



academia  
urbanismo lx

Lisboa  
Urbanismo



Resiliência sísmica das interdependências: rede de  
abastecimento, telecomunicações e energia

# Soluções para Mitigação do Impacto Sísmico em Elementos Não Estruturais MEP

Felipe Cagnoni – Gerente Engenharia Hilti Portugal  
Inês Gaspar – Engenheira Líder BIM Hilti Portugal

# Índice

- 01 A Hilti
- 02 Abordagem ao Impacto Sísmico
- 03 Conceitos de dimensionamento de suporte ao sismo
- 04 Demonstração Prática



01

A Hilti

# HILTI

- Fundada no ano de 1941 em Schaan, Liechtenstein
- Líder mundial no mercado de ancoragens e tecnologia de demolição no setor da construção
- Vendas de 6,4 mil milhões CHF
- Mais de 33,000 colaboradores em mais de 120 países
- Modelo de venda direta:  
Aproximadamente 250,000 contactos com cliente por dia
- Controlo da cadeia de valor: I&D, fabricação, venda e pós-venda
- Empresa 100% familiar: Martin Hilti Family Trust



# Um Sistema Totalmente Integrado

Perfil para Inspetores		Perfil para estruturas 200SD		Vigas	
Catão em L	Catão em C	Catão simples	Catão duplo	Viga de ligação	Viga
MT-01	MT-02	MT-30		MT-70	
MT-05	MT-03T	MT-40	MT-42D	MT-80	MT-90
		MT-60			MT-100
		MT-80			
		MT-100			
		MT-120			





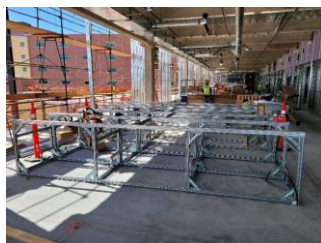
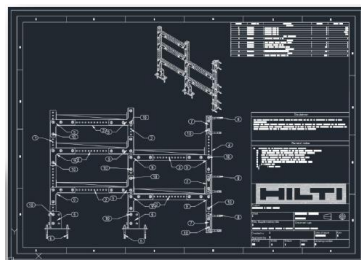
# Um Sistema Totalmente Integrado

Perfis para Inspetores		Perfis para estruturas 200SD		Vigas	
Canha em L	Canha em C	Canha simples	Canha dupla	Viga de ligação	Viga
MT-01	MT-02	MT-30			MT-70
MT-15	MT-03	MT-40	MT-40D	MT-80	MT-90
		MT-60		MT-100	
		MT-05			
		MT-20			



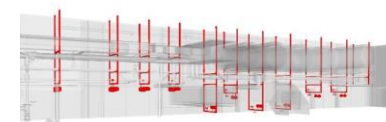
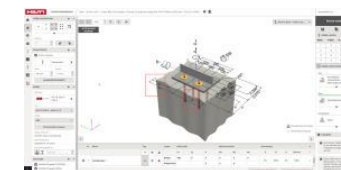
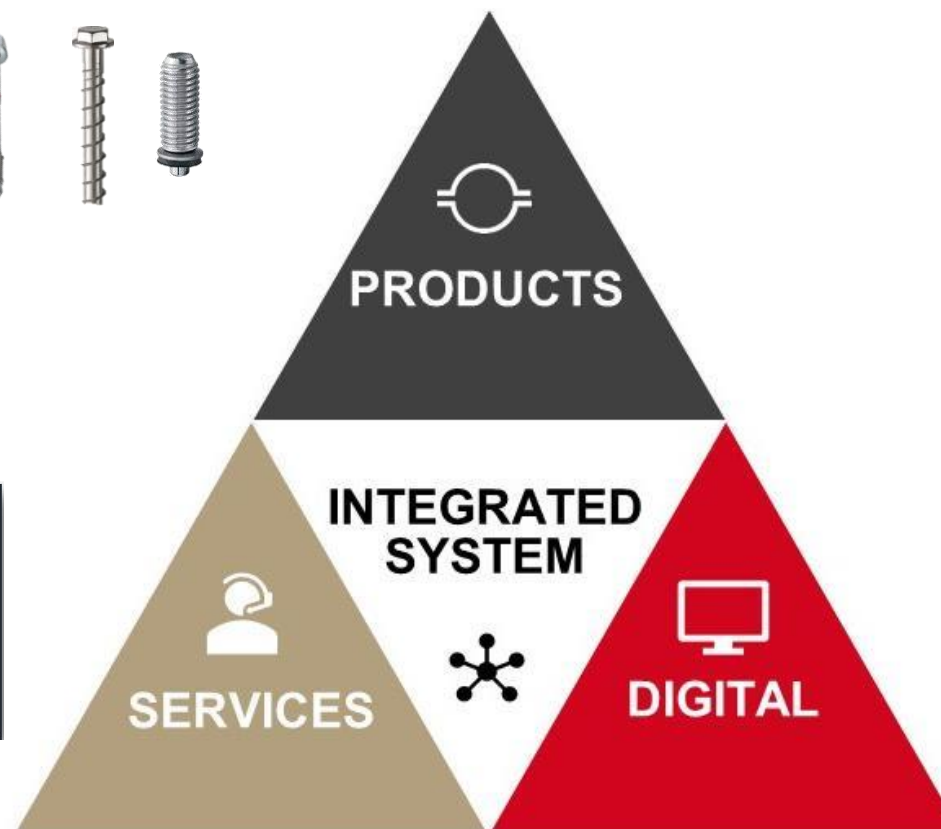
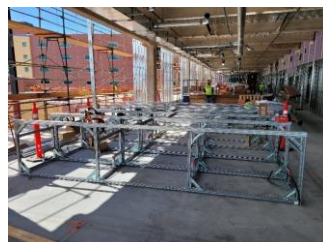
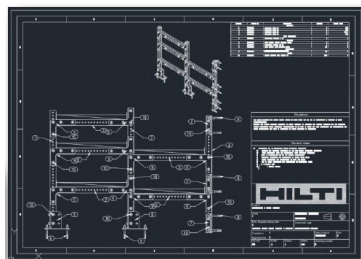
PRODUCTS

