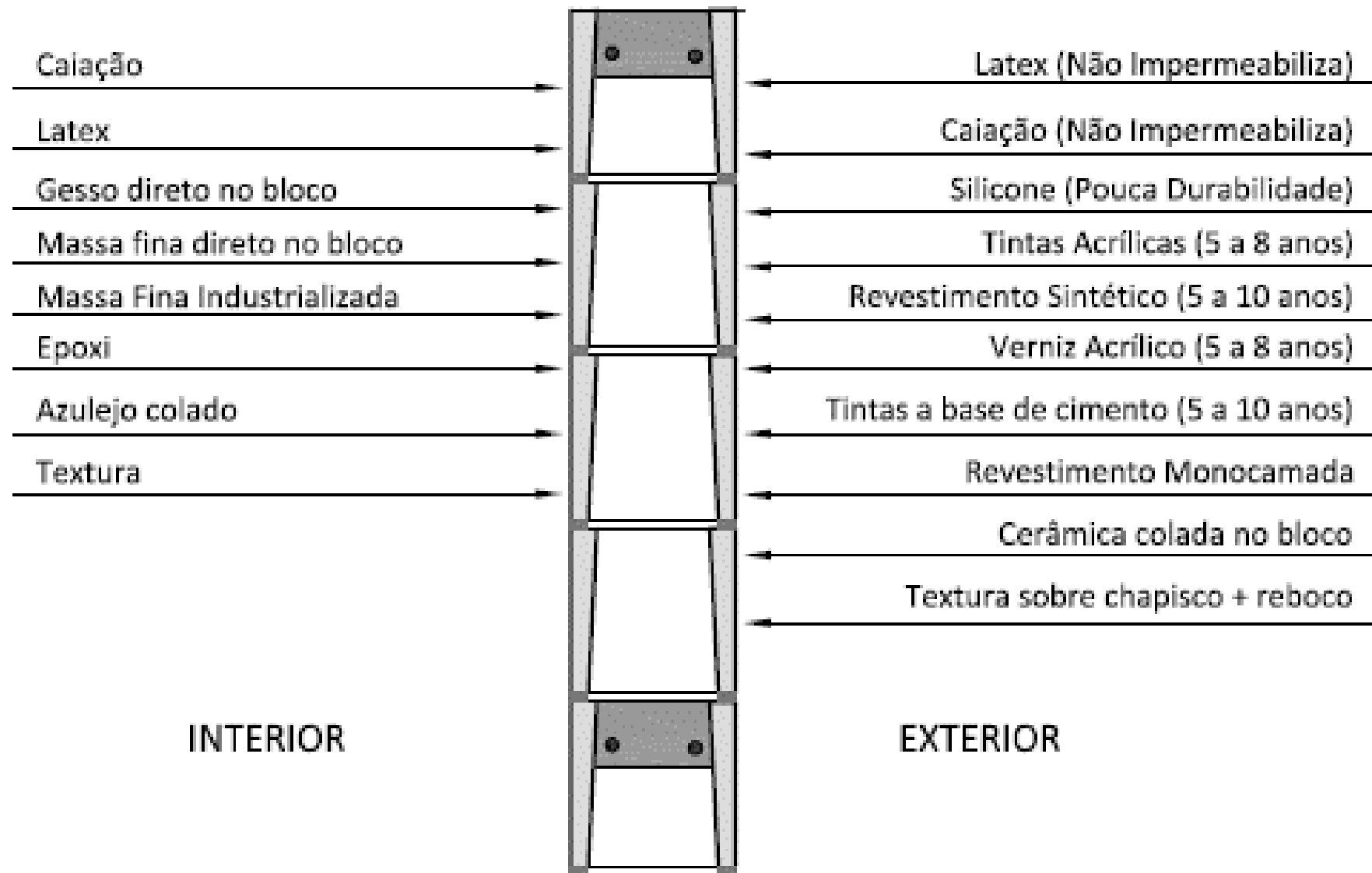
Realização



Apoio



Revestimentos



Realização



Apoio

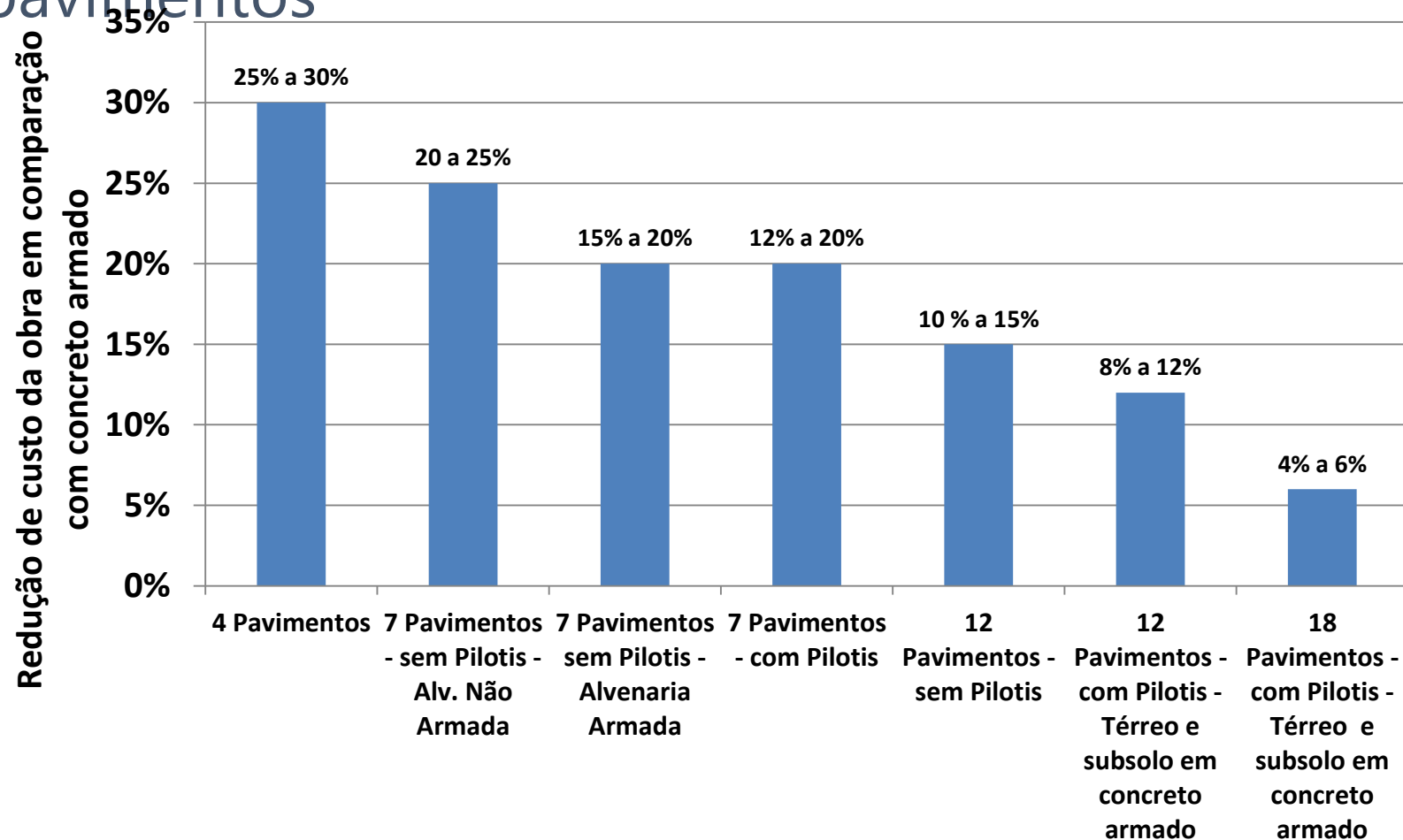


Redução de custo da obra.

-30% p/ 4 pavimentos

- 6% p/20

pavimentos



Alvenaria Estrutural X Estrutura em C. A.

Economias por tipo de obra:	
Quatro pavimentos	25% a 30%
Sete pavimentos sem pilotis, com alvenaria não armada	20% a 25%
Sete pavimentos com pilotis, com alvenaria armada	15% a 20%
Sete pavimentos com pilotis	12% a 20%
Doze pavimentos sem pilotis	10% a 15%
Doze pavimentos com pilotis, térreo e subsolo em concreto armado	8% a 12%
Dezoito pavimentos com pilotis, térreo e concreto armado	4% a 6%

(Arnoldo Wendler)

Vantagens no Custo da Obra

Valor da redução	R\$ 500.000,00	
Custo m ² (época)	R\$	3.500,00
Ganho em M ²		143
Área da unidade		45
Ganho em Unidades		3,17
Unidades totais		60
Percentual do Benefício		5,29%
		5,30%

Central Park Lapa , 1972- São Paulo

São Paulo - 1971

Uso: Residencial **Torres:**

Pavimentos: 4

Unidades:

Observações: Foram os primeiros edifícios em alvenaria estrutural armada no Brasil e utilizou-se bloco de concreto com 19 cm de espessura.



São Paulo/SP
1972 (revestido em 2006)

Uso: Misto (Residencial/
Comercial)

Torres: 4

Pavimentos: 12

Unidades: 192

Crédito: Ricardo Rios / ABCP



Projetar e Organizar

MODULAR



ABNT NBR 5706:**1977**, 5707:1982, 5708:1982, 5709:1982, 5710:1982, 5711:1982, 5713:1982, 5714:1982, 5715:1982, 5716:1982, 5717:1982, 5718:1982, 5719:1982, 5720:1982, 5721:1982, 5722:1982, 5723:1982, 5724:1982, 5725:1982, 5726:1982, 5727:1982, 5728:1982, 5729:1982, 5730:1982 e 5731:**1982**,

Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-02)
25/06/2009 - 15-01-2010

