



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

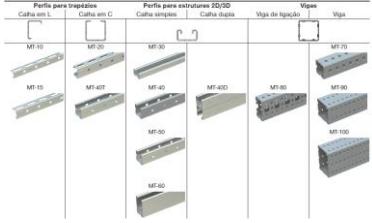
A Hilti

HILTI

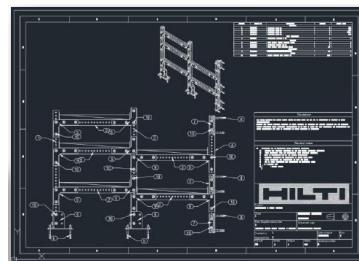
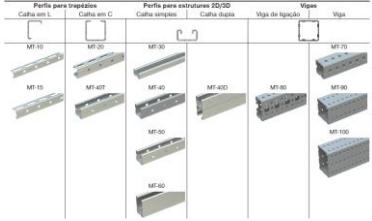
- Fundada no ano de 1941 em Schaan, Liechtenstein
- Líder mundial no mercado de ancoragens e tecnologia de demolição no setor da construção
- Vendas de 6,4 mil milhões CHF
- Mais de 33,000 colaboradores em mais de 120 países
- Modelo de venda direta:
Aproximadamente 250,000 contactos com cliente por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



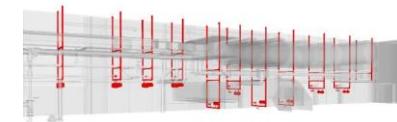
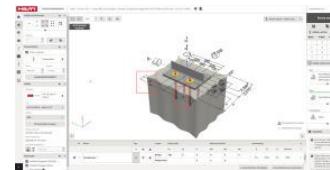
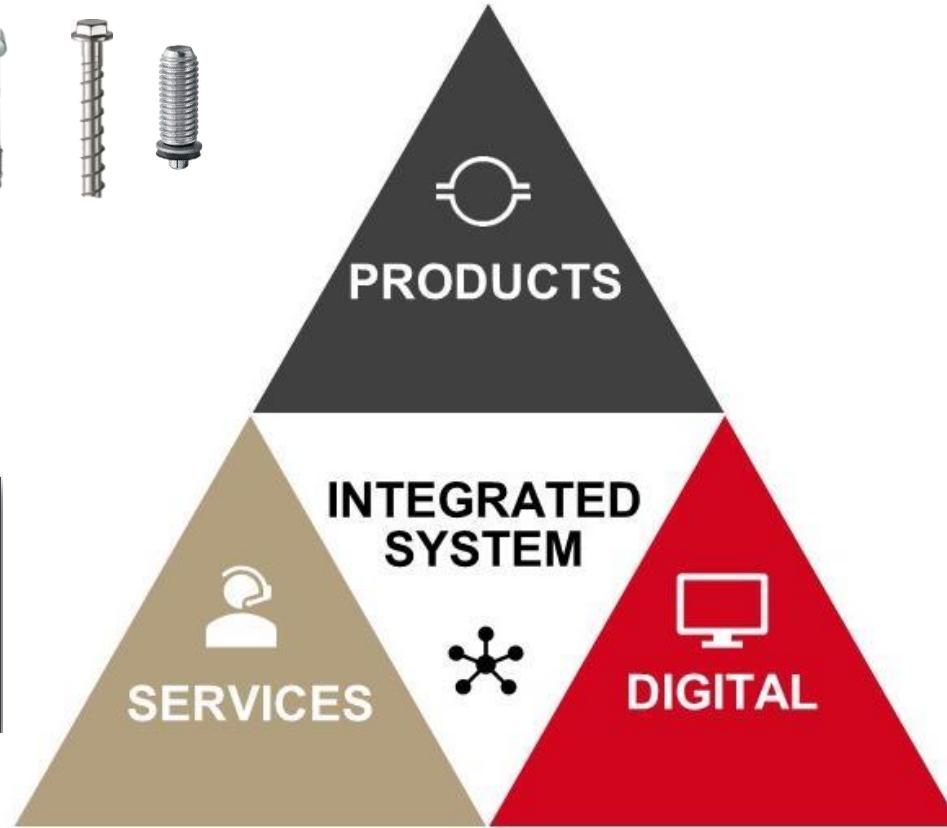
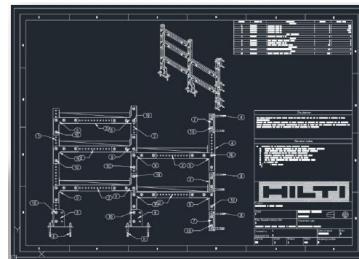
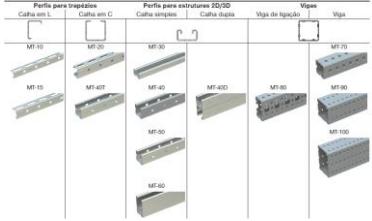
Um Sistema Totalmente Integrado