SERVICES

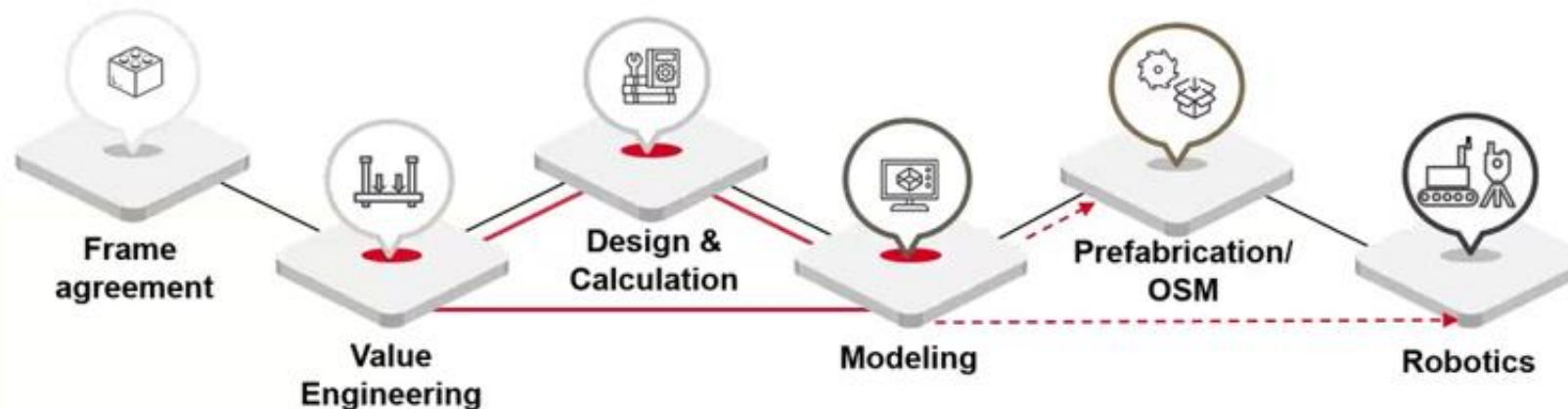
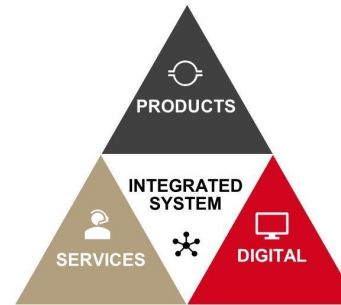


# Um Sistema Totalmente Integrado

Perfis para Inspetores		Perfis para estruturas 200SD		Vigas	
Catã em L	Catã em C	Catã simples	Catã dupla	Viga de ligação	Viga
MT-01	MT-02	MT-30		MT-70	
MT-15	MT-03	MT-40	MT-42D	MT-80	
		MT-60		MT-100	
		MT-80			
		MT-100			
		MT-120			