Coordenação Modular para Edificações

ABNT NBR

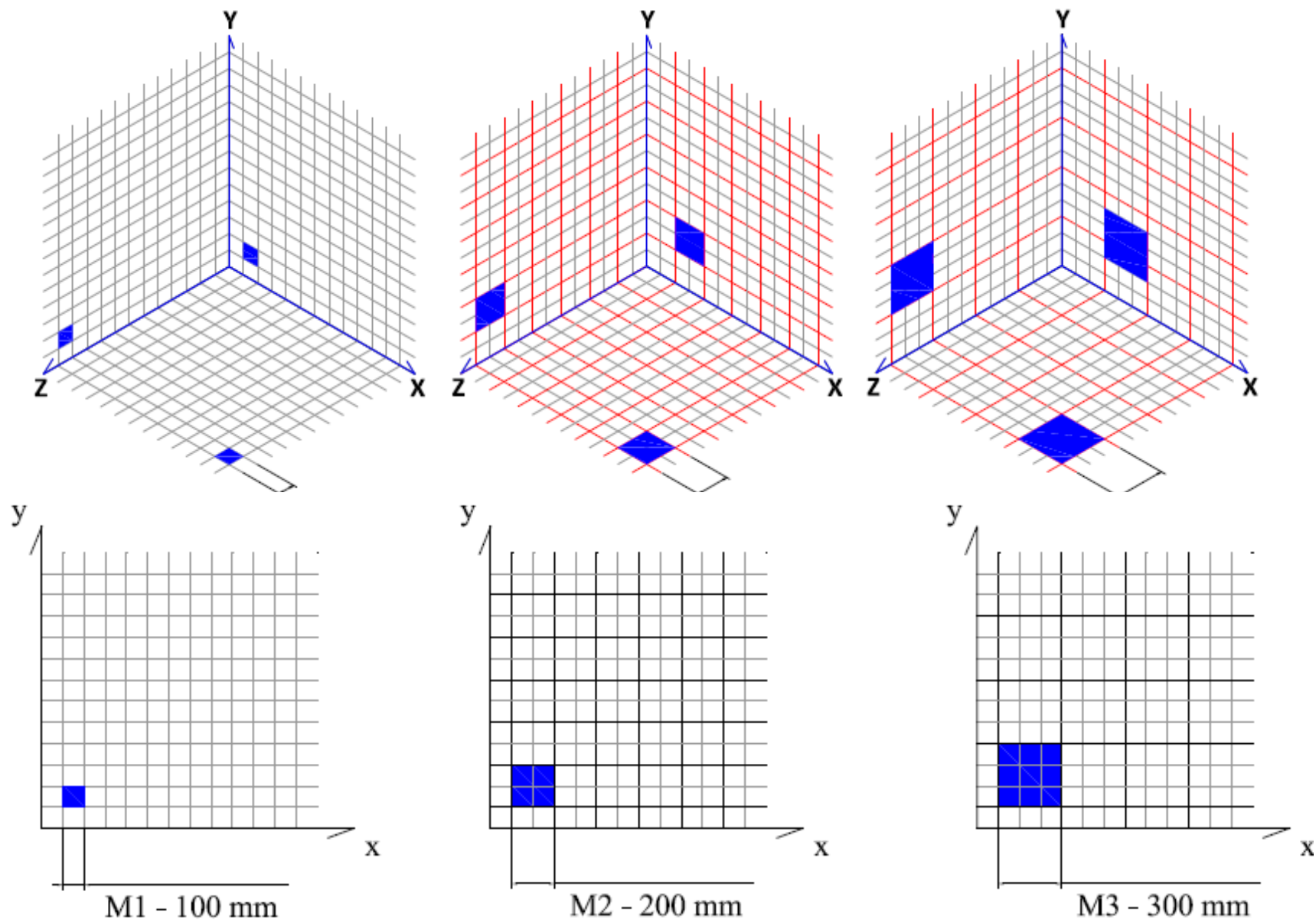
Realização



Apoio

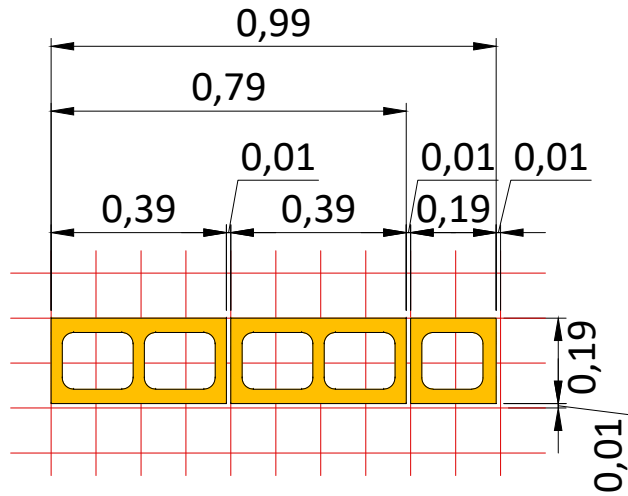


Quadricula Modular de Referência

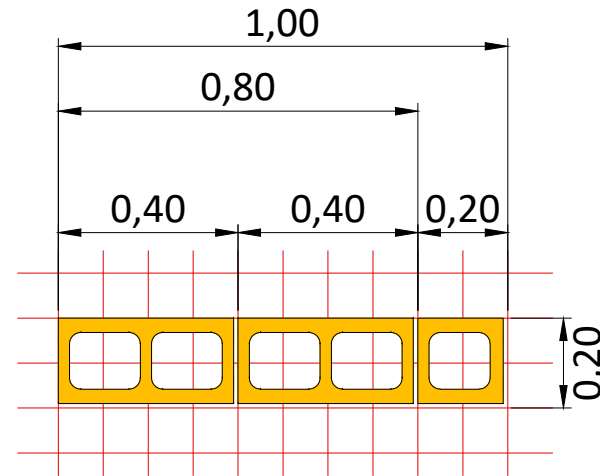


Composição Modular

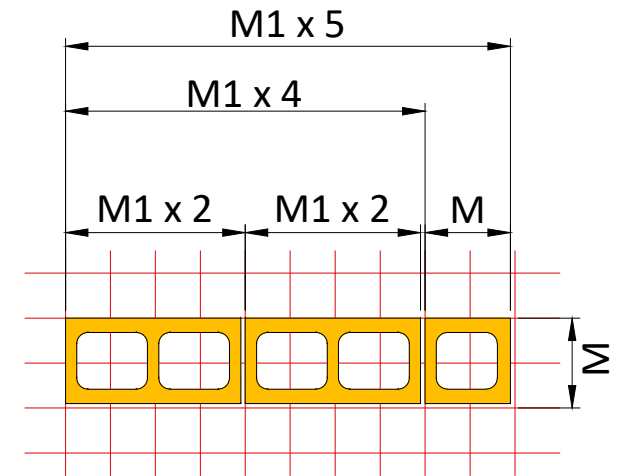
Em
Planta



Medida Nominal + Ajuste

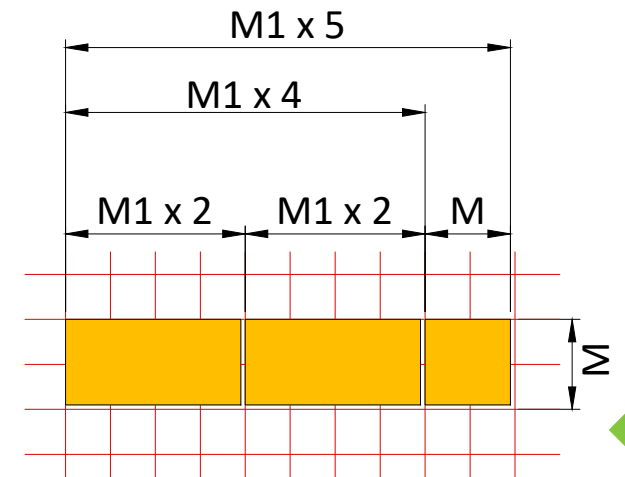
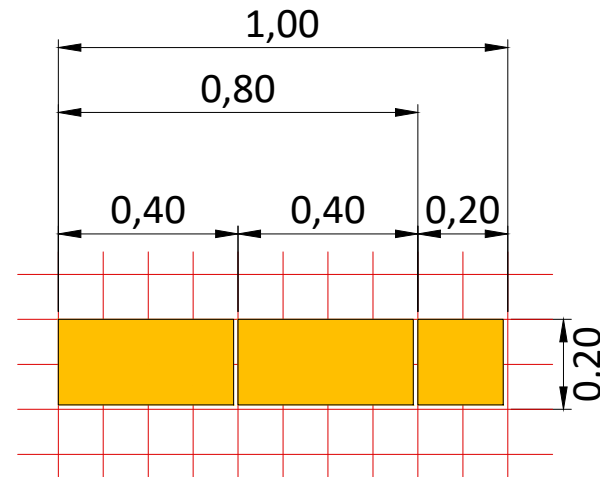
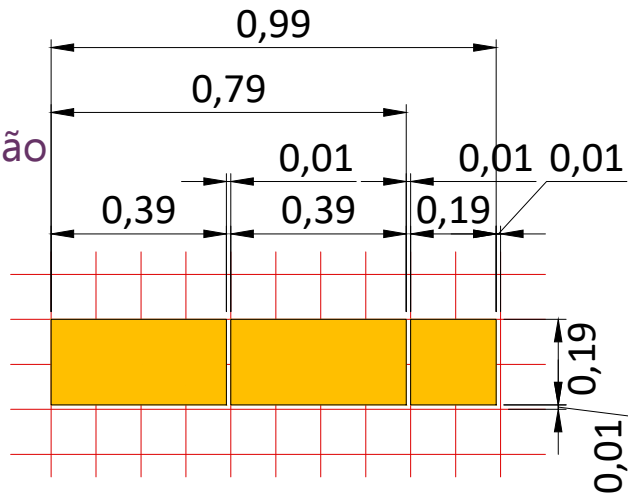


Medida de Coordenação

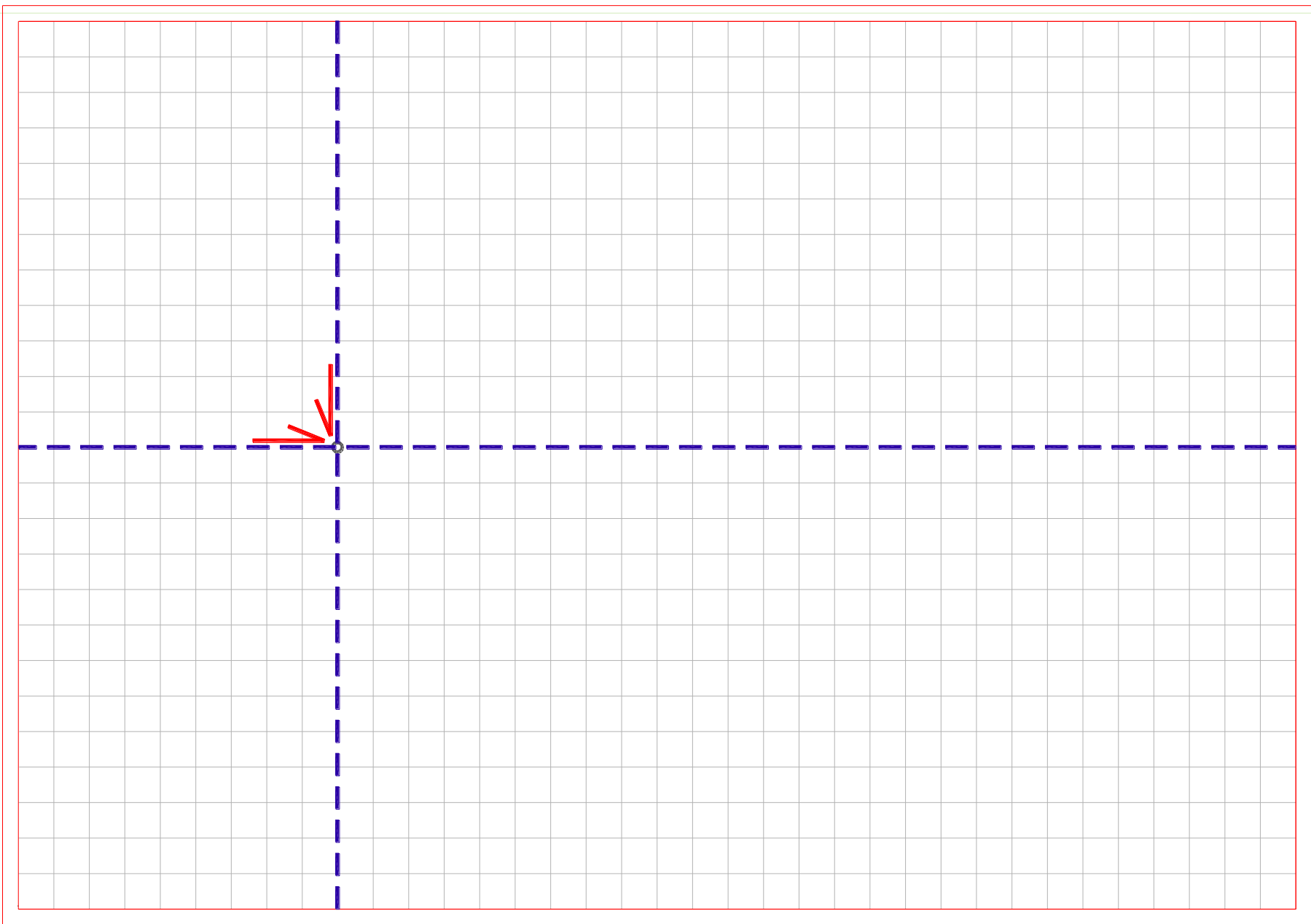


Medida Modular

Em
Elevação



Modulação 15 x 40 – (1)



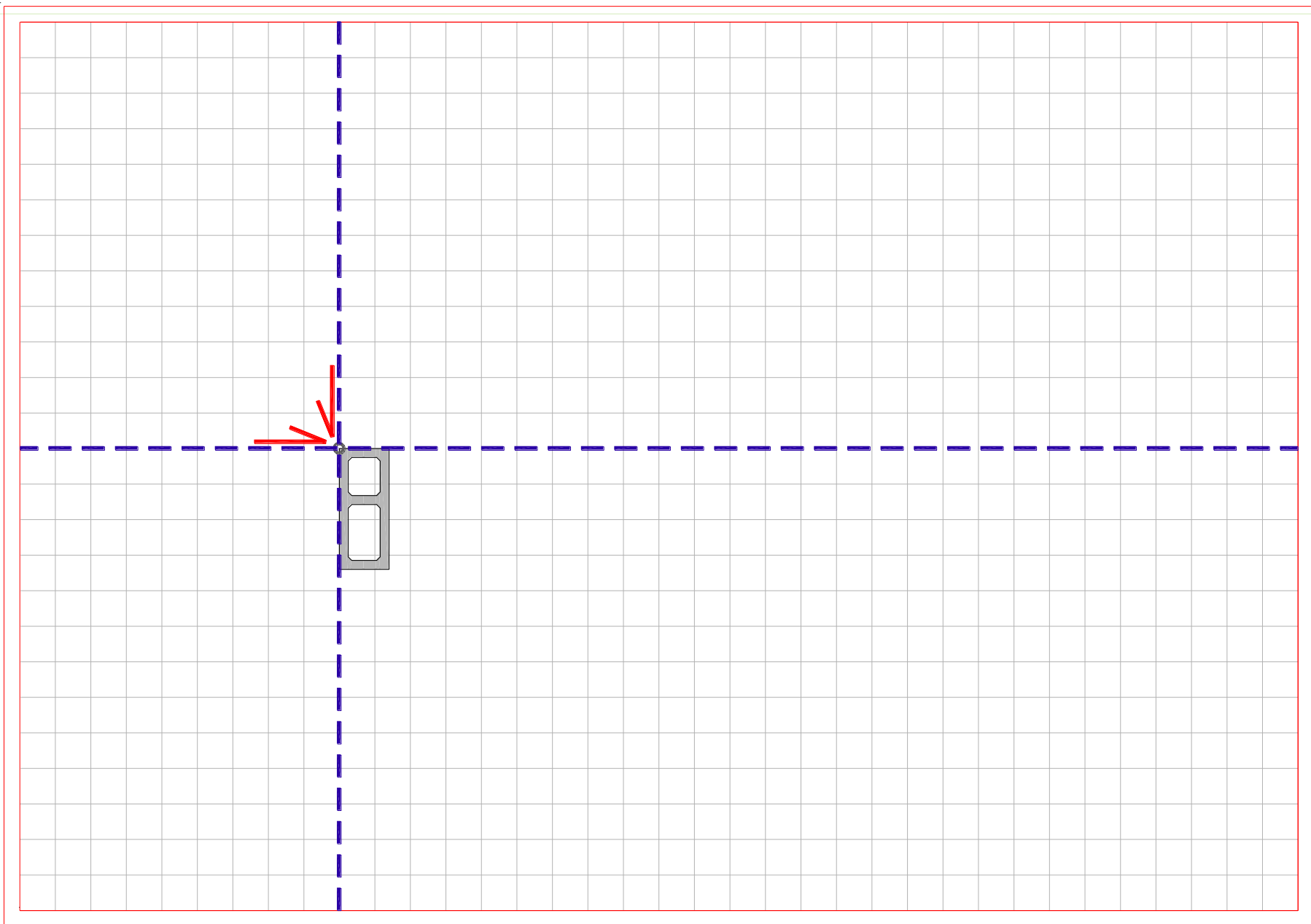
Realização



Apoio



Modulação 15 x 40 – (2)



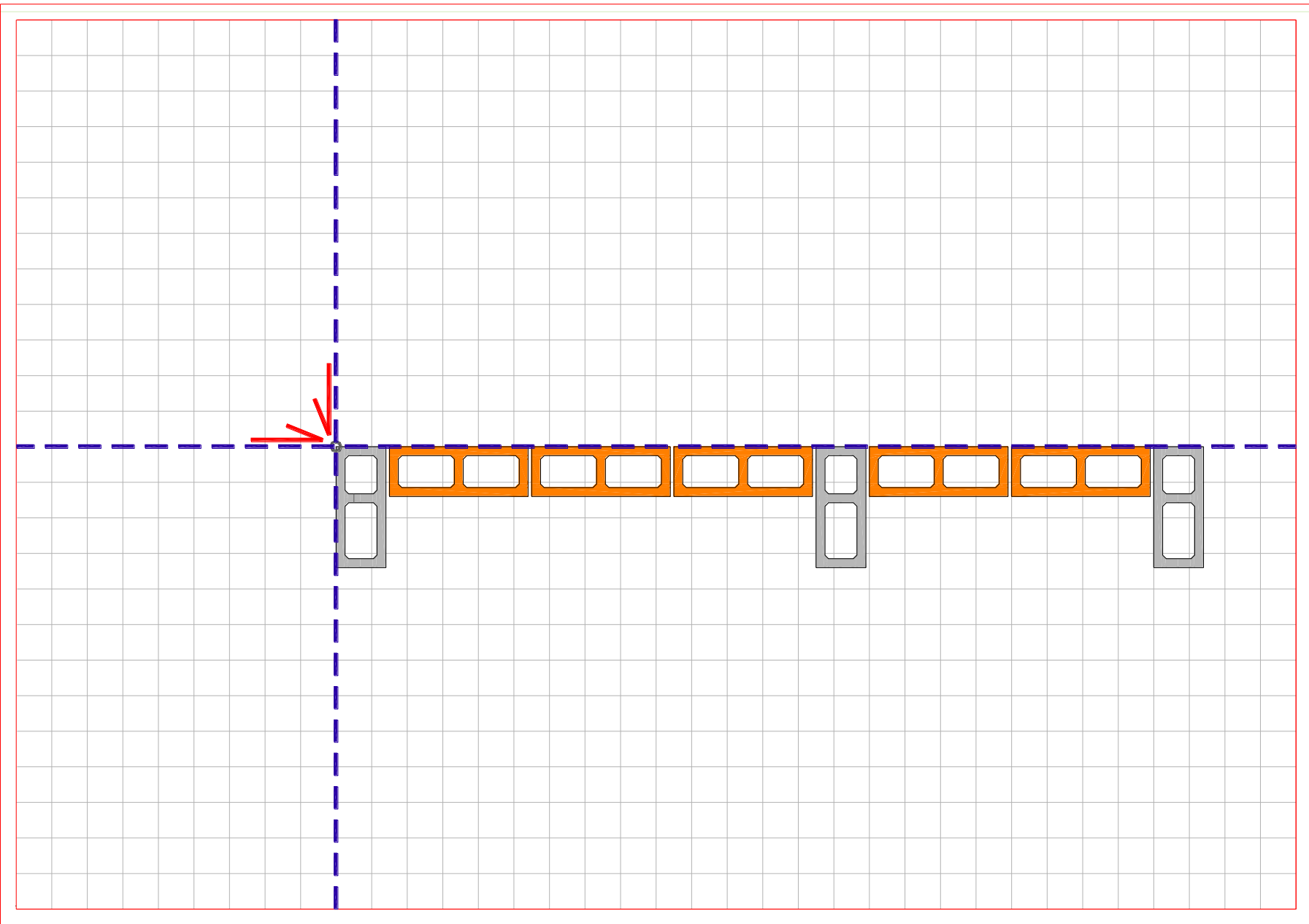
Realização



Apoio



Modulação 15 x 40 – (3)



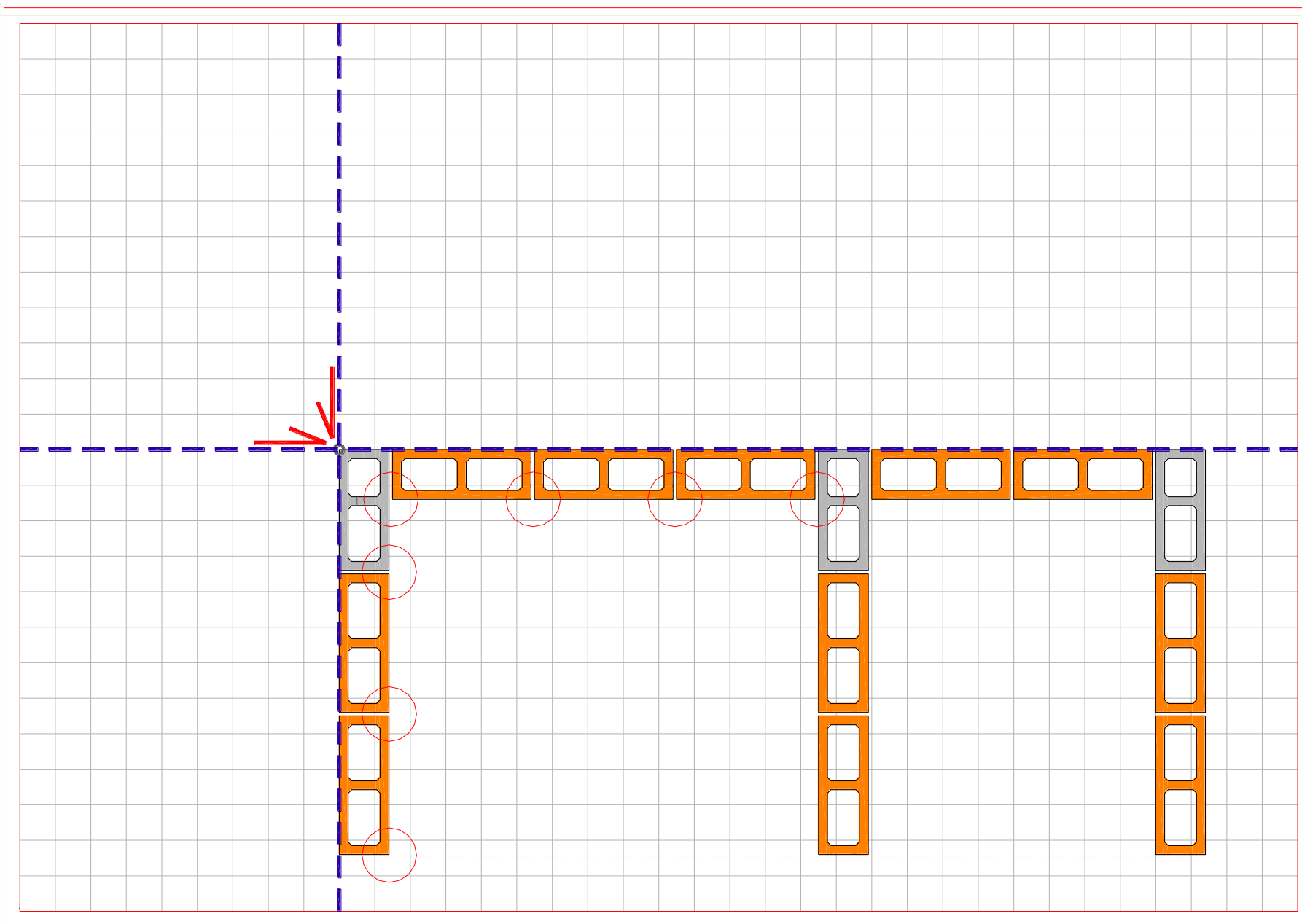
Realização



Apoio



Modulação 15 x 40 – (4)