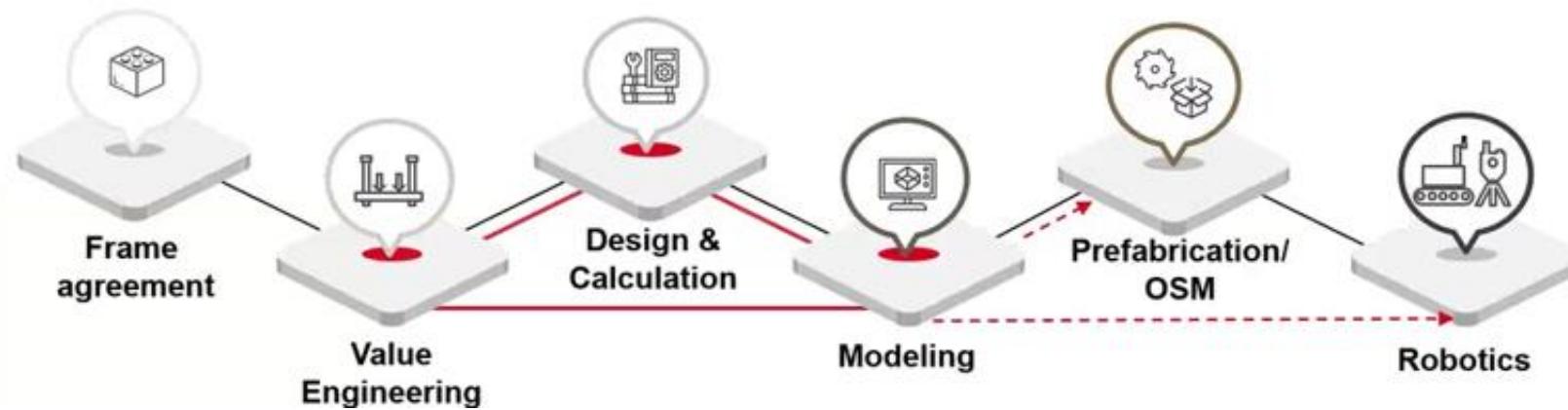
Um Sistema Totalmente Integrado



Um Sistema Totalmente Integrado



Um Sistema Totalmente Integrado

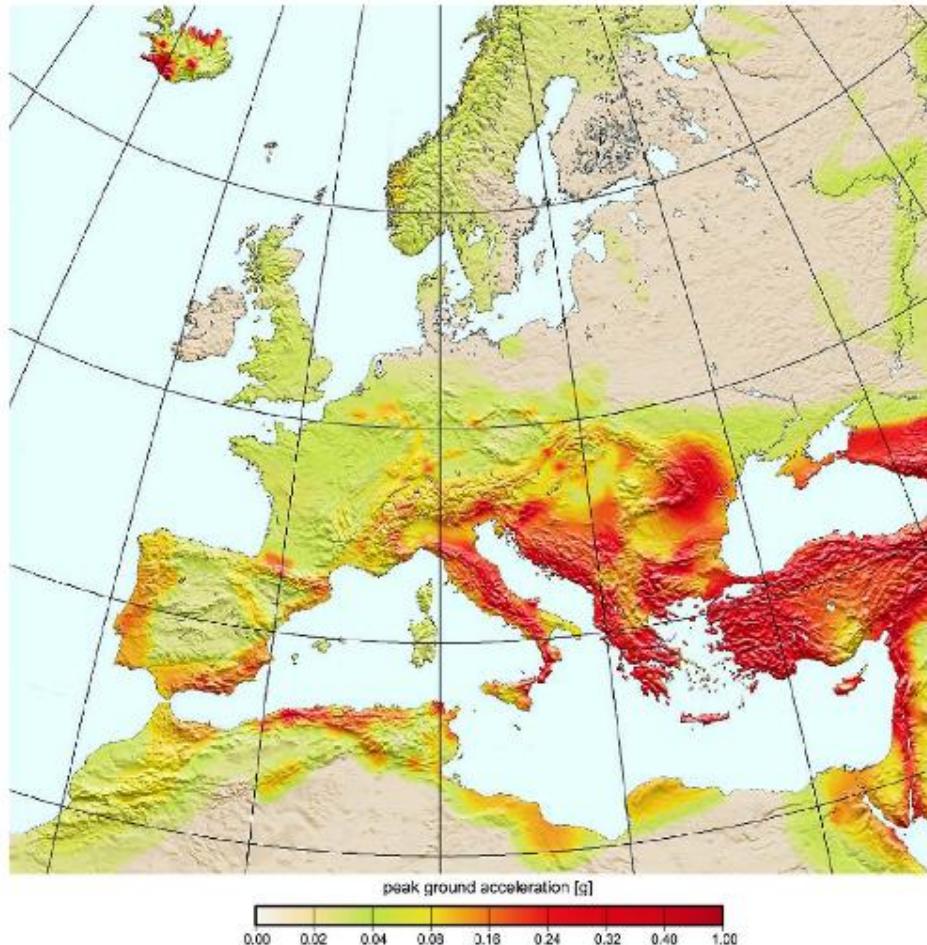




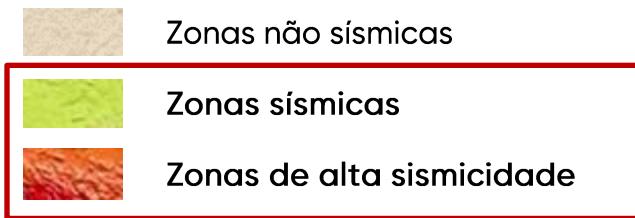
02

Abordagem ao Impacto Sísmico

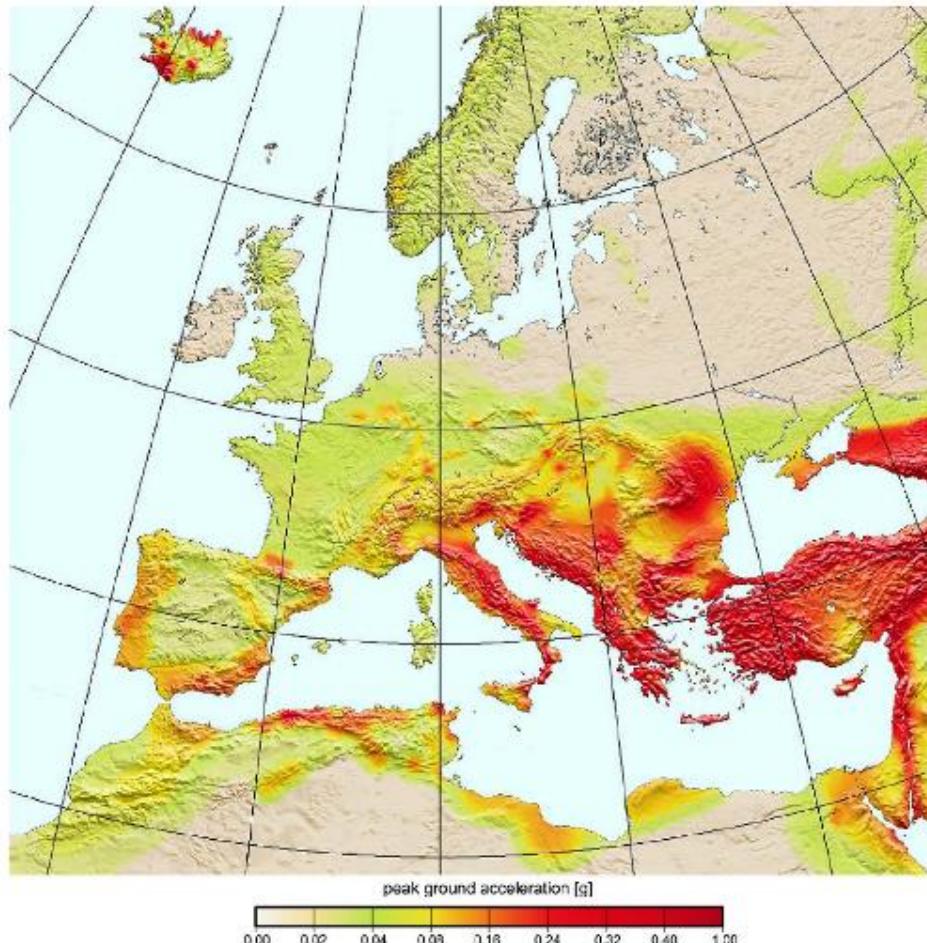
Frequência Sísmica na Europa