# Um Sistema Totalmente Integrado



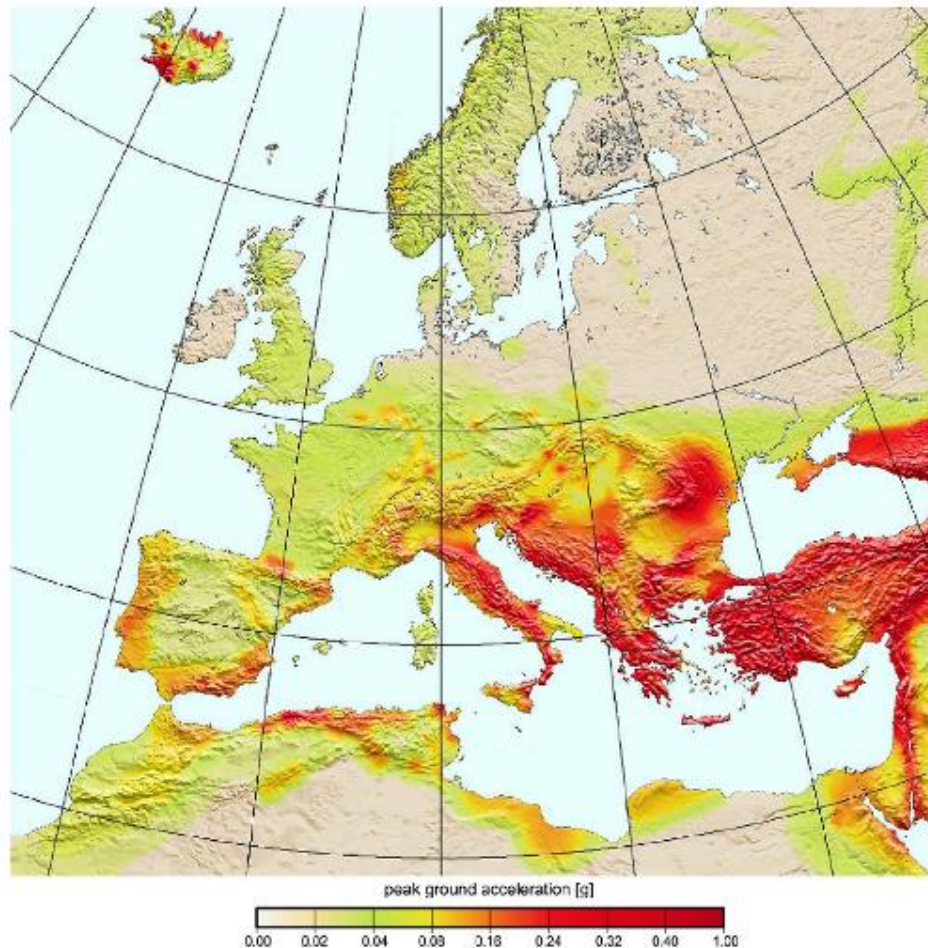







02

## Abordagem ao Impacto Sismico

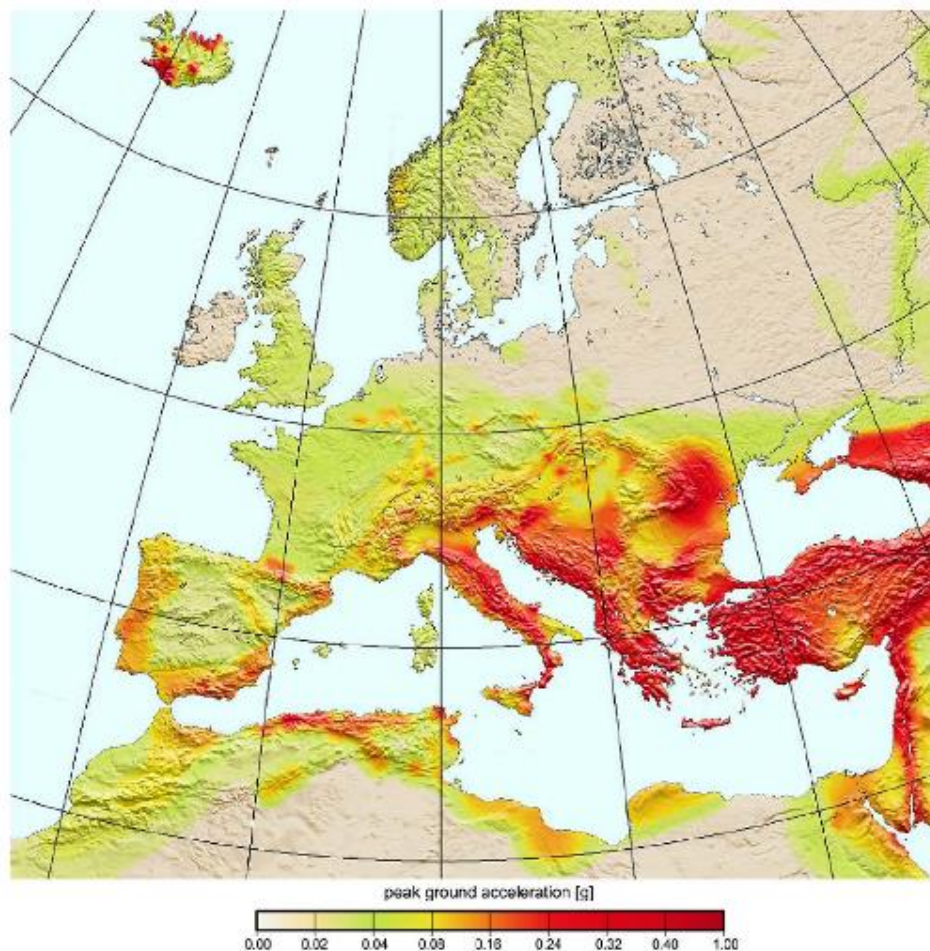
# Frequência Sísmica na Europa



- Os métodos de concepção sísmica (incluindo sistemas e outros elementos não estruturais) têm-se tornado cada vez mais importantes nos últimos anos
- Não são apenas aplicadas em zonas com elevada actividade sísmica (como a Itália), mas também em Portugal e Espanha

-  Zonas não sísmicas
-  Zonas sísmicas
-  Zonas de alta sismicidade

# Frequência Sísmica na Europa



**SIC notícias**

ÚLTIMAS | AGORA | VER | OUVIR | 🔍 DESCOBRIR | NEWSLETTERS

**PAÍS**

## Sismo de magnitude 3.3 registado a sul de Sines

O abalo aconteceu pelas 23:33 de sexta-feira e foi registado nas estações da Rede Sísmica do Continente. Sentiu?

SIC Notícias  
00:12, 21 set.2024

Guardar Partilhar

## Sismo de 4,7 foi sentido com intensidade máxima em Lisboa e Almada, mas chegou a Coimbra e Faro

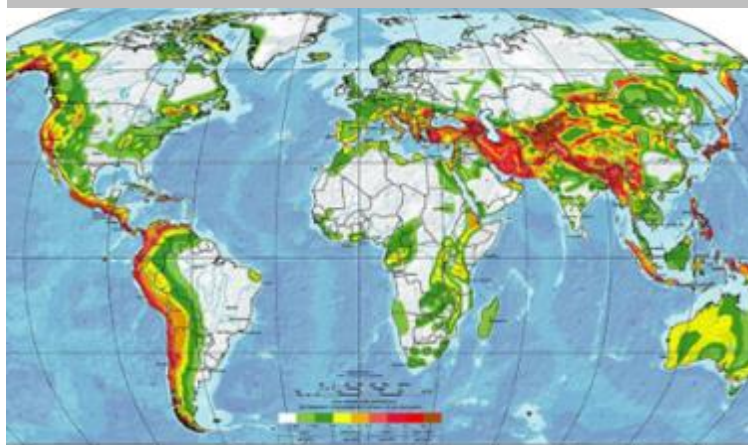
[CNN Portugal](#) , CM

17 fev, 16:04



# A temática do sismo tem sido alvo de atenção privilegiada nos últimos anos

## Risco sísmico



- A maioria das populações vive em zonas de alto risco sísmico
- 50% dos territórios europeus são afectados por um **risco sísmico médio a elevado** (35% a nível mundial)

## Regulamentos



- A concepção sísmica tornou-se mais rigorosa
- O desenho sísmico é mesmo obrigatório para **elementos não estruturais**

## Sensibilização



- A discussão sobre o tema tem aumentado na **comunidade de engenharia**

# Eurocódigo 8 – 1: Elementos Não-Estruturais



## EUROCODE 8: DESIGN OF STRUCTURES FOR EARTHQUAKE RESISTANCE

*Part 1: General rules, seismic actions  
and rules for building*

### 4.3.5 Non Structural Elements

#### 4.3.5.1 General

- (1) **Non-structural elements** (appendages) of buildings (e.g. parapets, gables, antennae, mechanical appendages and equipment, curtain walls, partitions, railings) that might, in case of failure, cause risks to persons or affect the main structure of the building or services of critical facilities, **shall, together with their supports, be verified to resist the design seismic action.**
- (2) For non-structural elements of great importance or of a particularly dangerous nature, the seismic analysis shall be based on a realistic model of the relevant structures and on the use of appropriate response spectra derived from the response of the supporting structural elements of the main seismic resisting system.
- (3) **In all other cases properly justified simplifications of this procedure (e.g. as given in 4.3.5.2(2)) are allowed.**