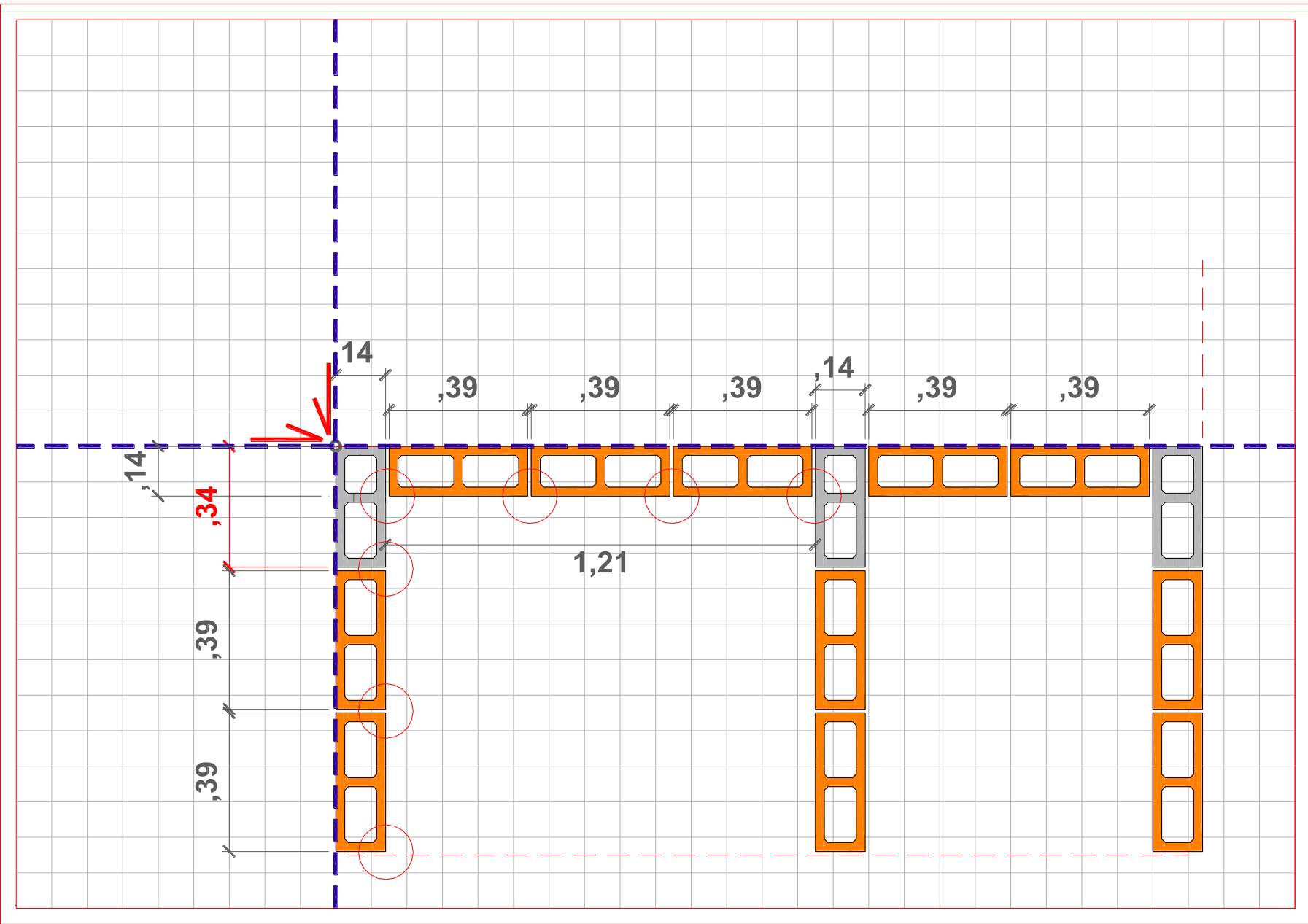
Realização



Apoio



Modulação 15 x 40 – (5)



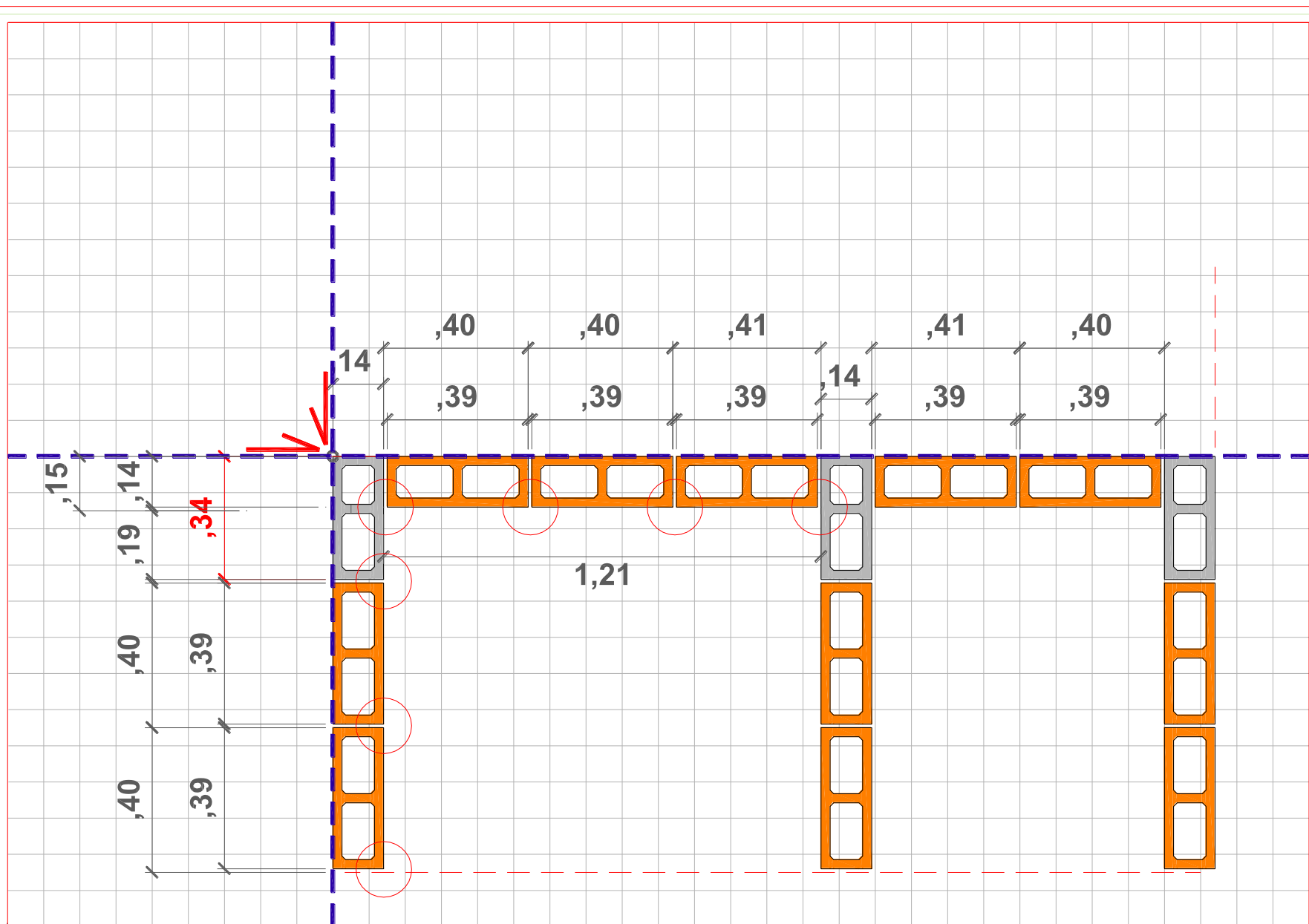
Realização



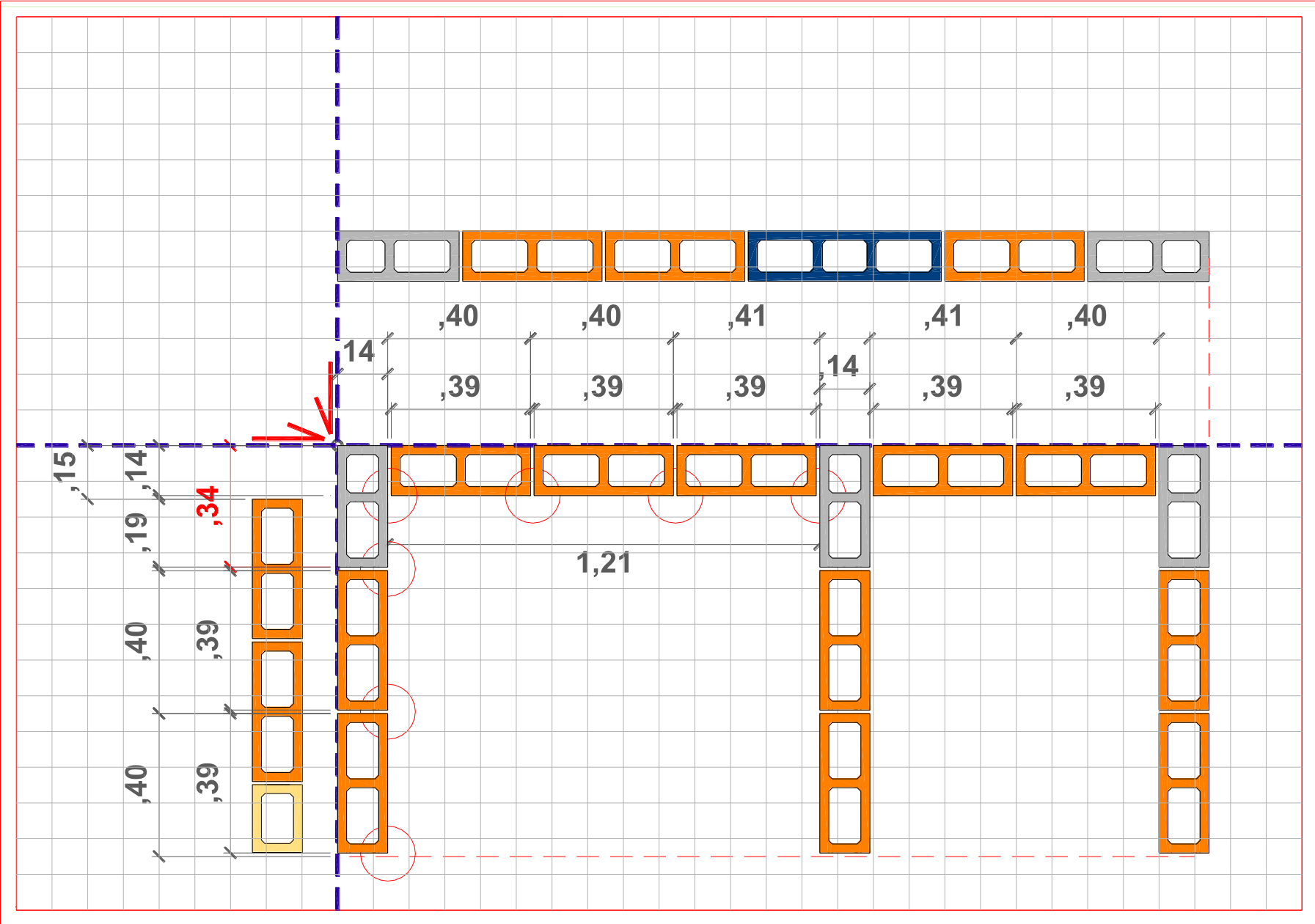
Apoio



Modulação 15 x 40 – (6)



Modulação 15 x 40 – (7)