- 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



Frequência Sísmica na Europa




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

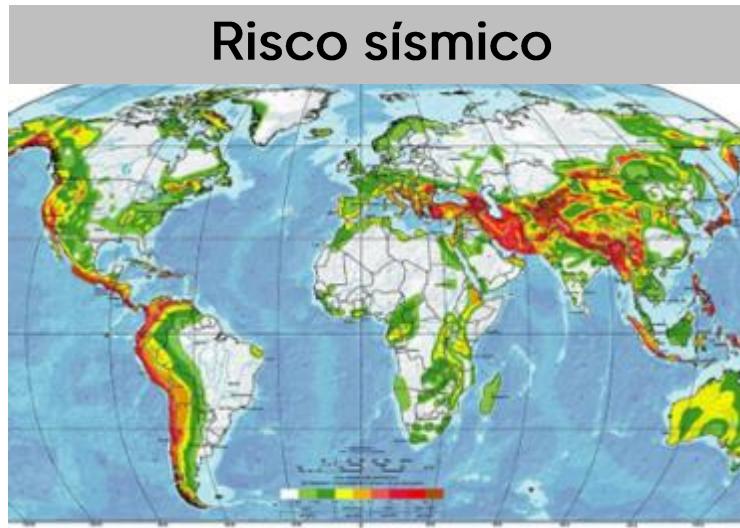
Guardar Partilhar

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



- 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)