# Eurocódigo 2 – 4: Dimensionamento de ancoragens ao betão

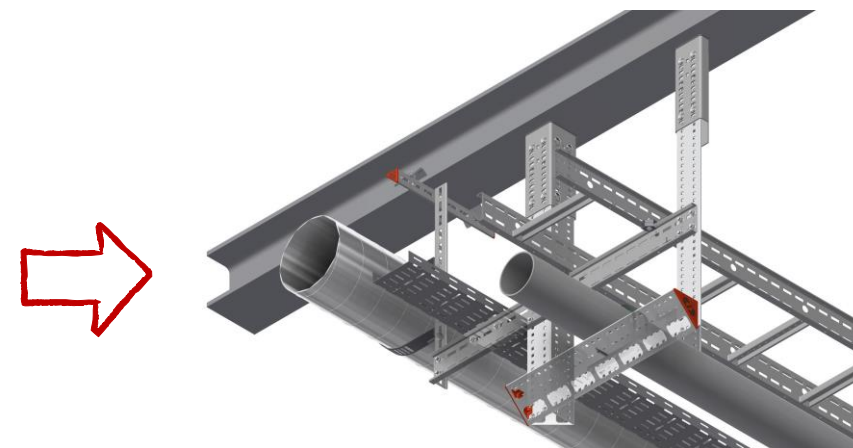
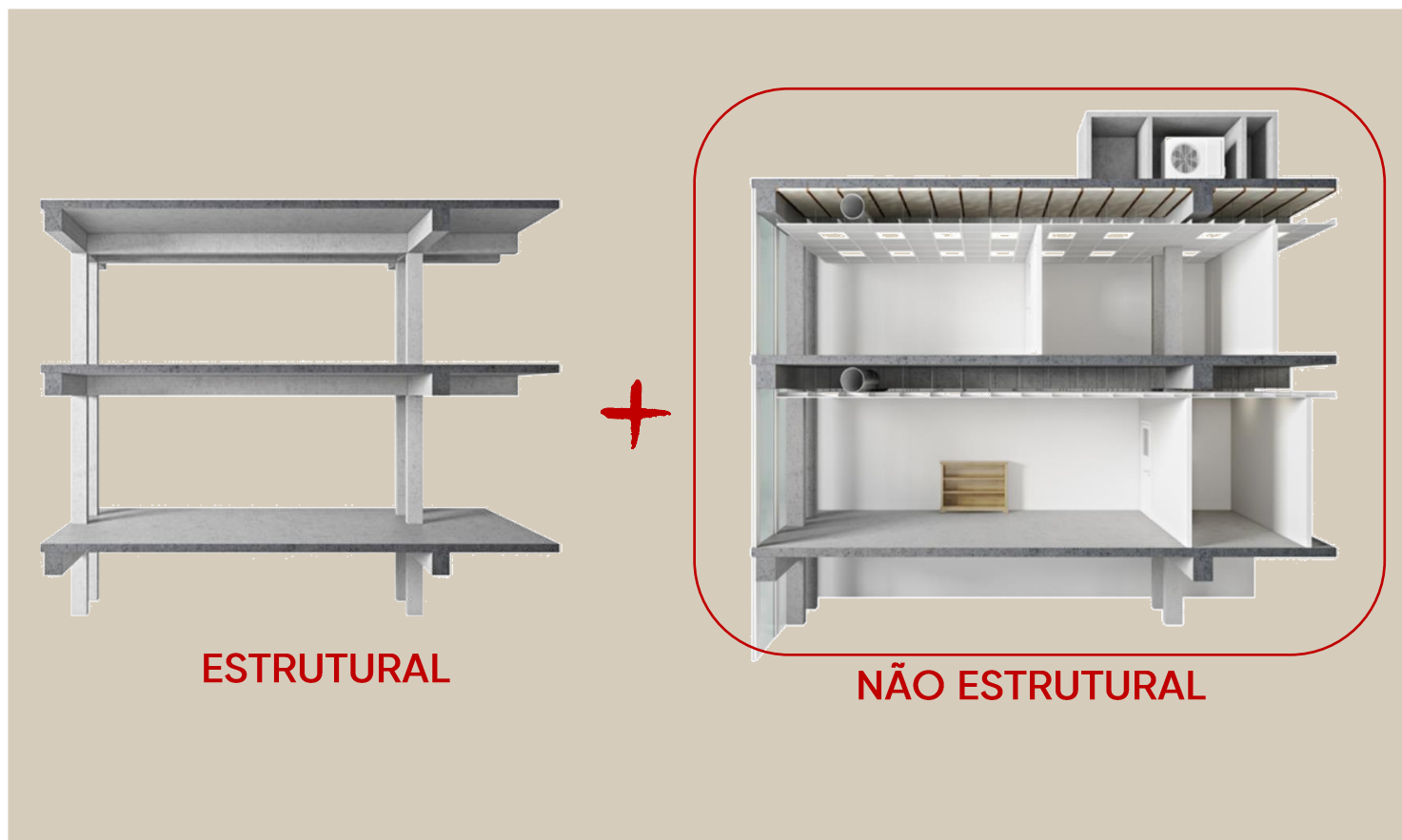
English Version

## Eurocode 2 - Design of concrete structures - Part 4: Design of fastenings for use in concrete

Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 4 :  
Conception et calcul des éléments de fixation pour  
béton

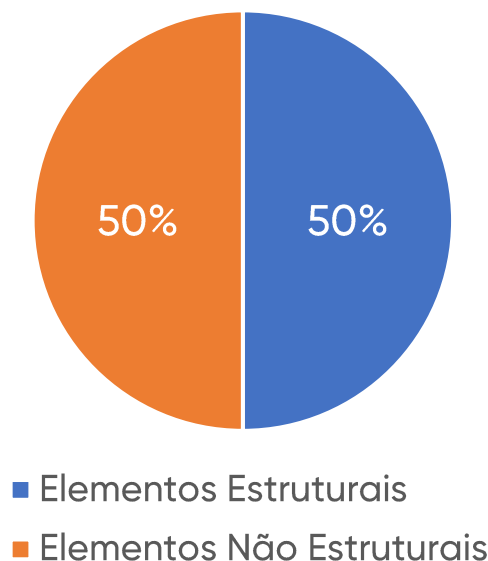
Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von  
Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 4:  
Bemessung der Verankerung von Befestigungen in  
Beton

# Cálculo sísmico em elementos não estruturais

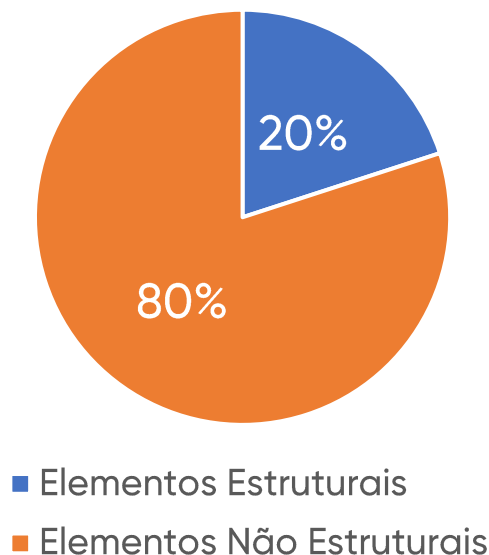


# Os custos de um sismo estão ligados sobretudo à parte não estrutural

Custos de uma construção nova



Custos de reparação após um evento sísmico



Fontes:

Internal Hilti database

Raising the bar in seismic design cost-benefit analysis of alternative design methodologies and earthquake-resistant technologies

COST COMPARISON FOR NON-SEISMIC (EC2) AND SEISMIC (EC8) DESIGN IN DIFFERENT DUCTILITY CLASS

<https://visao.pt/imobiliario/2023-04-13-imagina-quanto-aumentaram-os-custos-de-construcao-de-habitacao-em-portugal>

Seismic loss and resilience assessment of a steel building retrofitted with self-centering buckling-restrained braces

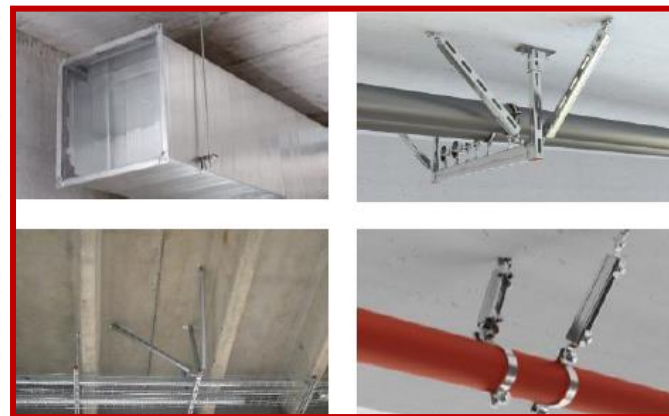


03

## Conceitos de dimensionamento de suporte ao sismo

# Instalação resistente a sismo: conceitos básicos

Fachadas



Instalações MEP

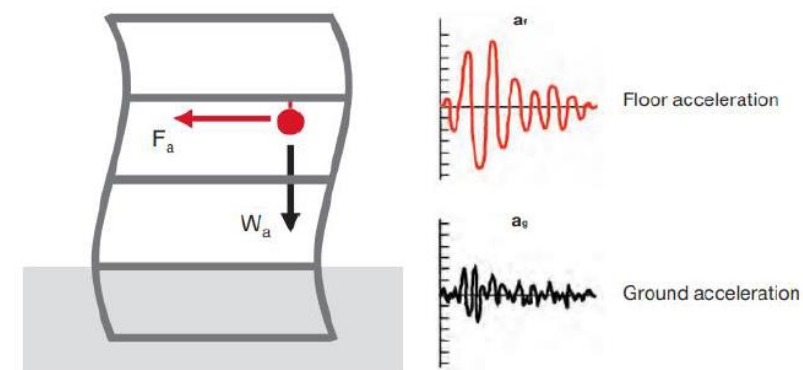
Tetos suspensos



Equipamentos pesados



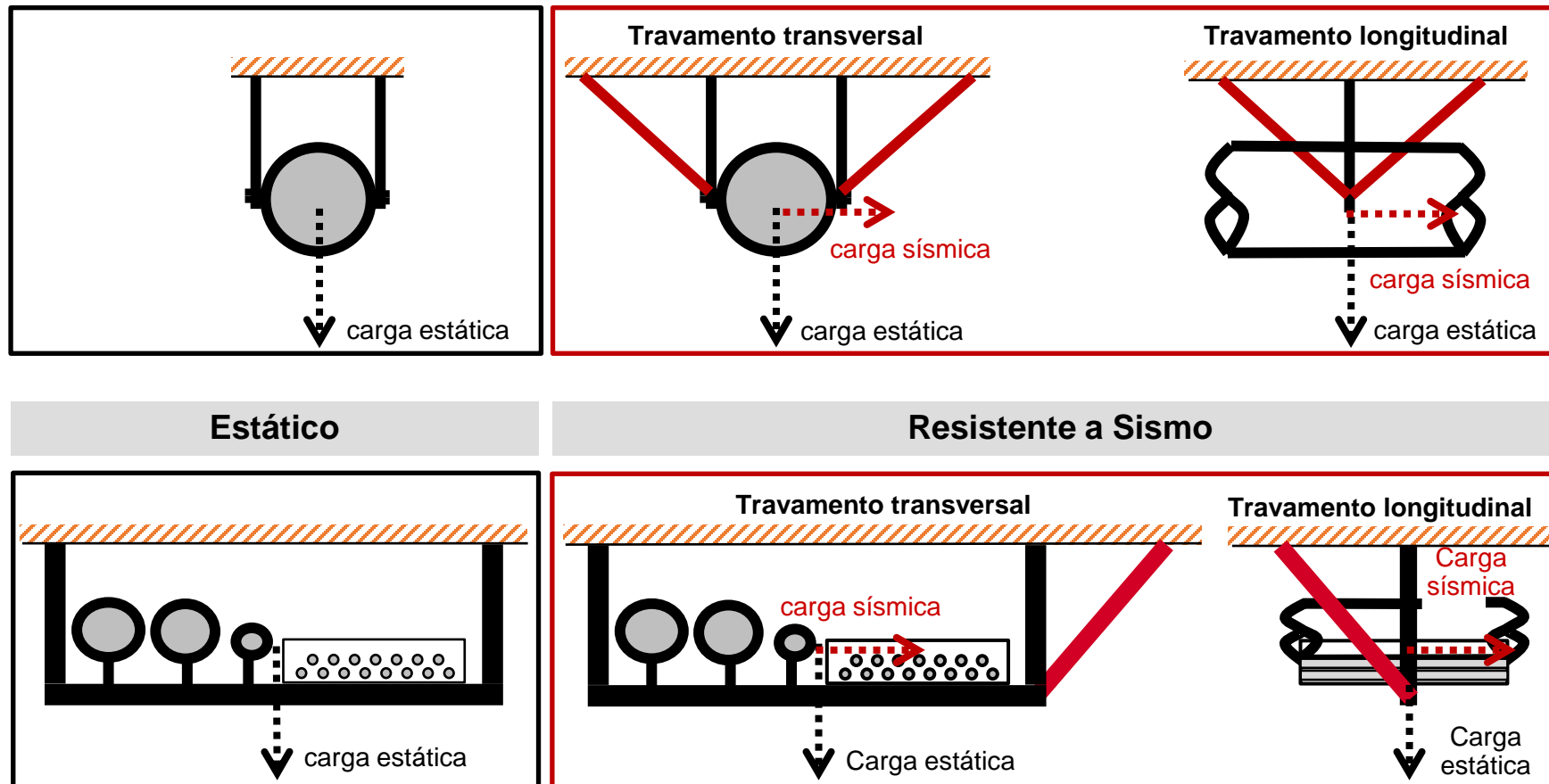
- O fator decisivo para a conceção sísmica é o movimento do edifício → **Aceleração do pavimento** que transmite os movimentos do pavimento durante um sismo



- A estrutura do edifício **amplifica as vibrações do piso**
- Força estática equivalente:** a força sísmica  $F_a$  atua sobre o centro de gravidade do elemento. O comportamento dinâmico do edifício e elementos não-estruturais é considerado por vários fatores (coeficientes).