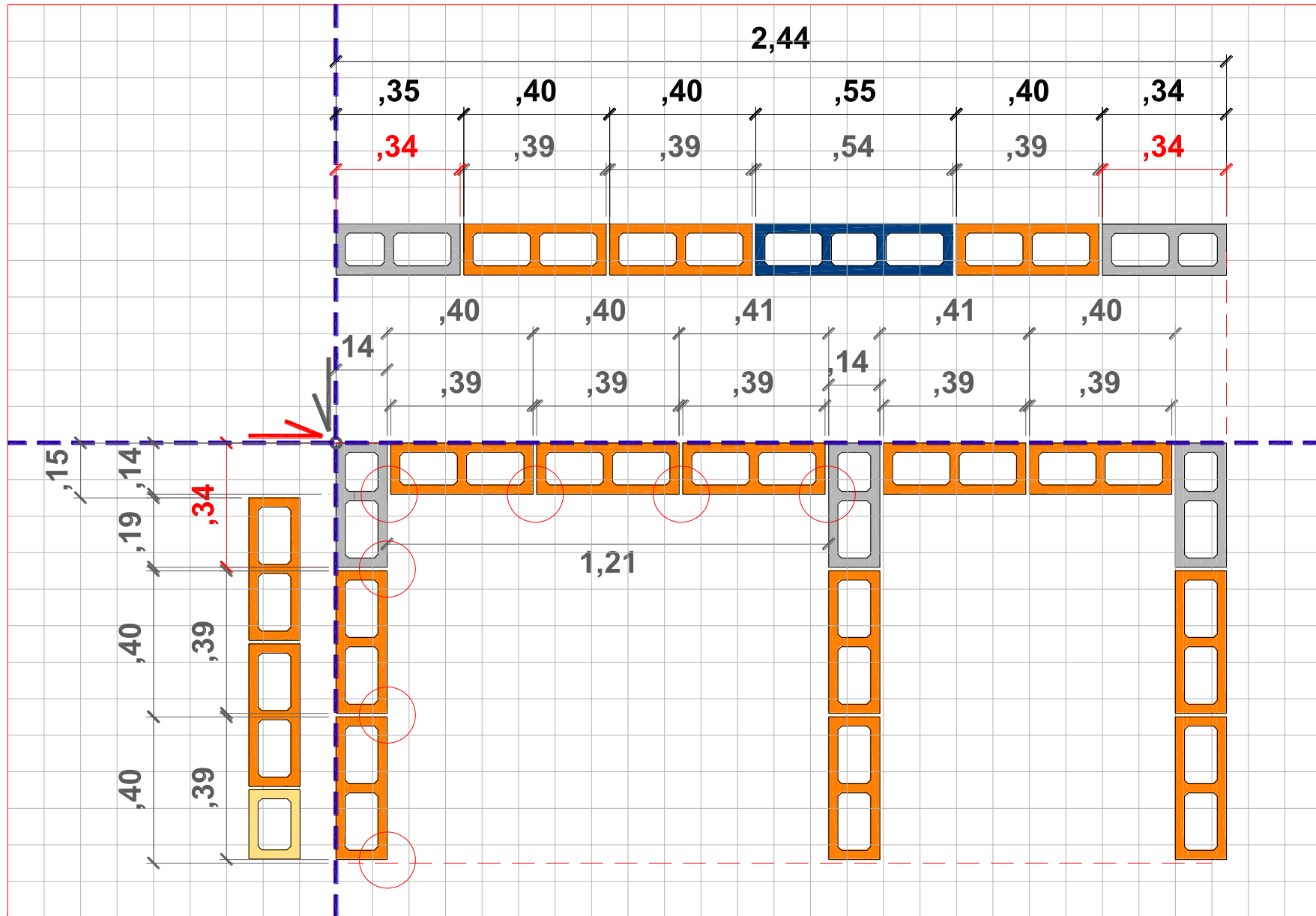
Realização



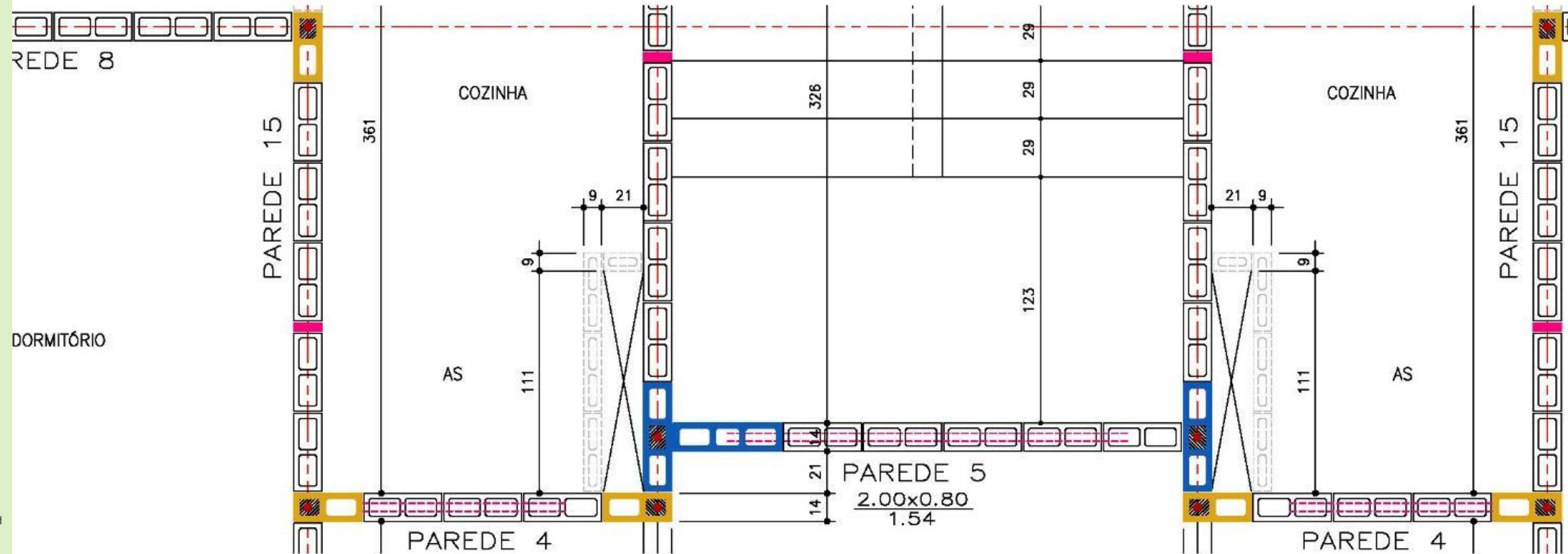
Apoio



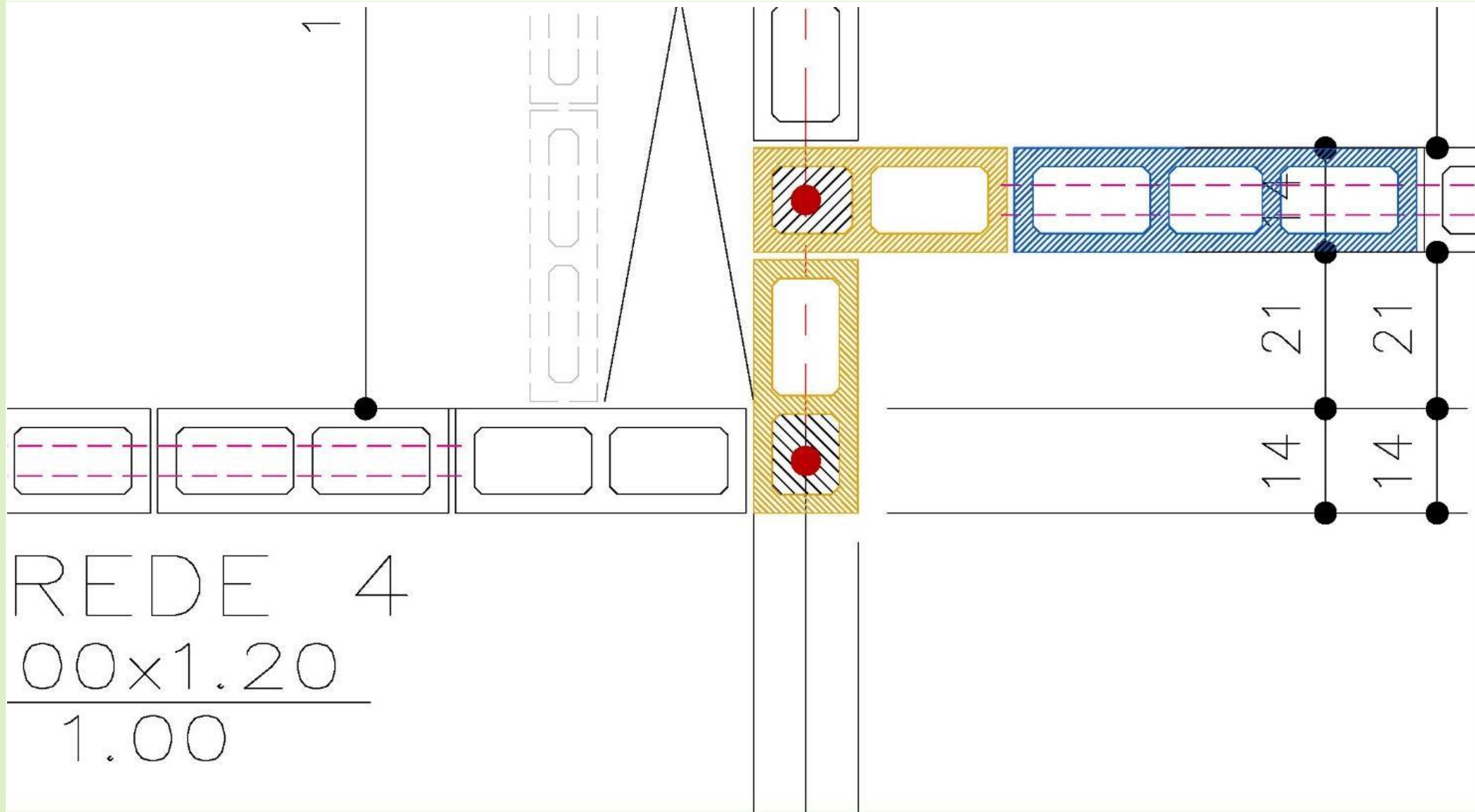
Modulação 15 x 40 – (8)



Exemplo 2



Exemplo 2



Realização

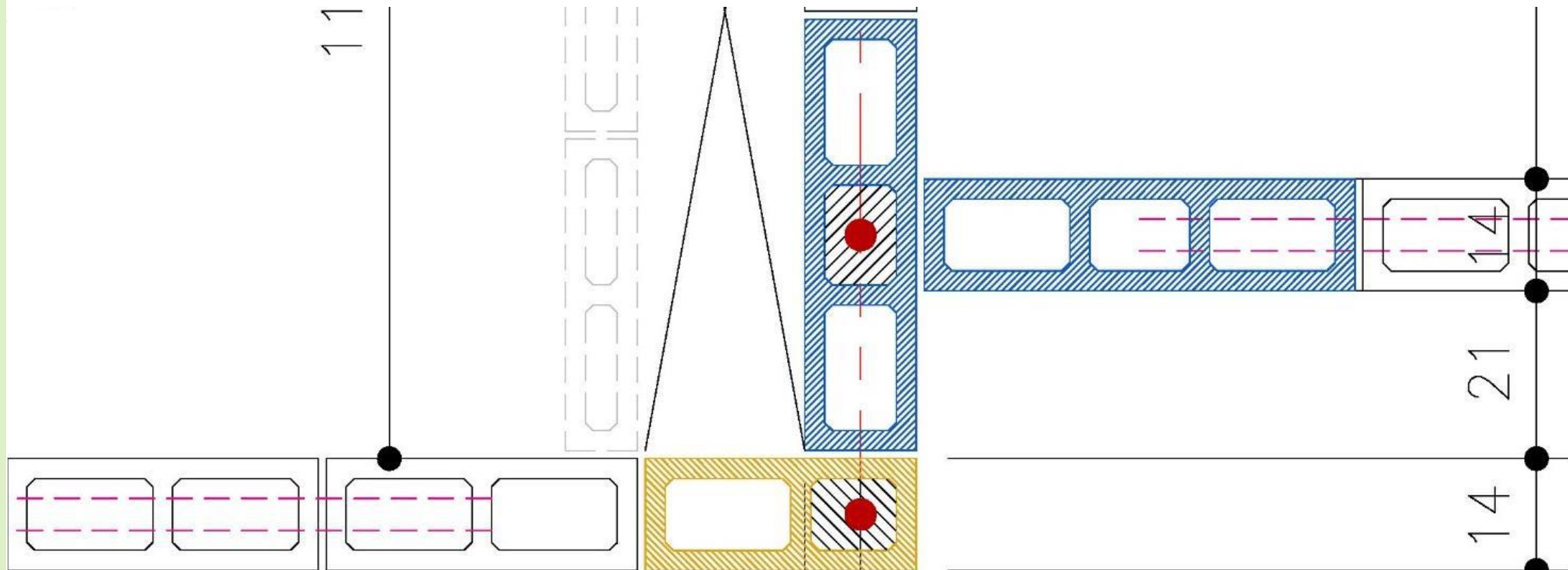
Associação Brasileira de Cimento Portland

SNIC
UNIVERSIDADE NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM CIMENTOS

Apoio

CONCRETE SHOW
A 1ª MESA REDONDA E CONFERÊNCIA PARA A CONSTRUÇÃO

Exemplo 2



REDE 4
00x1.20
1.00

Realização

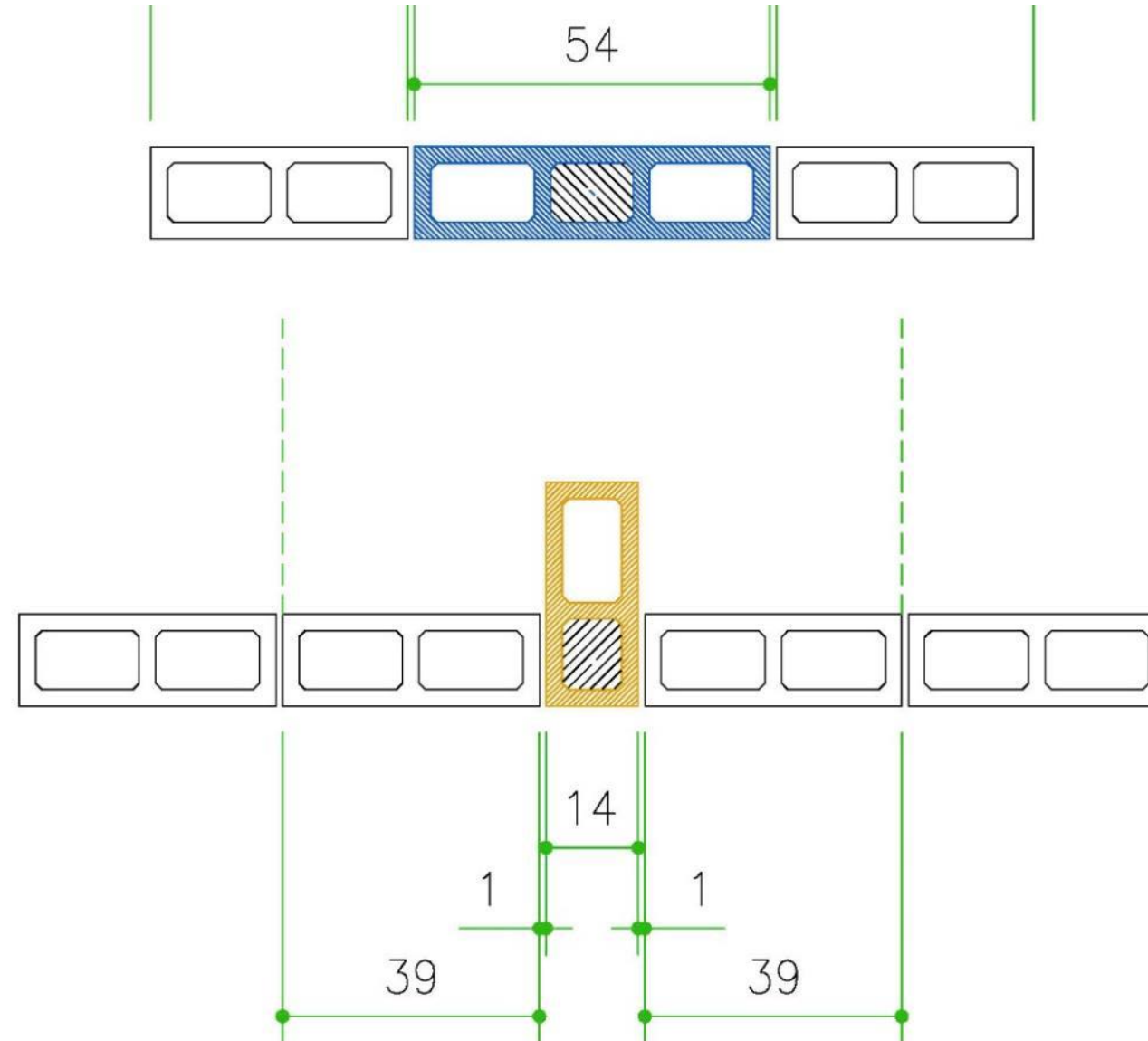
Associação
Brasileira de
Cimento Portland

SNIC
UNIVERSIDADE NACIONAL DE
DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO