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



- 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

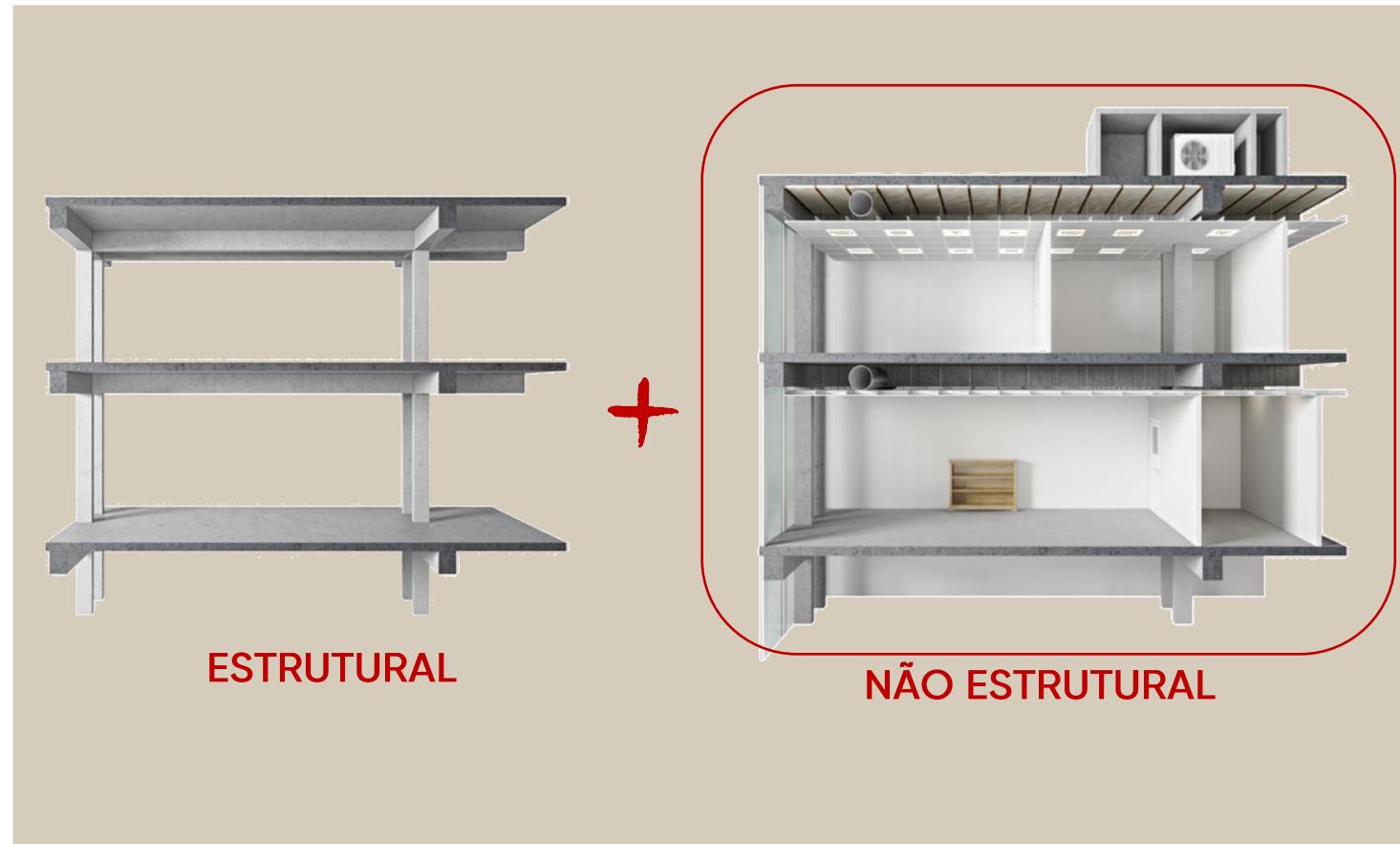
English Version

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

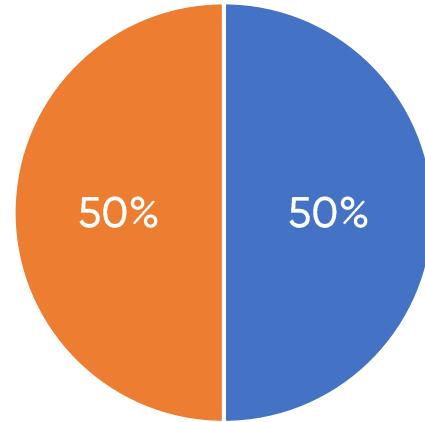
Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von
Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 4:
Bemessung der Verankerung von Befestigungen in
Beton