# Instalação resistente a sismo: conceitos básicos



O sismo pode manifestar-se em qualquer das direções portanto é necessário avaliar as direções das cargas horizontais e considerar Soluções com Travamentos.

# Verificação de desempenho ao sismo Segundo Eurocódigo 8-1

## Passo 1 – Determinar a carga sísmica atuante ( $F_a$ )

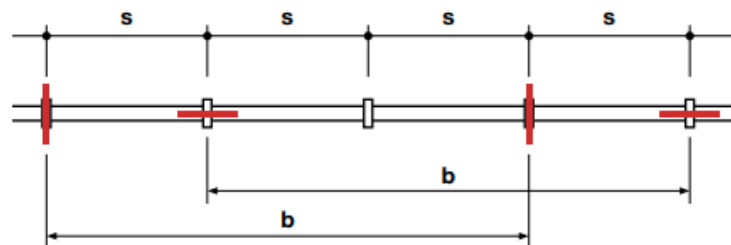
$$F_a = \frac{\gamma_a}{q_a} \cdot S_a \cdot W_a$$

where:

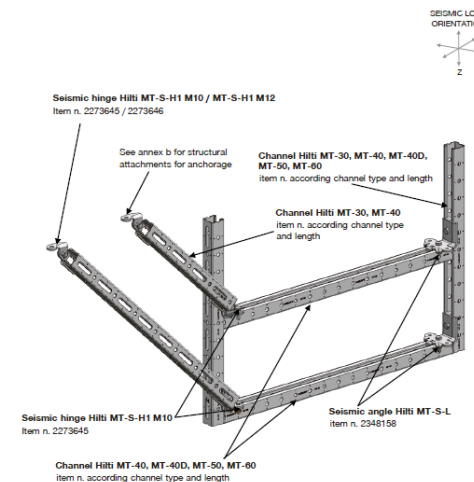
$F_a$	horizontal seismic force	[kN]
$W_a$	weight of the non-structural element	[kN]
$S_a$	seismic coefficient of the non-structural element	[-]
$\gamma_a$	importance factor of the non-structural element	[-]
$q_a$	behavior factor of the non-structural element	[-]

## Passo 2 – Verificar necessidade de travamentos sísmicos

2.a. Definição do setup dos travamentos: espaçamento e orientação (longitudinal, transversal ou 4-way)



## Passo 3 – Design dos suportes identificados com travamentos



# Soluções de Suportes MEP com travamentos

## Single pipe

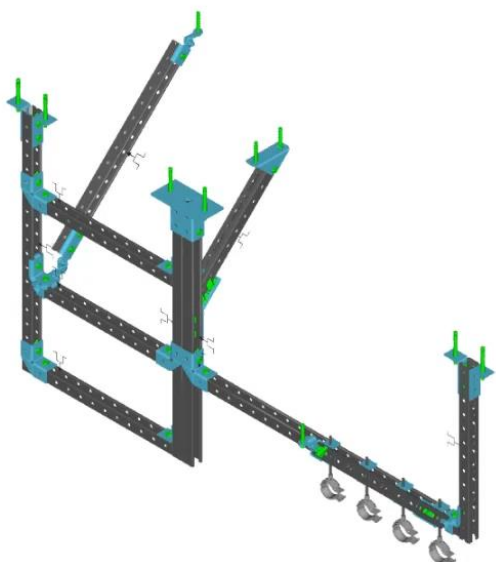


## Trapeze – seismic bracing with rods and wires

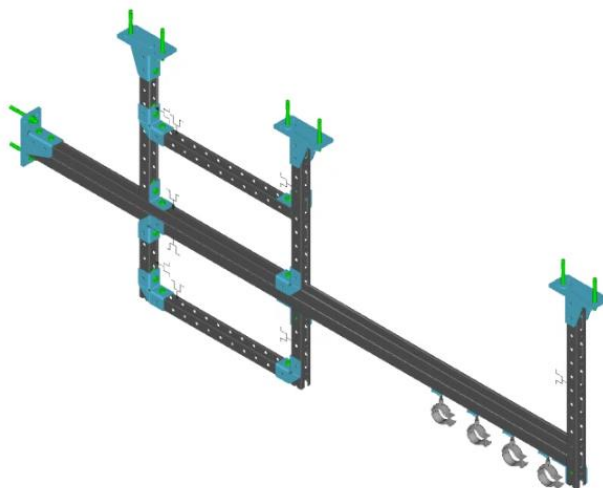


# Soluções para Suportes Multi-Trade

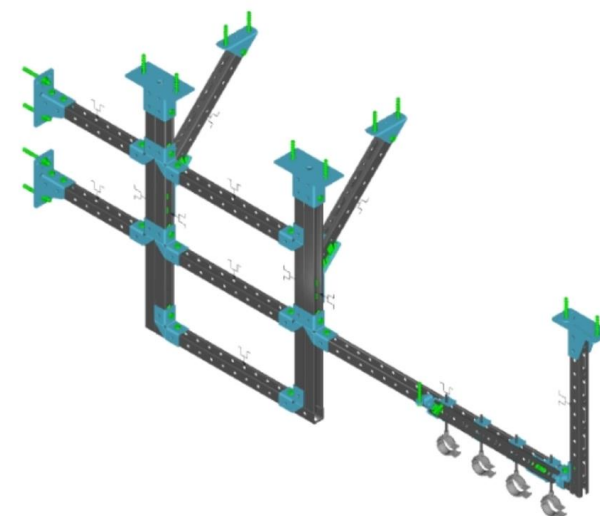
Travamentos Transversais



Travamentos Longitudinais



4-Way





04

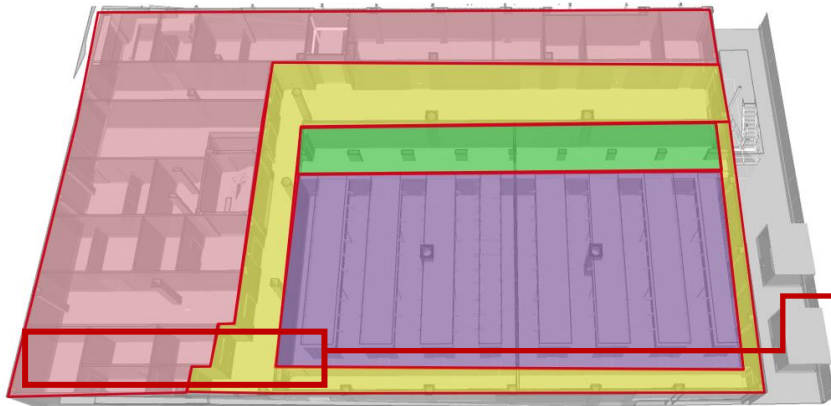
## Demonstração Prática





# Caso Prático

- Tipo de Projeto: Indústria
- Âmbito de trabalho: Suportes Individuais para condutas de AVAC