Apoio

CONCRETE SHOW
A REDE NACIONAL DE CONCRETO PARA A CONSTRUÇÃO

Exemplo 2



Realização



Apoio



Exemplo 2



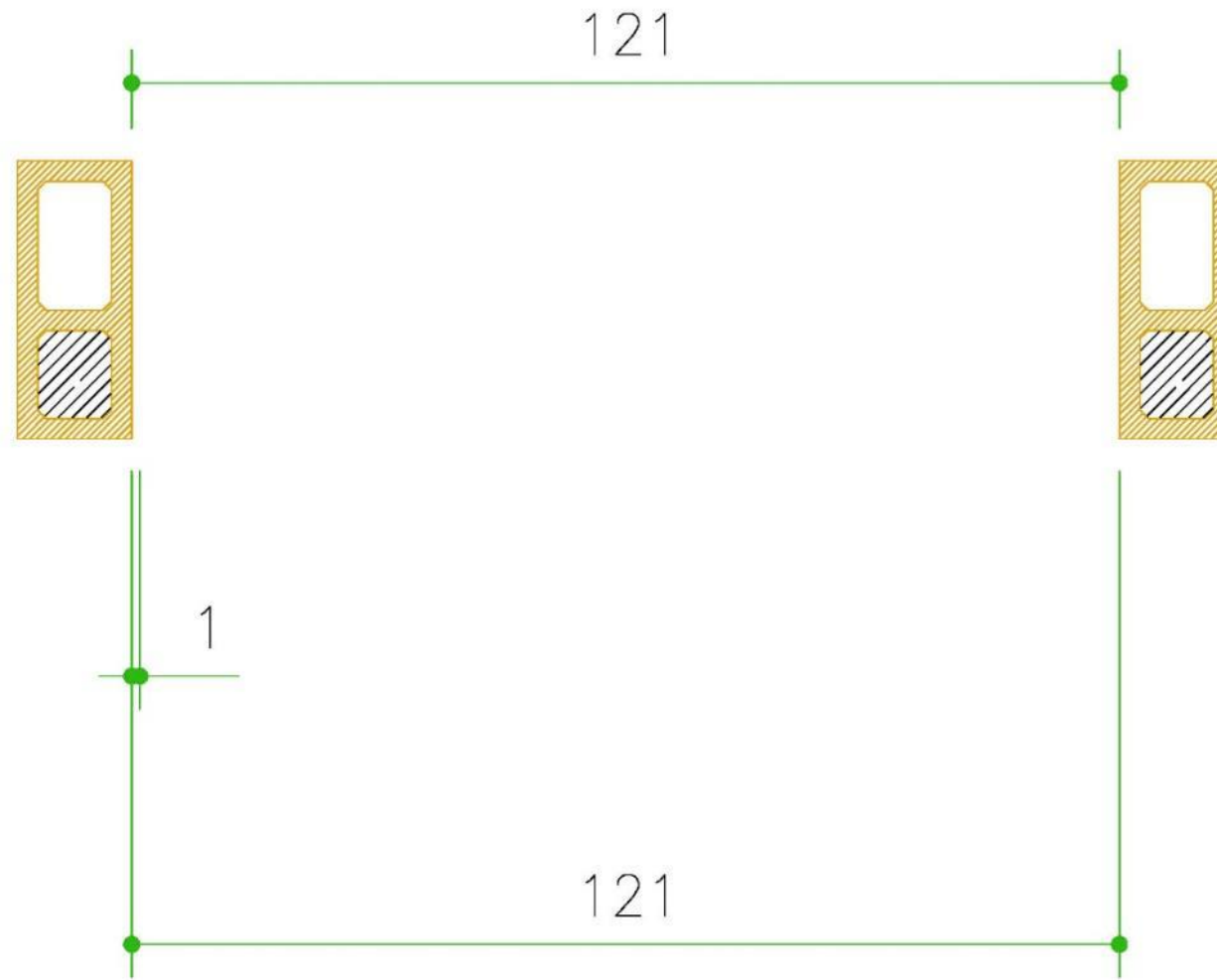
Realização



Apoio



Exemplo 2



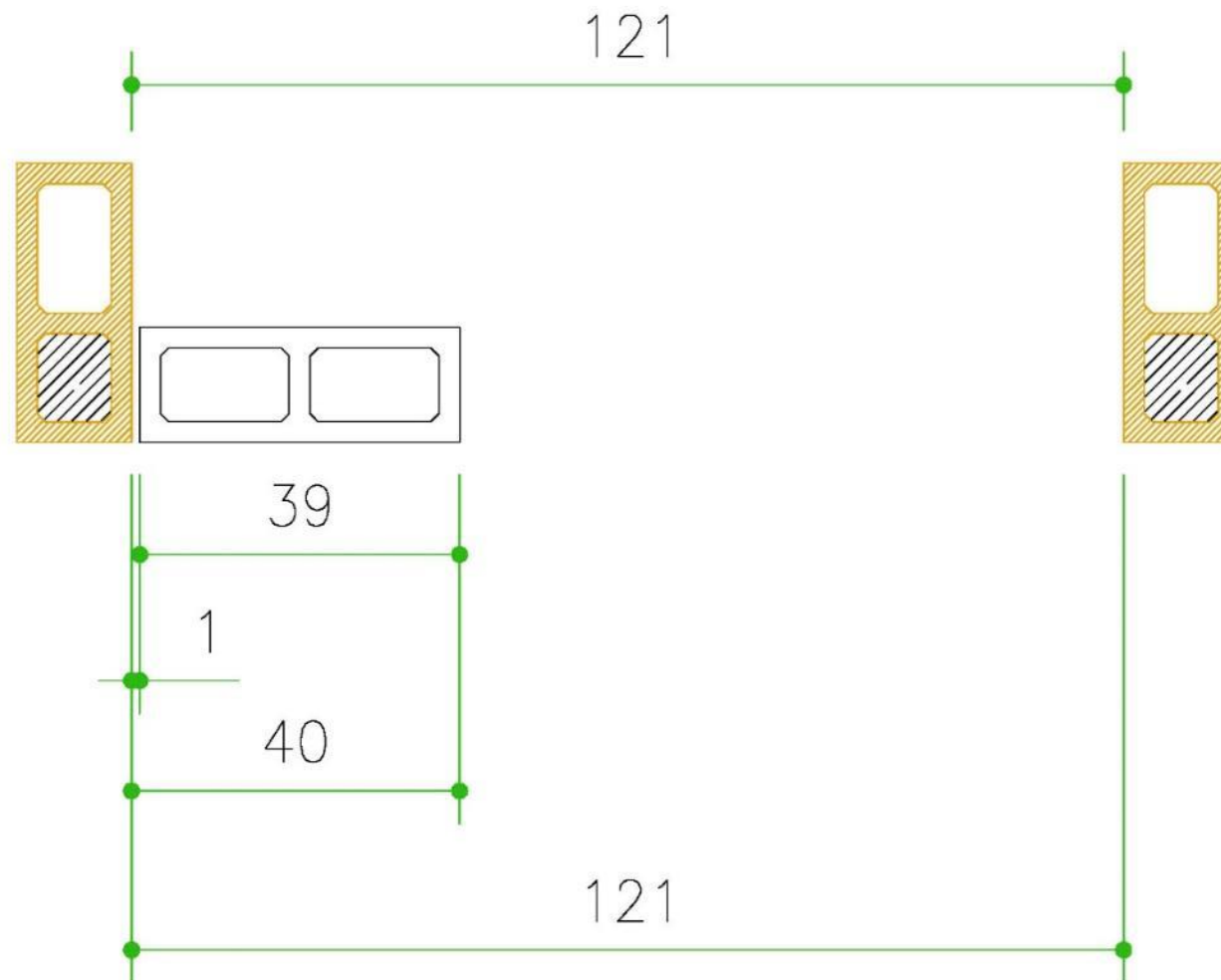
Realização



Apoio



Exemplo 2



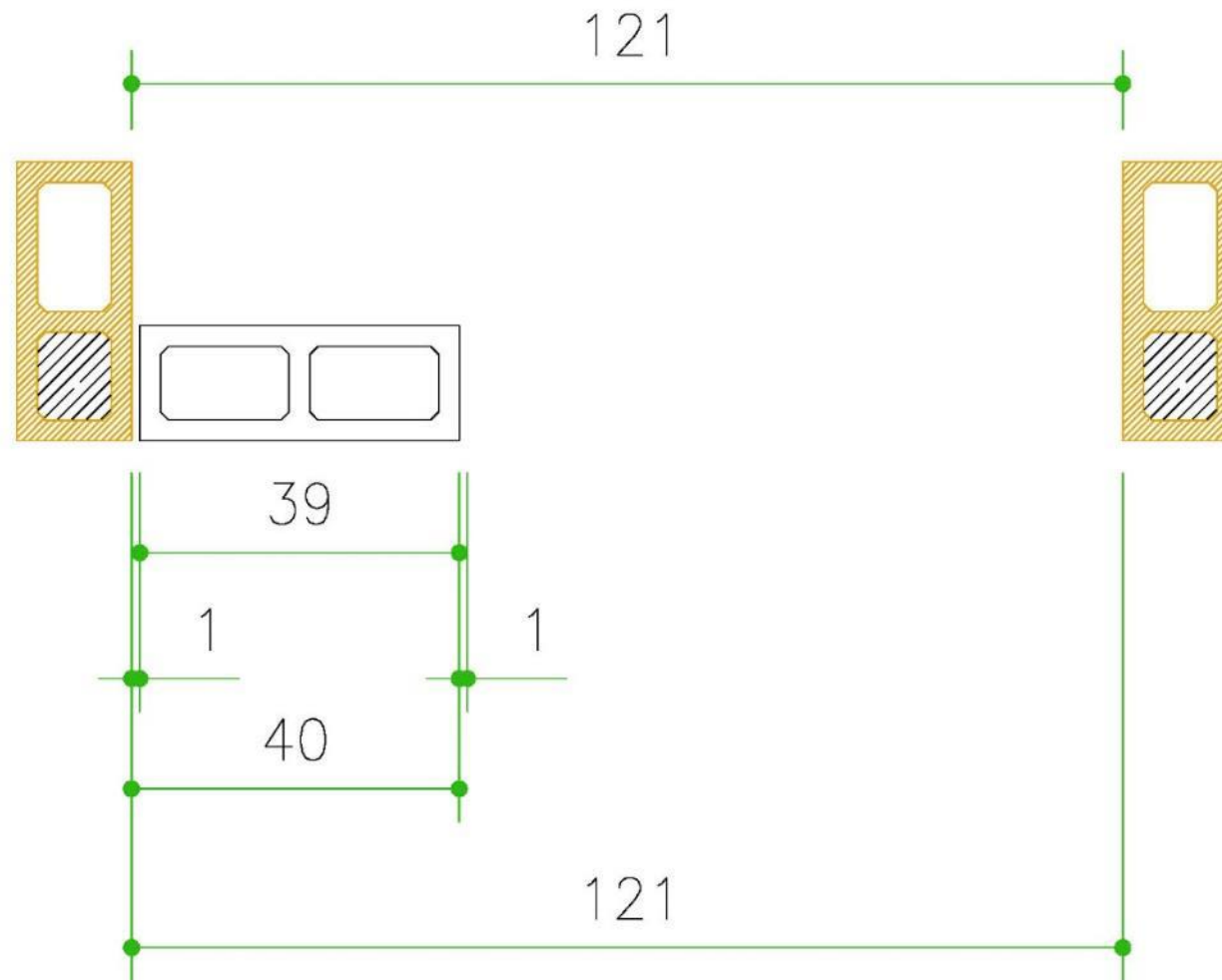
Realização



Apoio



Exemplo 2



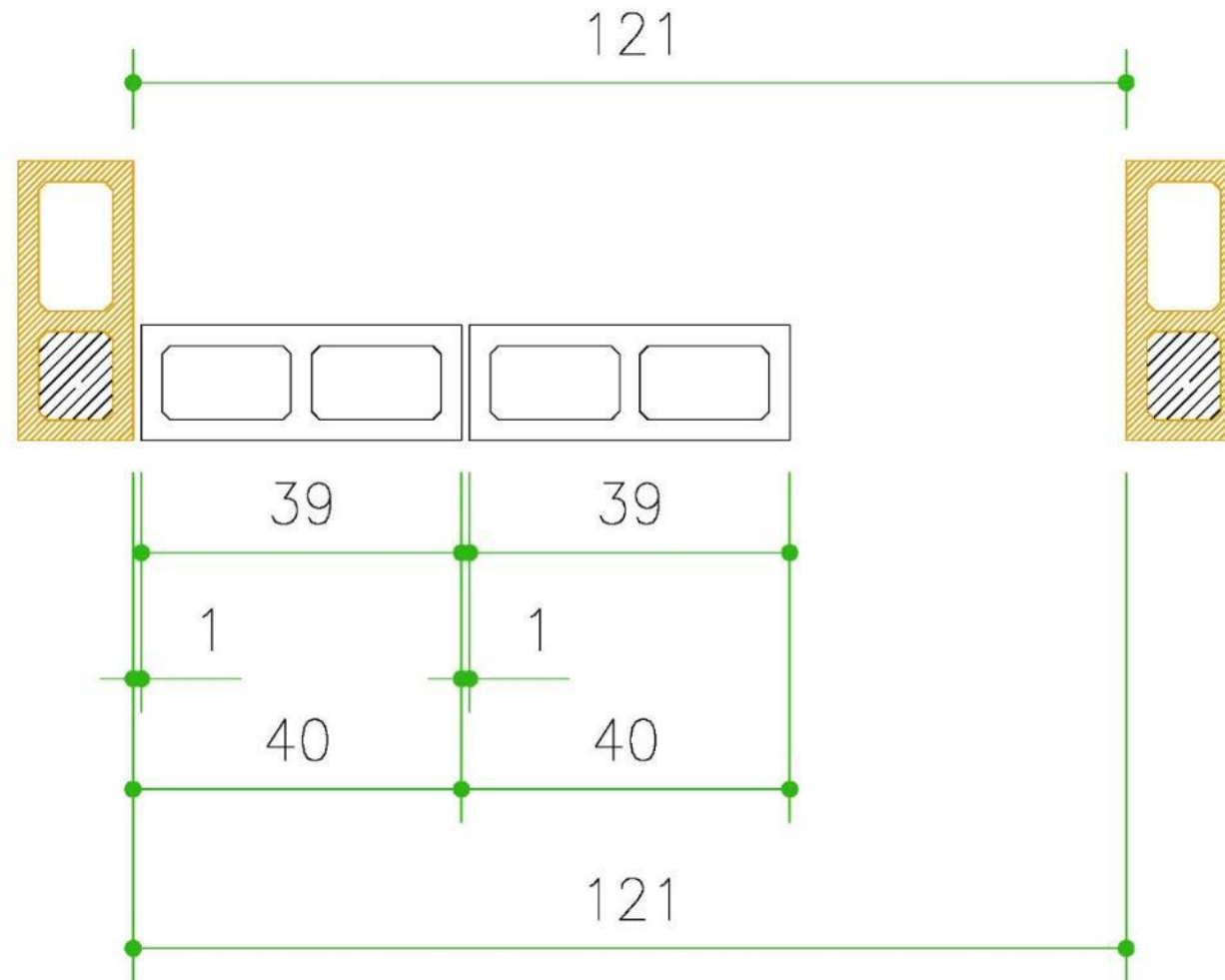
Realização



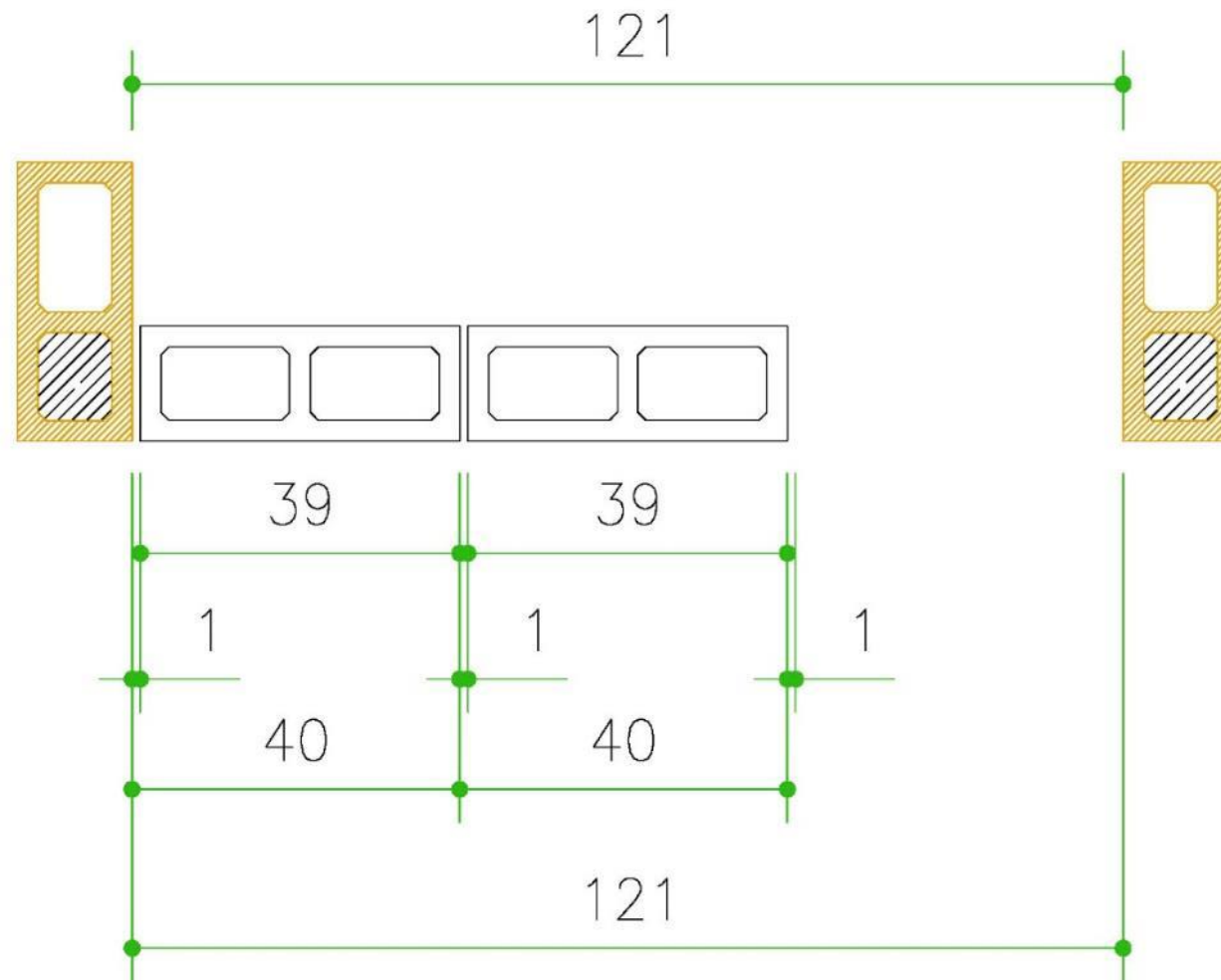
Apoio



Exemplo 2



Exemplo 2



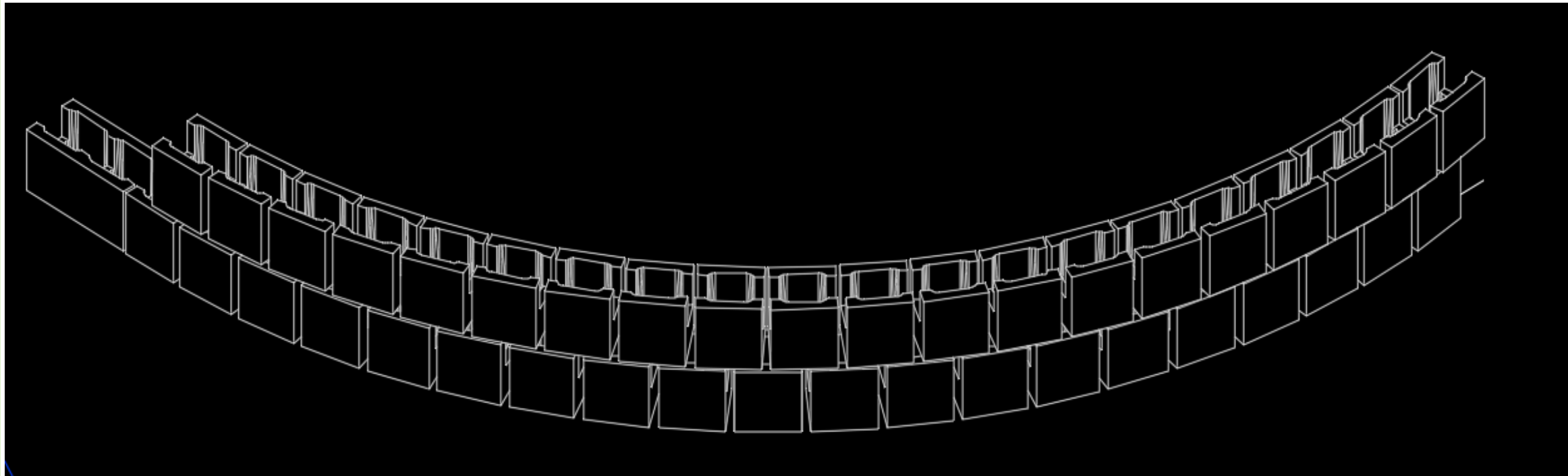
Realização



Apoio



Exemplo 3



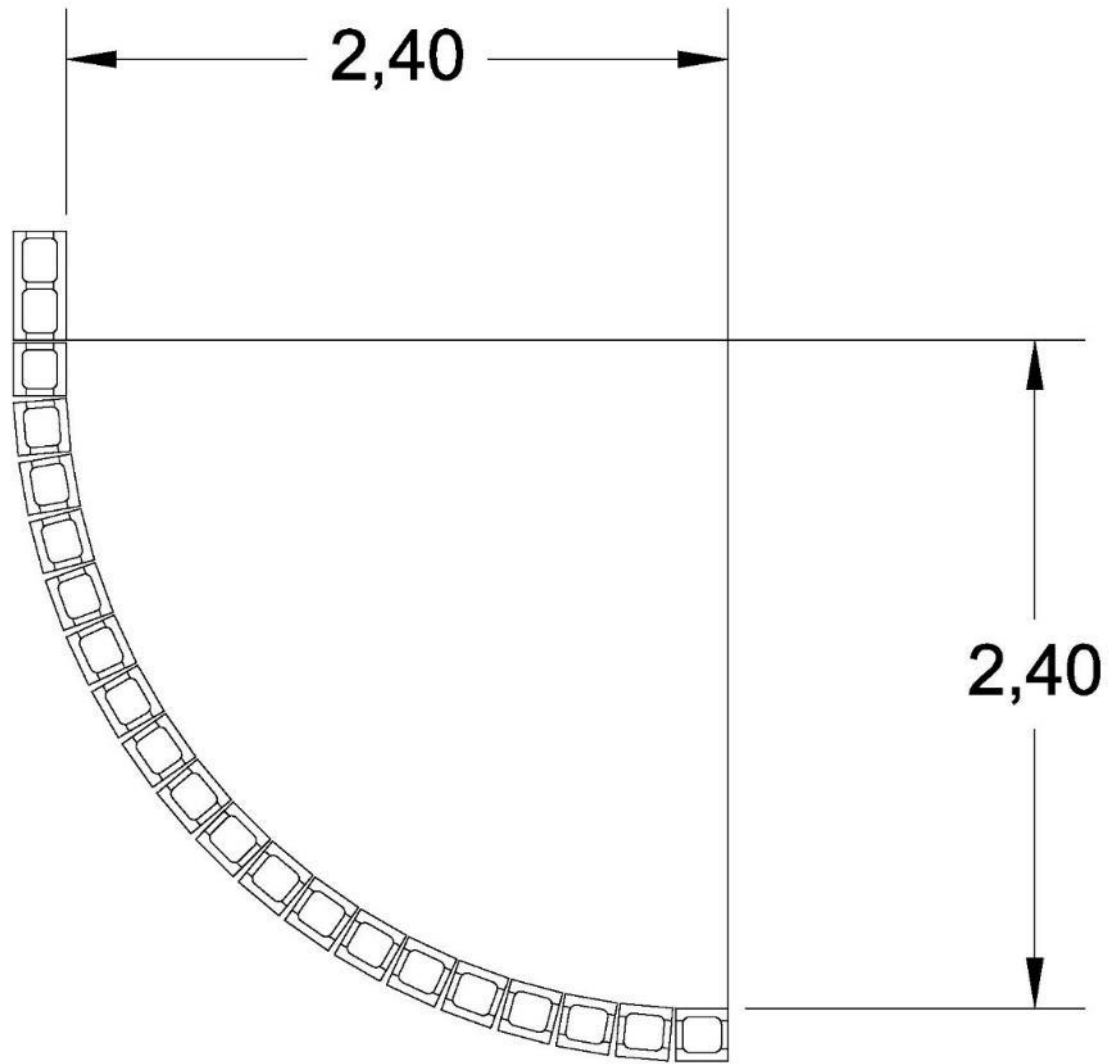
Realização



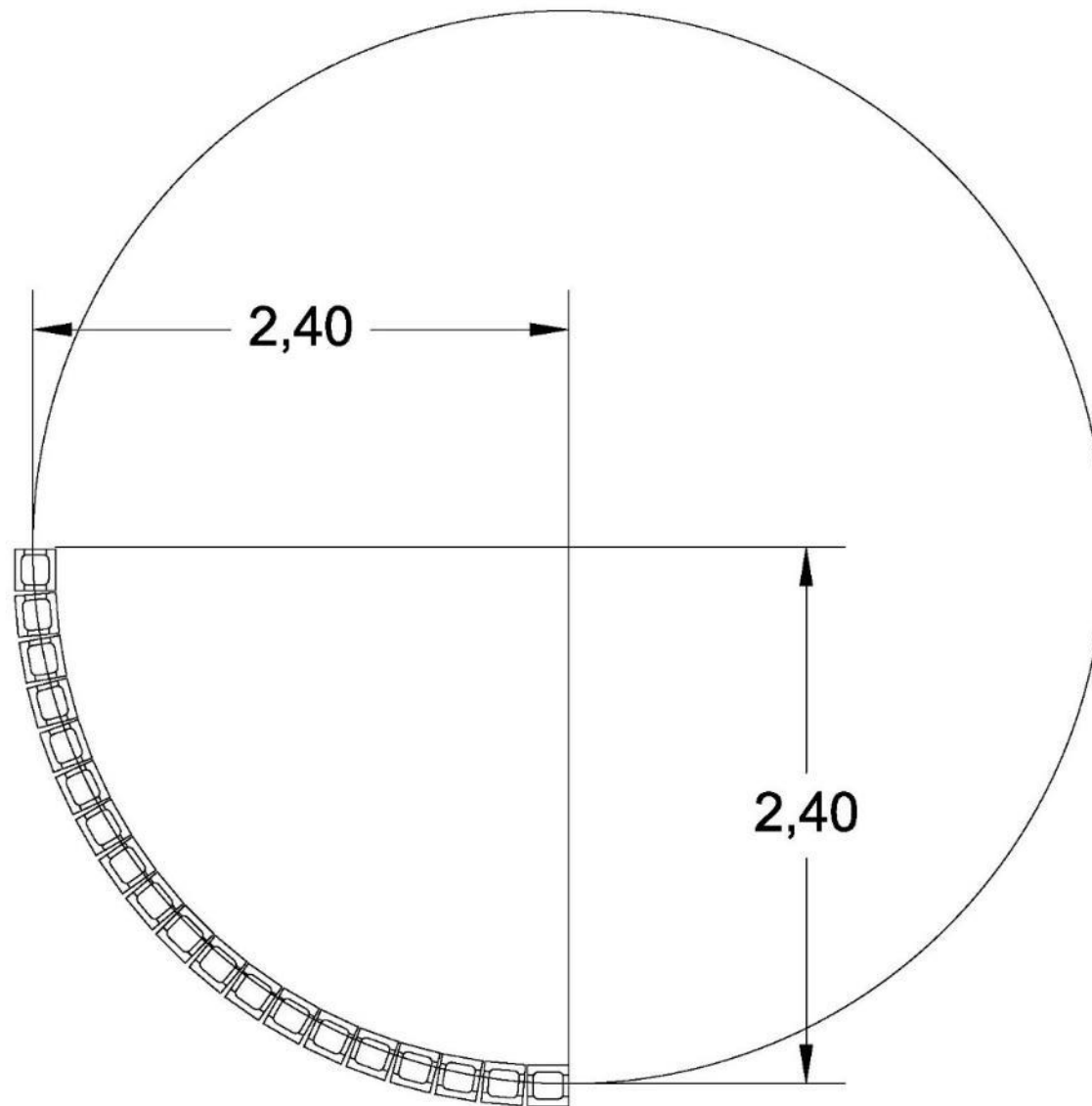
Apoio



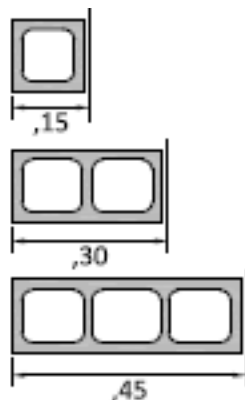
Exemplo 3



Exemplo 3



Composição Modular – Exemplo com o Bloco de 15 x 30



Medida Modular = $1 \text{ e } \frac{1}{2} M$

Medida de Coordenação = 15 cm, ou $14\text{cm} + \underline{1\text{cm (ajuste de coordenação)}}$

Medida Modular = 3 M

Medida de Coordenação = 30 cm, ou $29\text{cm} + \underline{1\text{cm (ajuste de coordenação)}}$

Medida Modular = $4 \text{ e } \frac{1}{2} M$

Medida de Coordenação = 45 cm, ou $44\text{cm} + \underline{1\text{cm (ajuste de coordenação)}}$

- na modulação de 30 a peça inteira é igual a 3M e a meia peça de 15 possui uma composição de $1M = 10 \text{ cm}$ e $\frac{1}{2} M = 5 \text{ cm}$, ou seja o módulo M e o multimódulo de metade de M.
- o mesmo ocorre na peça de 45 onde a peça inteira tem $4 \text{ e } \frac{1}{2} M$, ou seja, $4M = 40 \text{ cm}$ e $\frac{1}{2} M = 5 \text{ cm}$.