Cálculo sísmico em elementos não estruturais



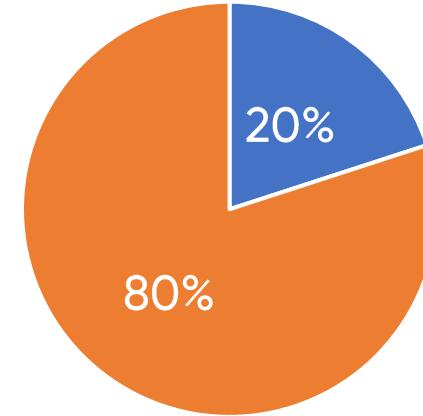
Os custos de um sismo estão ligados sobretudo à parte não estrutural

Custos de uma construção nova



- Elementos Estruturais
- Elementos Não Estruturais

Custos de reparação após um evento sísmico



- Elementos Estruturais
- Elementos Não Estruturais

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-habitação-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



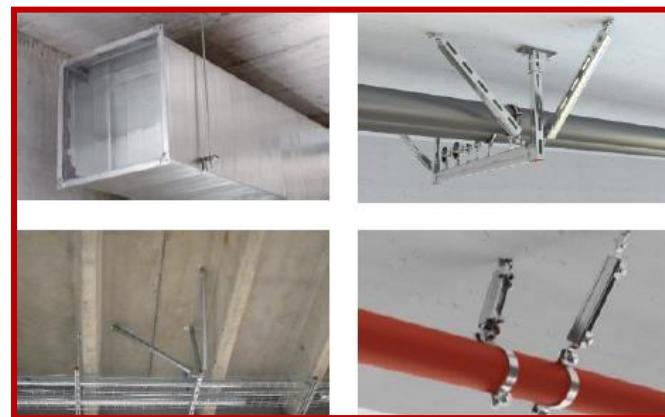
Tetos suspensos



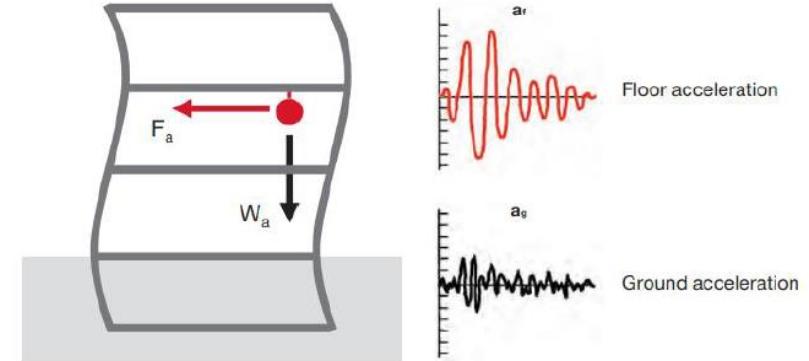
Equipamentos pesados



Instalações MEP

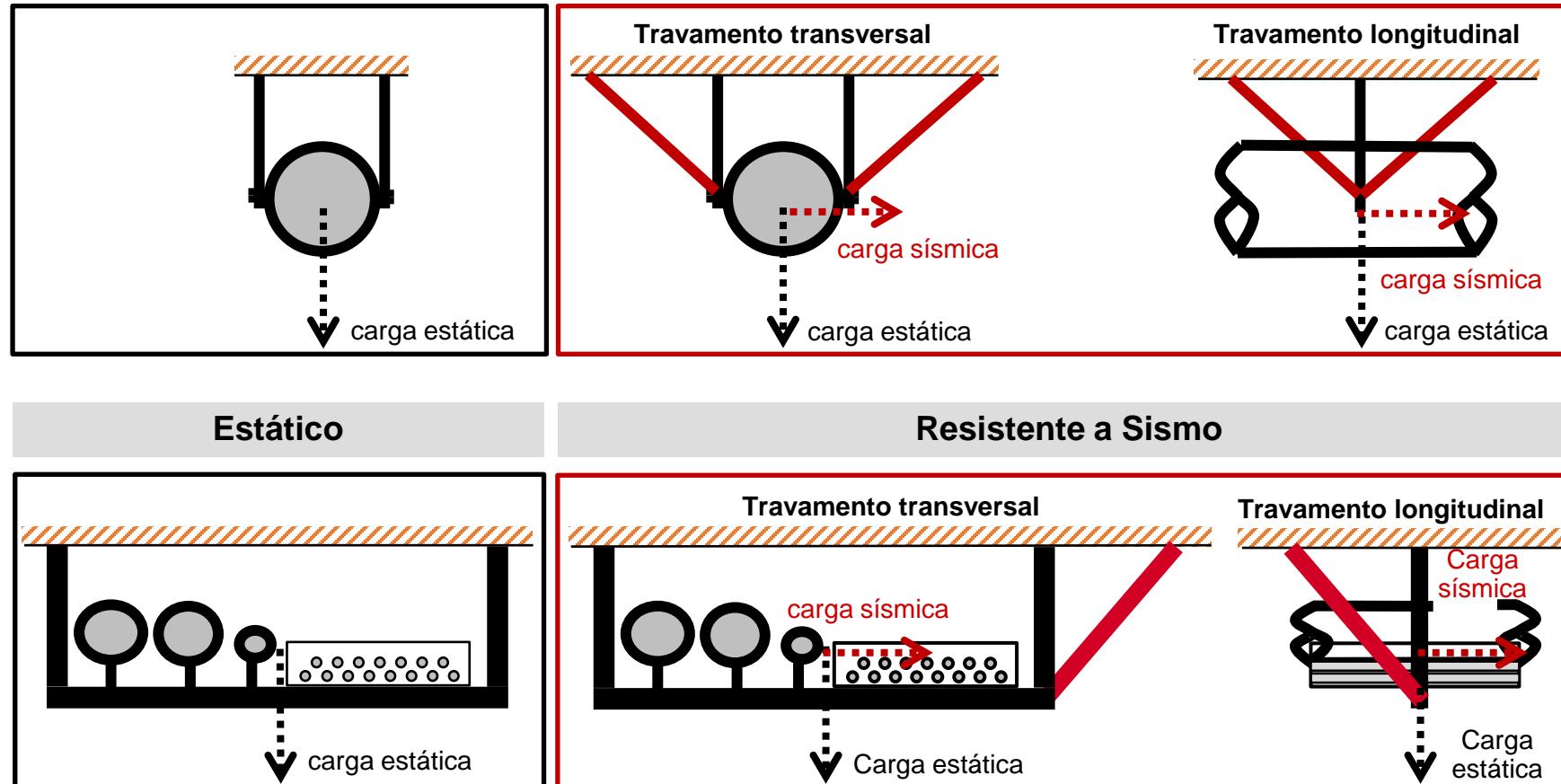