- Comp. Corredor: 30 m
- # Suportes: 20



New Project

Project

Design

New Solution 61115363

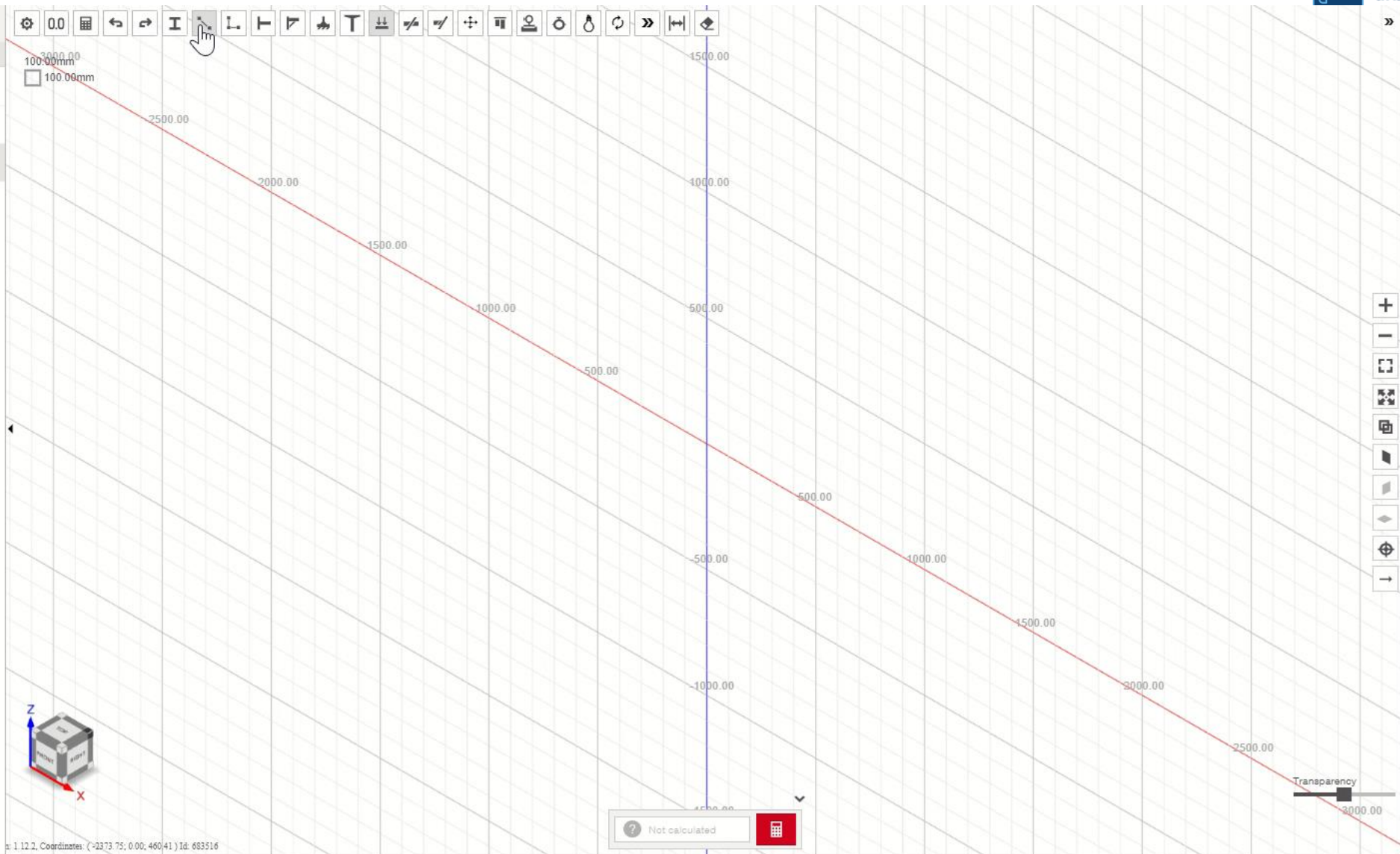
Standard

New Solution 61115363-1

Standard

Solução Resist - Standard

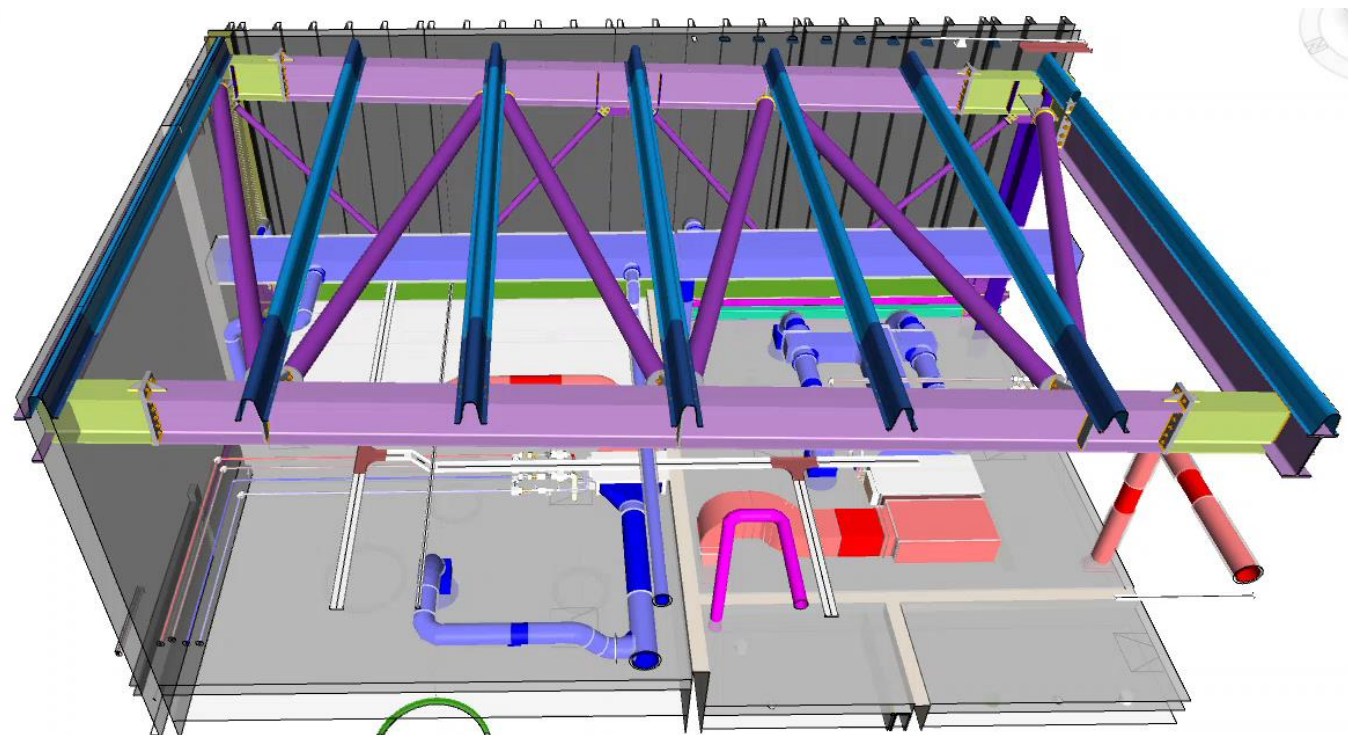
Standard





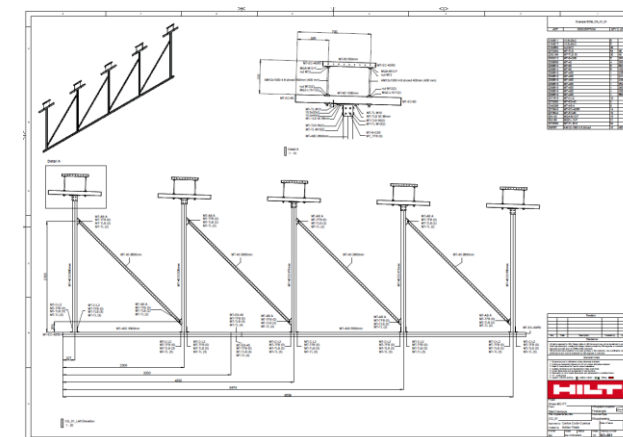
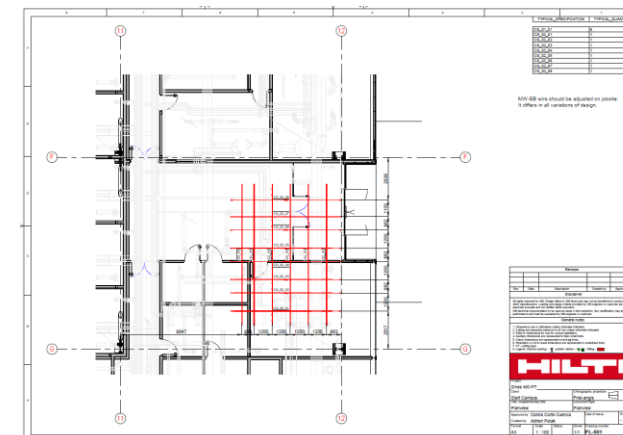


# Caso Prático



Solução específica de um *ceiling grid* com travamento sísmico mais leve (sistema wire)

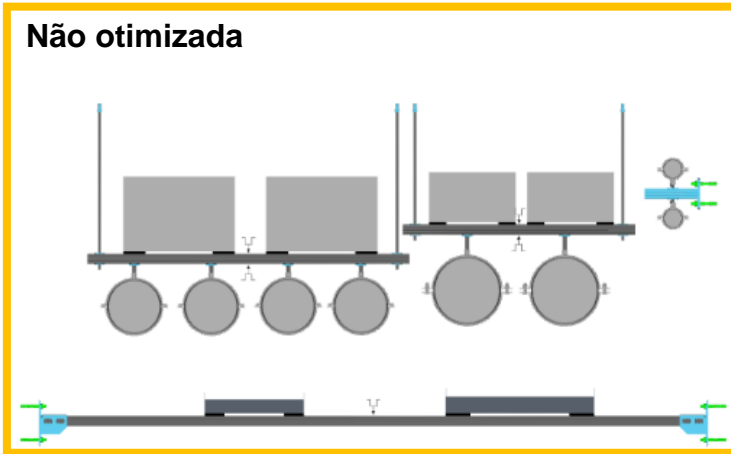