- todas as dimensões de 1cm. referem-se aos ajustes de coordenação entre o componentes modulares.

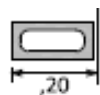
Realização



Apoio

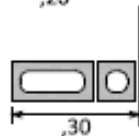


Composição Modular – Exemplo com o Bloco de 9



Medida Modular = 2M

Medida de Coordenação = 200 mm, ou $190 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$ (*ajuste de coordenação*)



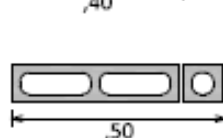
Medida Modular = 3M

Medida de Coordenação = 300 mm, ou $190 \text{ mm} + 90 \text{ mm} + 2 \times 10 \text{ mm}$ (*ajuste de coordenação*)



Medida Modular = 4M

Medida de Coordenação = 400 mm, ou $390 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$ (*ajuste de coordenação*)



Medida Modular = 5M

Medida de Coordenação = 500 mm, ou $390 \text{ mm} + 90 \text{ mm} + 2 \times 10 \text{ mm}$ (*ajuste de coordenação*)



Medida Modular = 6M

Medida de Coordenação = 600 mm, ou $390 \text{ mm} + 190 \text{ mm} + 2 \times 10 \text{ mm}$ (*ajuste de coordenação*)



Medida Modular = 7M

Medida de Coordenação = 700 mm, ou $390 \text{ mm} + 190 \text{ mm} + 90 \text{ mm}$ (*componente modular*)
+ $3 \times 10 \text{ mm}$ (*ajuste de coordenação*)

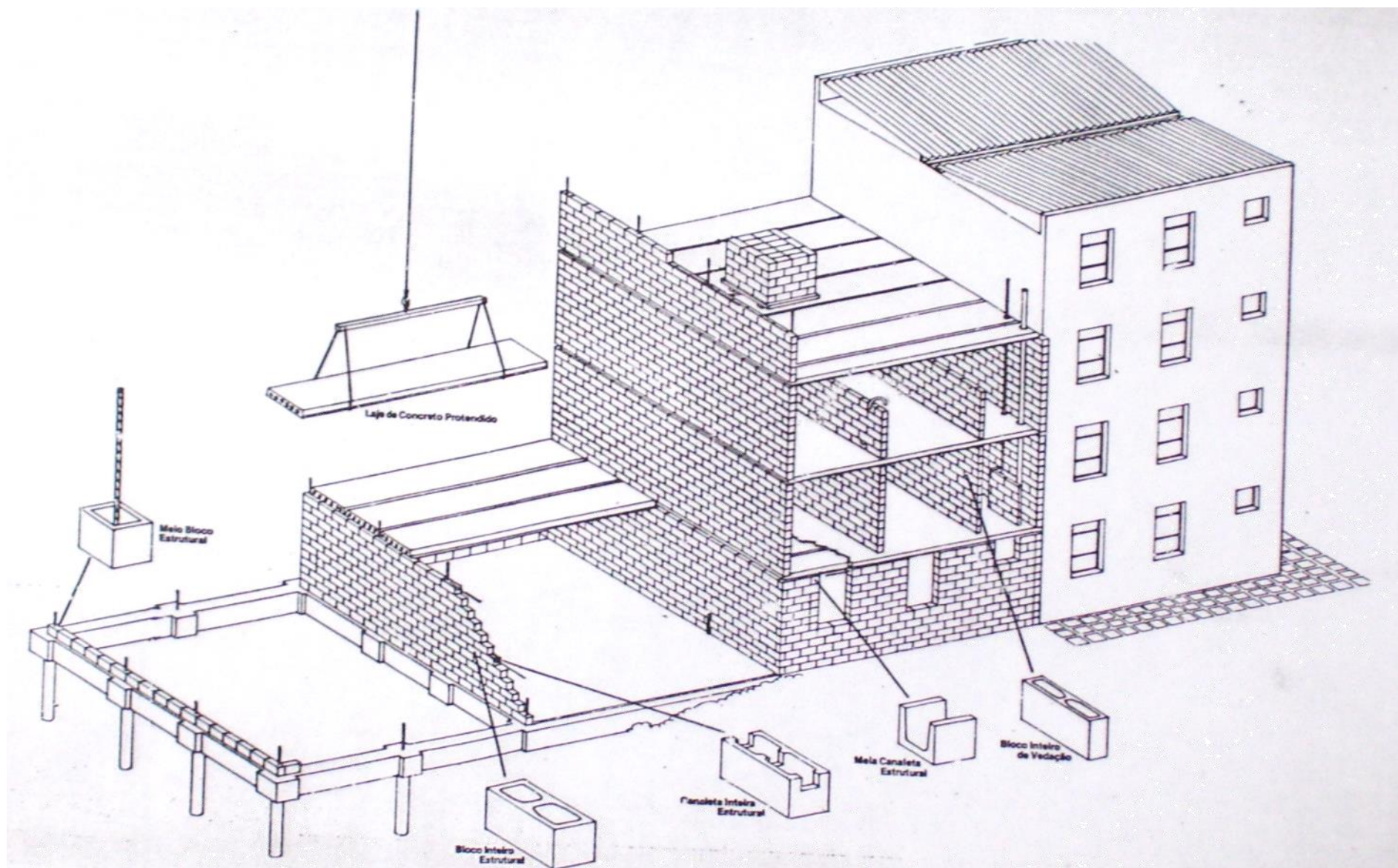
- no exemplo acima foi utilizado a componente compensador como incremento submodular para que pudéssemos chegar na dimensão de 250 mm que está fora da medida modular de coordenação de 200 mm.