- O fator decisivo para a conceção sísmica é o movimento do edifício → Aceleração do pavimento que transmite os movimentos do pavimento durante um sismo



- A estrutura do edifício **amplifica as vibrações do piso**
- **Força estática equivalente:** a força sismica 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)

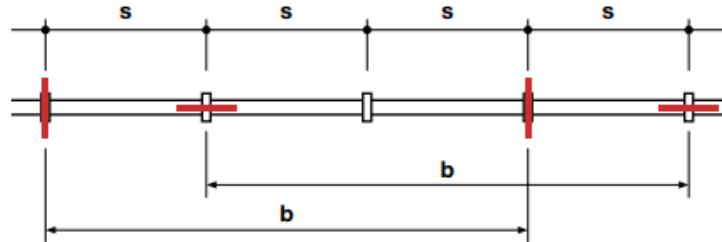
$$F_a = \frac{\gamma_a}{q_a} \cdot S_a \cdot W_a$$

where:

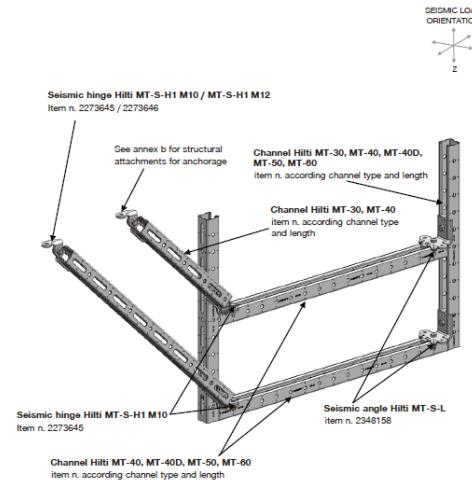
F_a	horizontal seismic force	[kN]
W_a	weight of the non-structural element	[kN]
S_a	seismic coefficient of the non-structural element	[·]
γ_a	importance factor of the non-structural element	[·]
q_a	behavior factor of the non-structural element	[·]