**HILTI** / **BIM** COMPETENCE CENTER



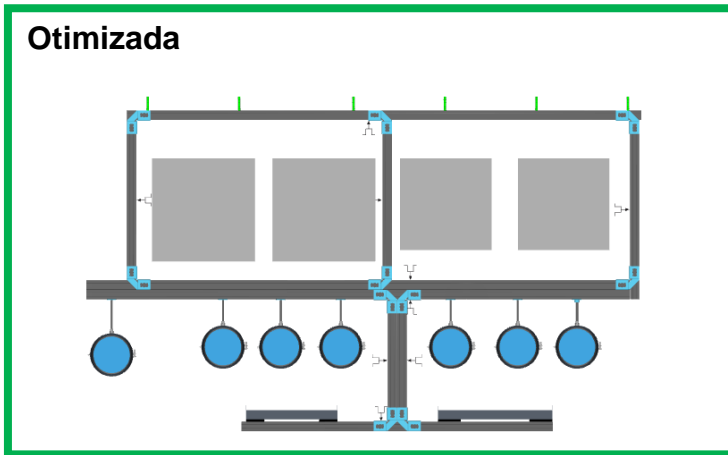


# Otimização & Sustentabilidade em Fase de Projeto

Não otimizada



Otimizada



Definição desde a fase de projeto

Material & Custo

**~30-50% menos material**  
(CO2 footprint)

Certificações



BREEAM®

Circularidade

Os suportes podem adaptar-se ao longo da utilização do edifício (**manutenção**)

Dimensionamento padronizado para potencial **reutilização**

# OBRIGADO E OBRIGADA!

Felipe Cagnoni – Gerente Engenharia Hilti Portugal  
Inês Gaspar – Engenheira Líder BIM Hilti Portugal