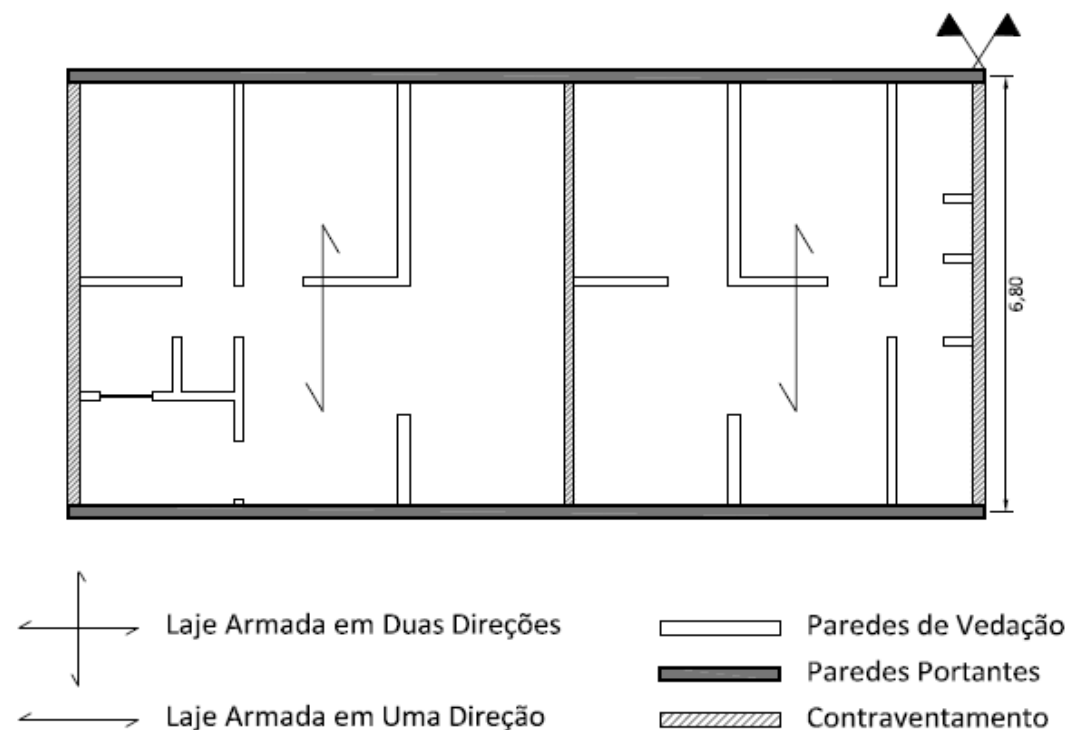
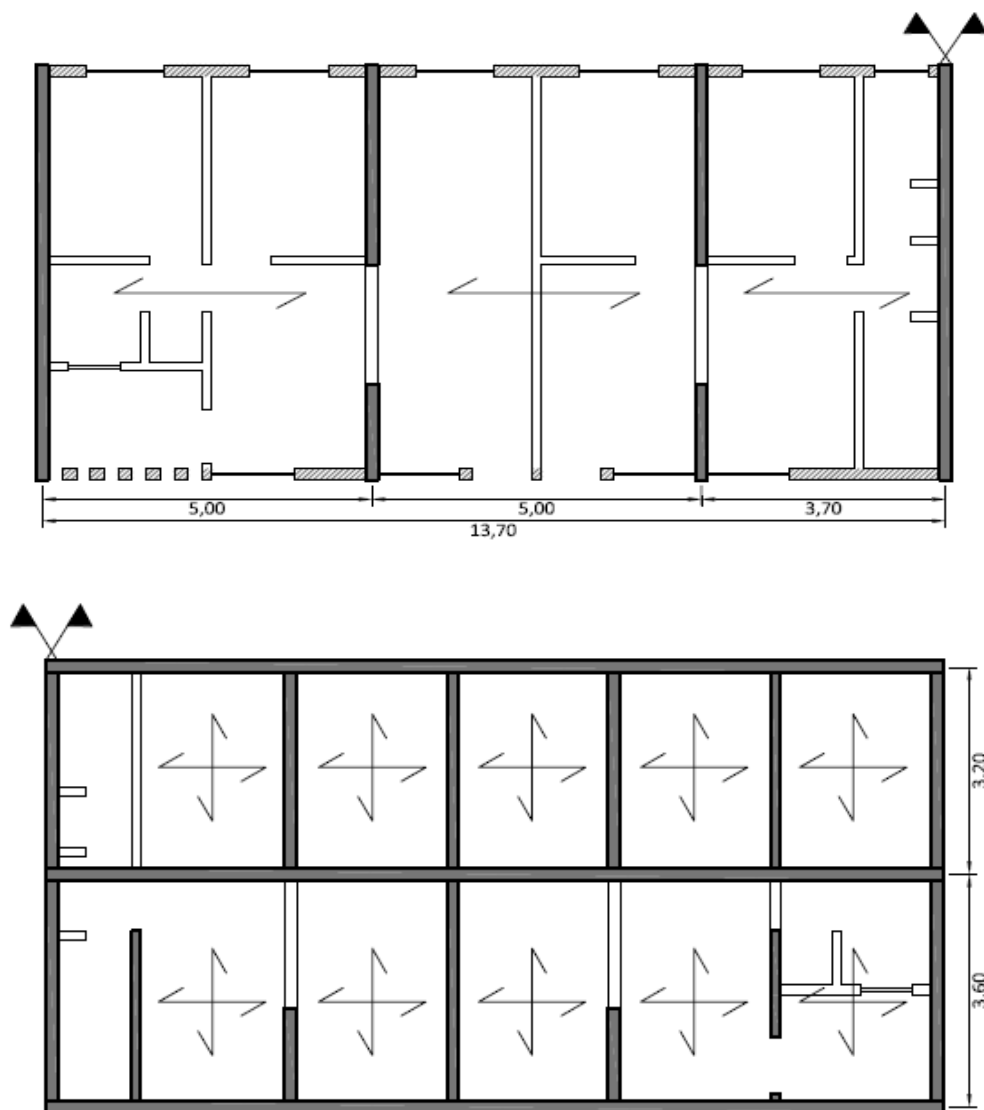
Medida Modular = 2M

Medida de Coordenação = 20 mm, ou $19 \text{ cm} + 1 \text{ cm}$ (*ajuste de coordenação*) +
 40 mm (*incremento submodular*) + 1 cm (*ajuste de coordenação*)

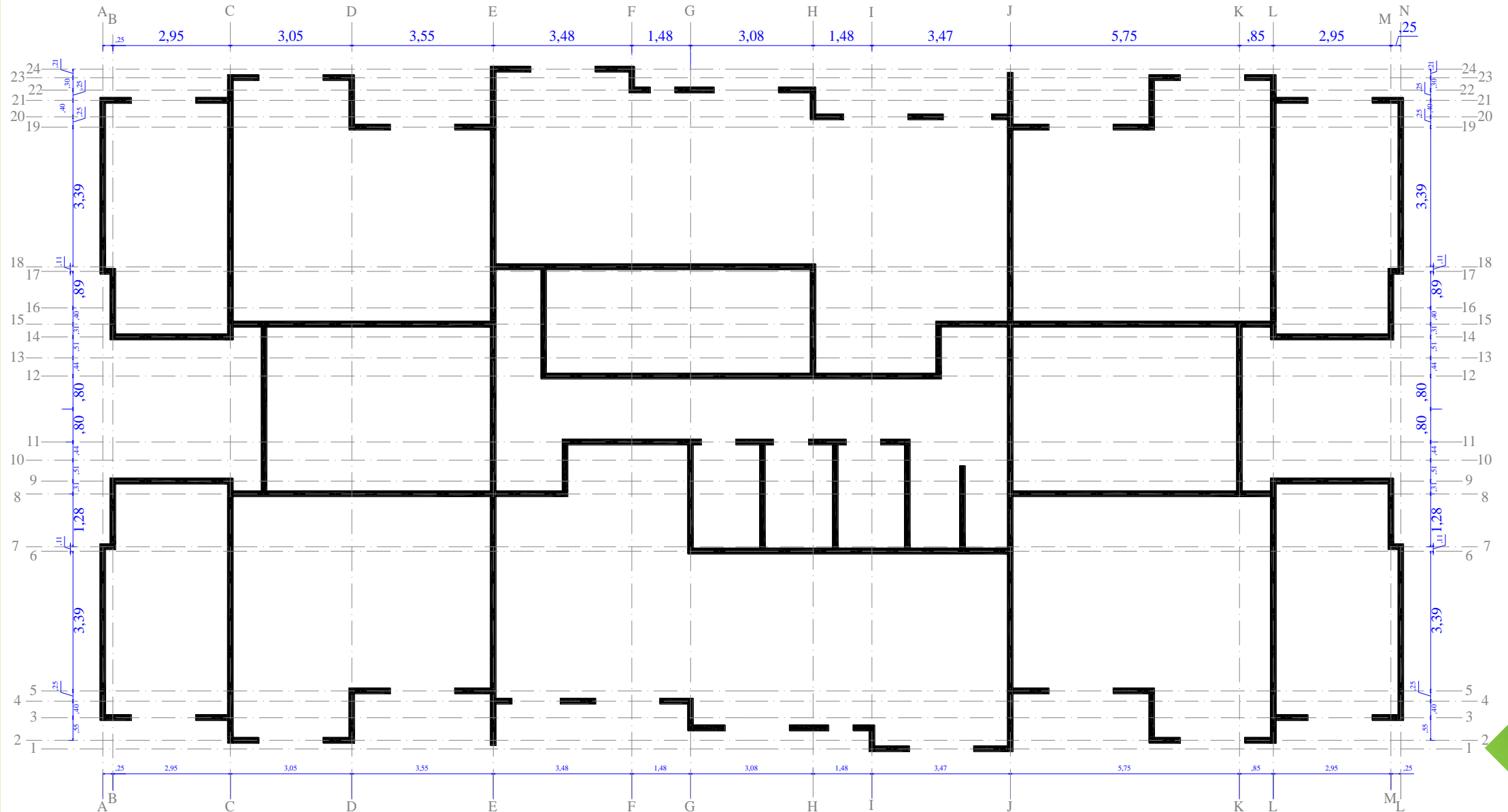
Sistema Estrutural – Componentes e Logística