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

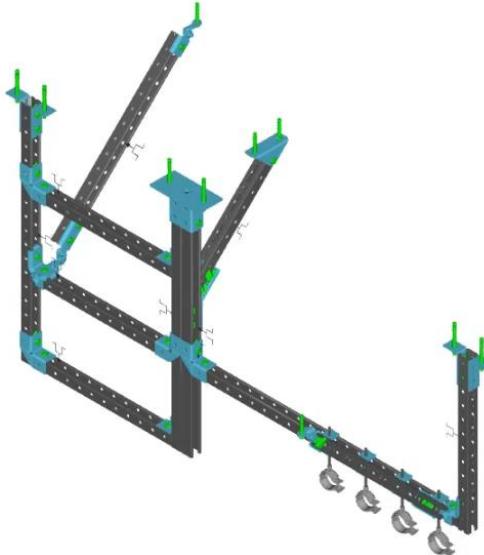


Trapeze – seismic bracing with rods and wires

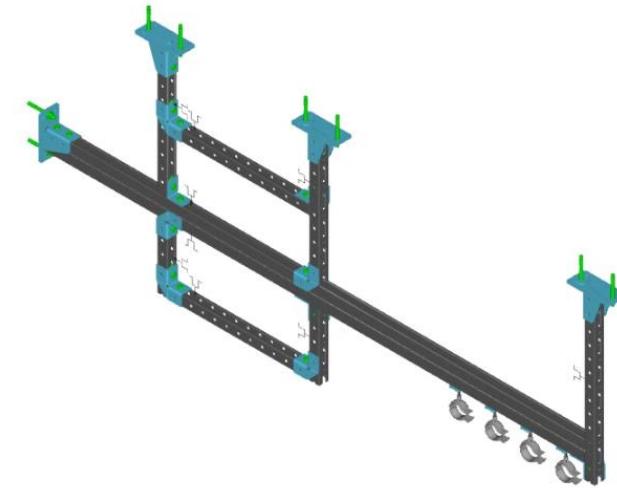


Soluções para Suportes Multi-Trade

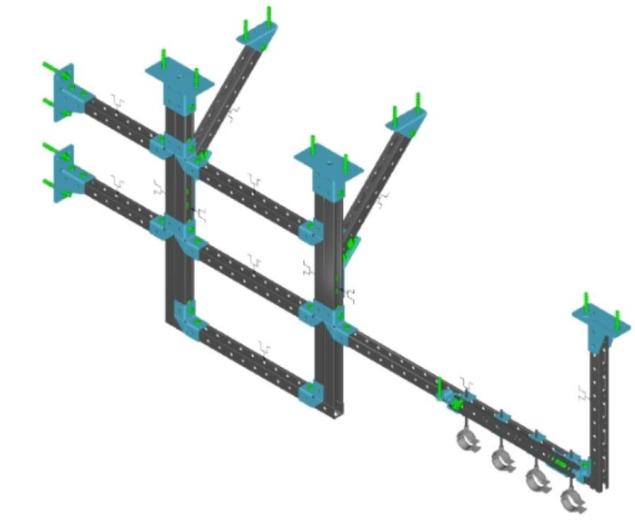
Travamentos Transversais