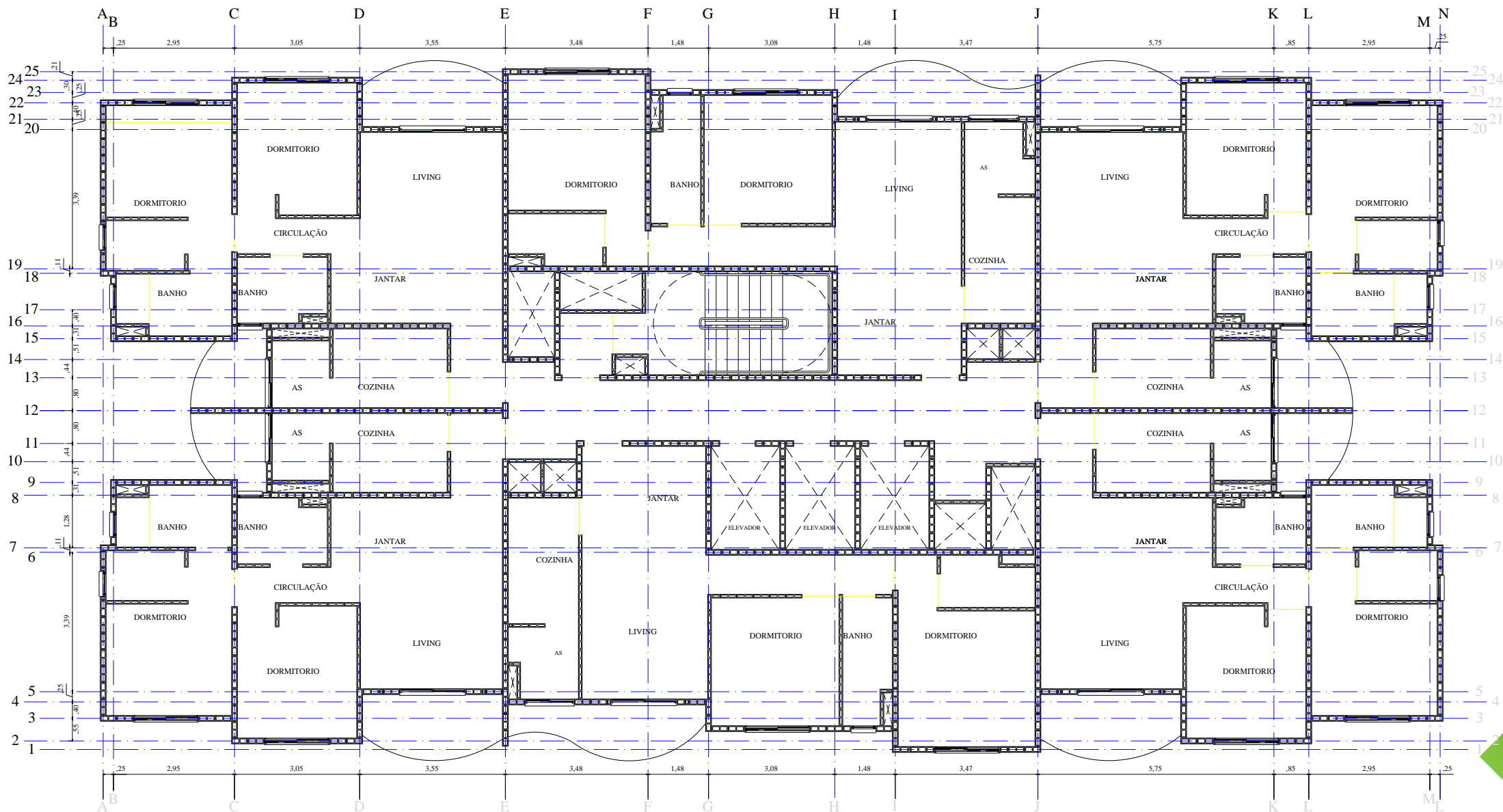
Projetar Arquitetura / Geometria



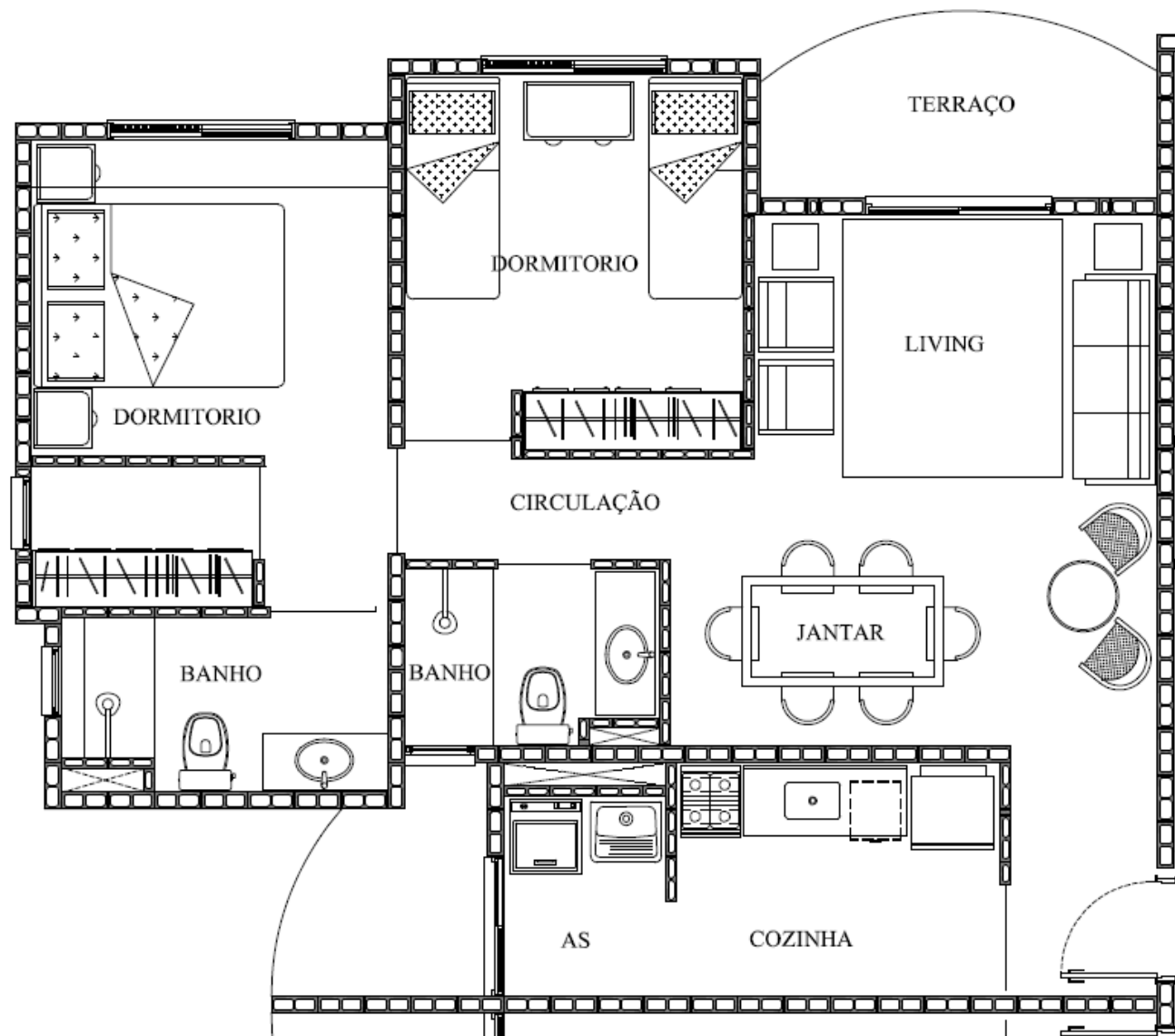
Definição das Paredes Estruturais



Modulação das Paredes Estruturais



Modulação das Paredes Internas



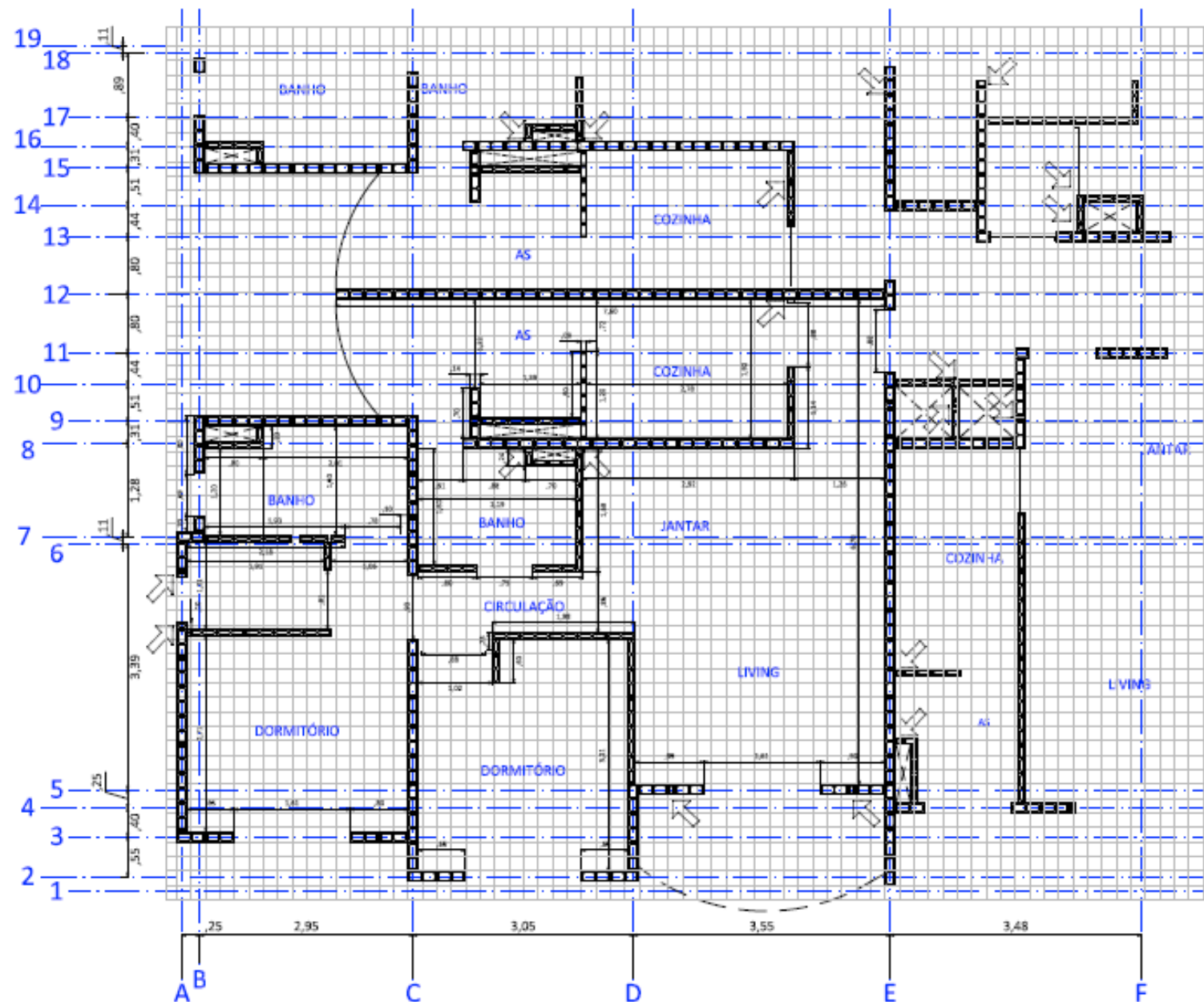
Realização



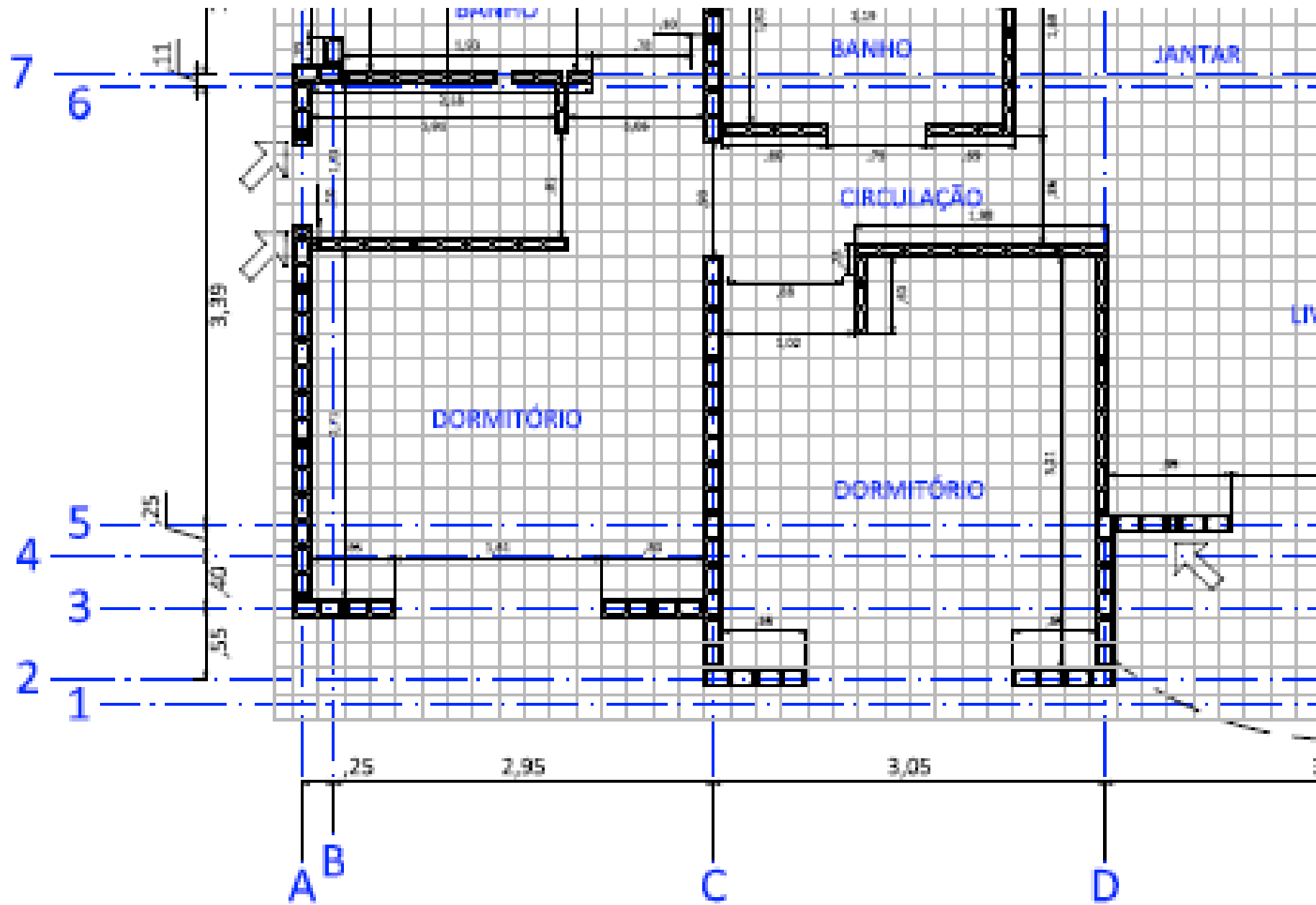
Apoio



Modulação dentro da Quadrícula Modular

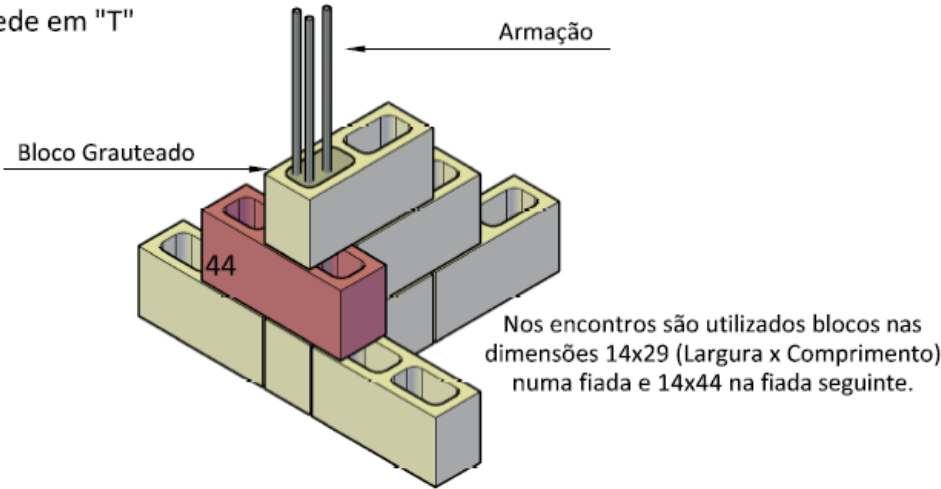


Modulação dentro da Quadrícula Modular

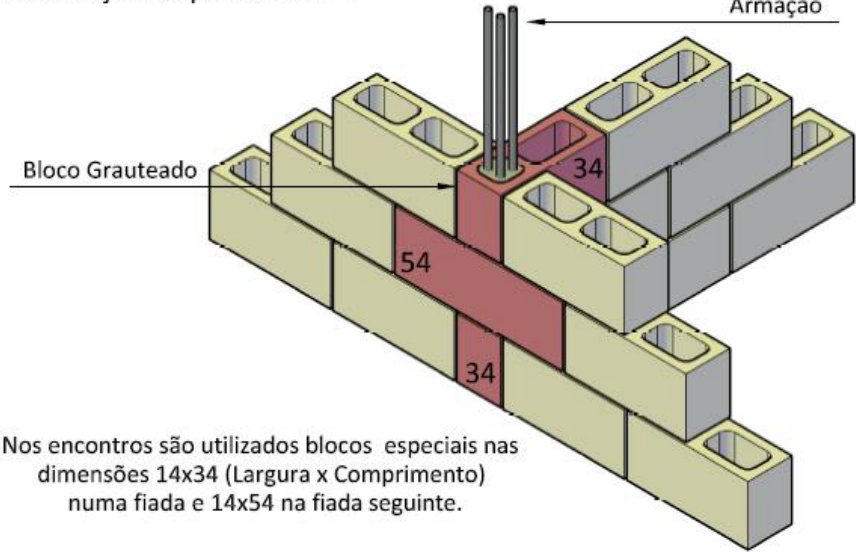


Amarração Modulada

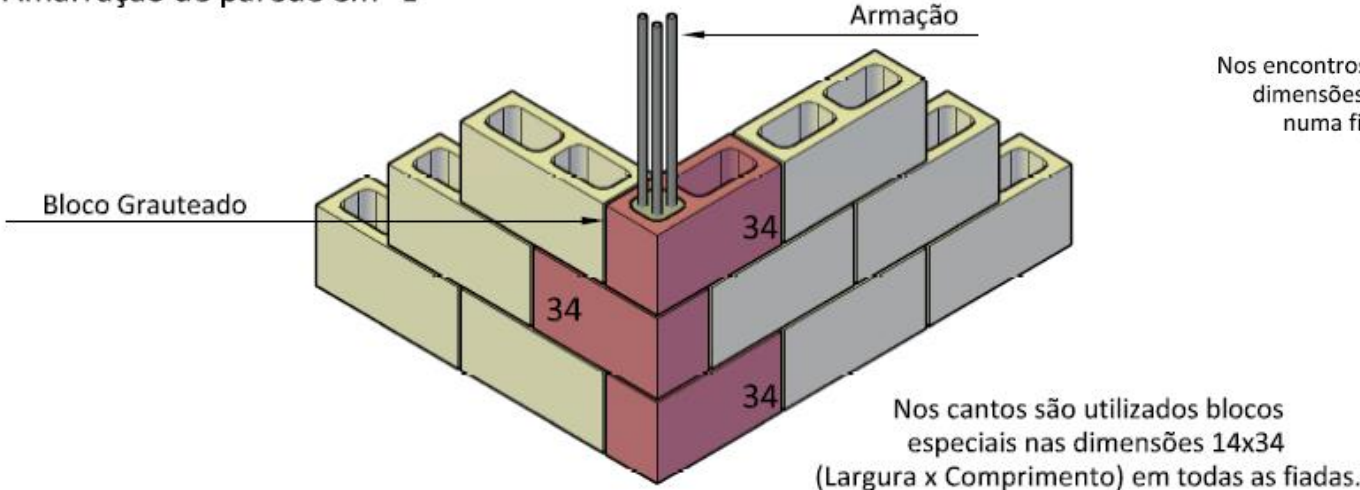
Amarração de parede em "T"



Amarração de parede em "T"



Amarração de parede em "L"



Realização



Apoio



Responsável pela Coordenação Modular da Arquitetura e pela Compatibilização

O Arquiteto

A coordenação modular nasce na concepção do projeto, não é para ser aplicada depois que o projeto evoluiu para etapas seguintes, no momento em que já existem outras disciplinas e profissionais envolvidos.

Os benefícios da coordenação modular são otimizados quando utilizados desde a concepção, no primeiro traço da arquitetura. Todos os sistemas envolvidos no projeto só se encaixam quando coordenados, caso contrário não há o benefício da industrialização.

Daí o uso do bloco de concreto, pela sua precisão dimensional e variedades de peças

#ABCPonLINE

Webinar ABCP_{on} LINE



EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO

Webinar ABCP on LINE

PALESTRA **GRATUITA**



**Engº Geniclesio
Ramos dos Santos,
ESP**

Diretor técnico na
GMG Engenharia
e Consultoria

26 | 05
às 15 horas

Apresentação
disponível para
download

INDIQUE PARA UM AMIGO

INSCREVA-SE JÁ!
#abcpcimento

<https://attendee.gotowebinar.com/register/57582930522476299>

OS 10 MANDAMENTOS DA PRODUÇÃO DE ARTEFATOS DE CONCRETO

Webinar ABCP on LINE

PALESTRA **GRATUITA**



Engº Idário Fernandes
Consultor em
tecnologia do
concreto, especialista
em produção de
artefatos de cimento

27 | 05
às 15 horas

Apresentação
disponível para
download

INDIQUE PARA UM AMIGO

INSCREVA-SE JÁ!
#abcpcimento

<https://attendee.gotowebinar.com/register/5319963228802812171>