Travamentos Longitudinais



4-Way





04

Demonstração Prática

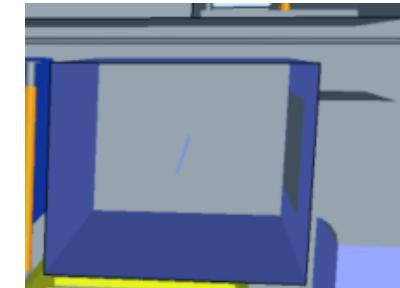


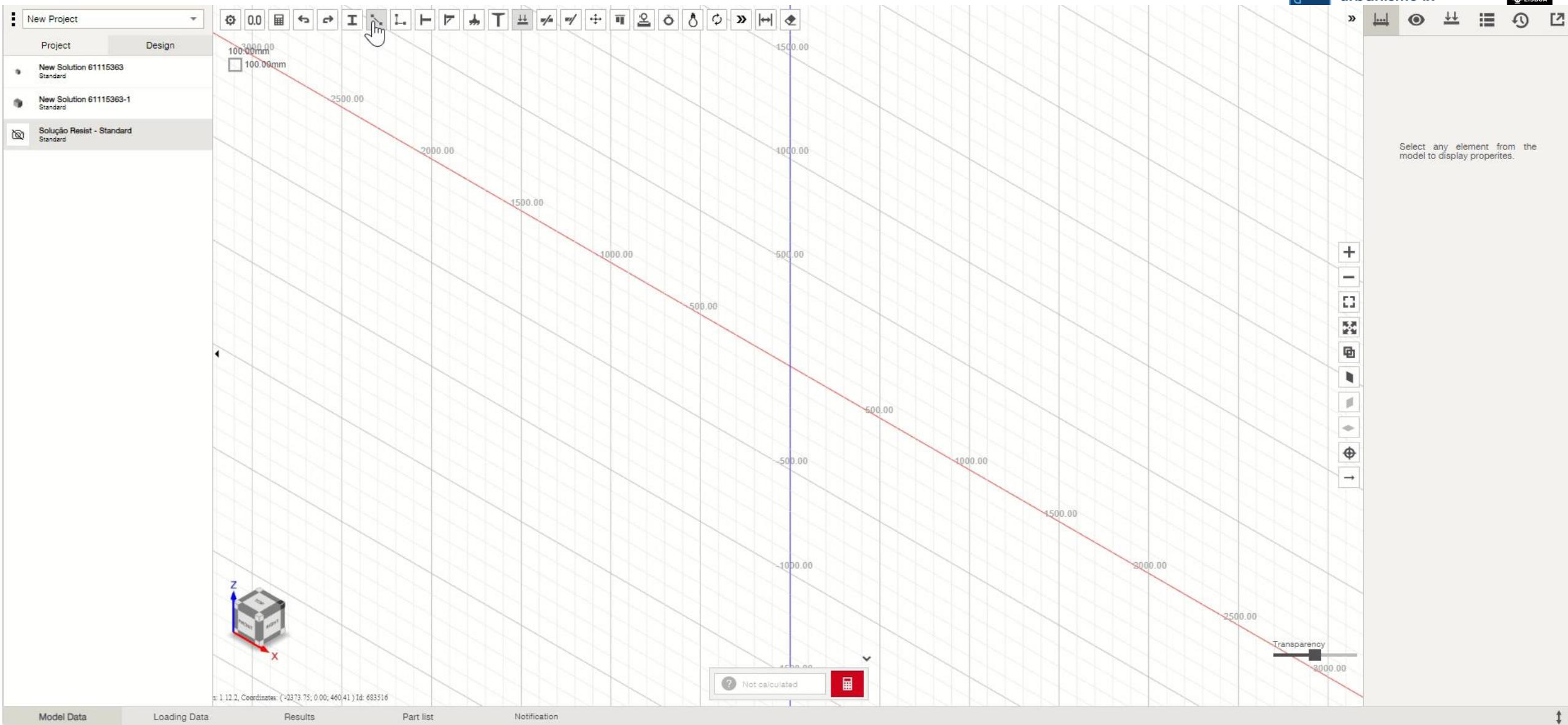
Caso Prático

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



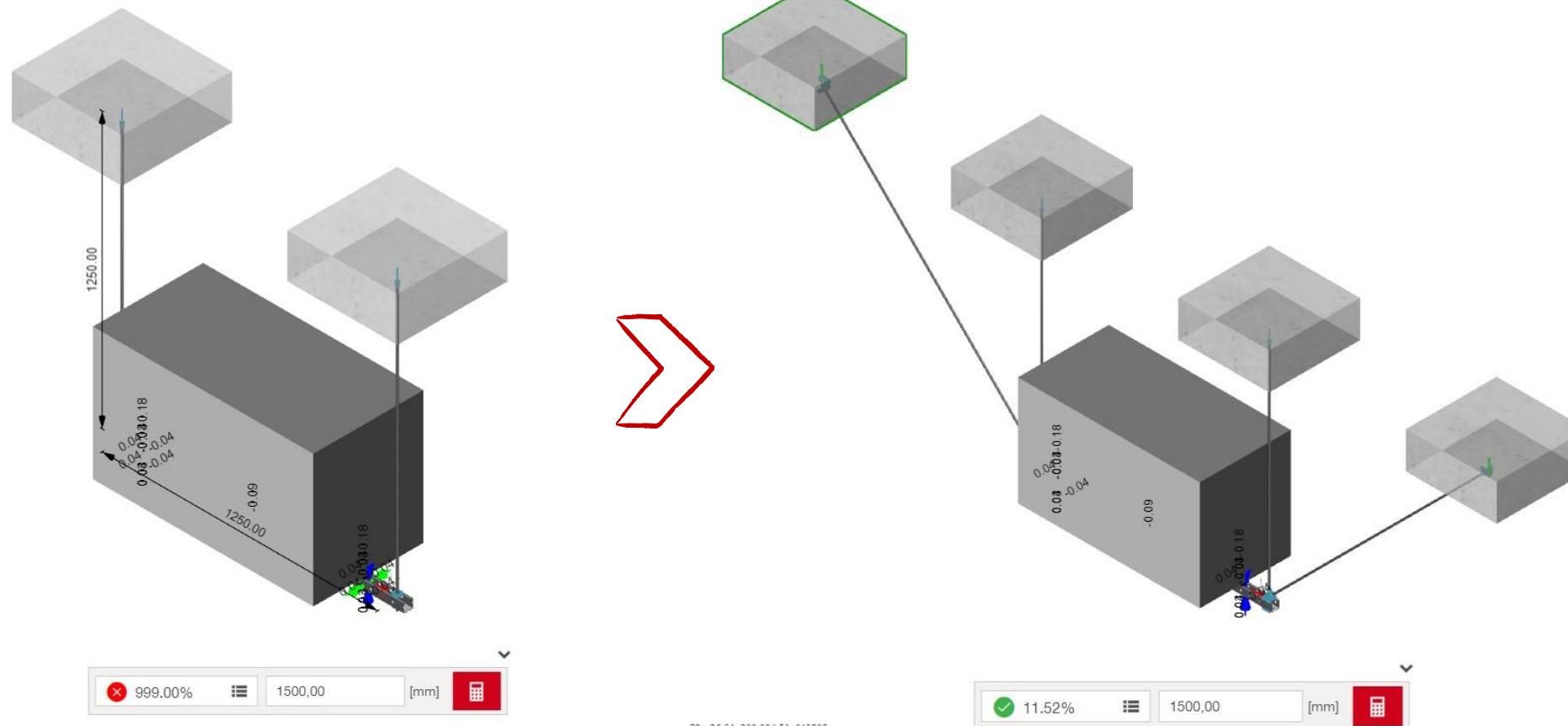
- Comp. Corredor: 30 m
- # Suportes: 20





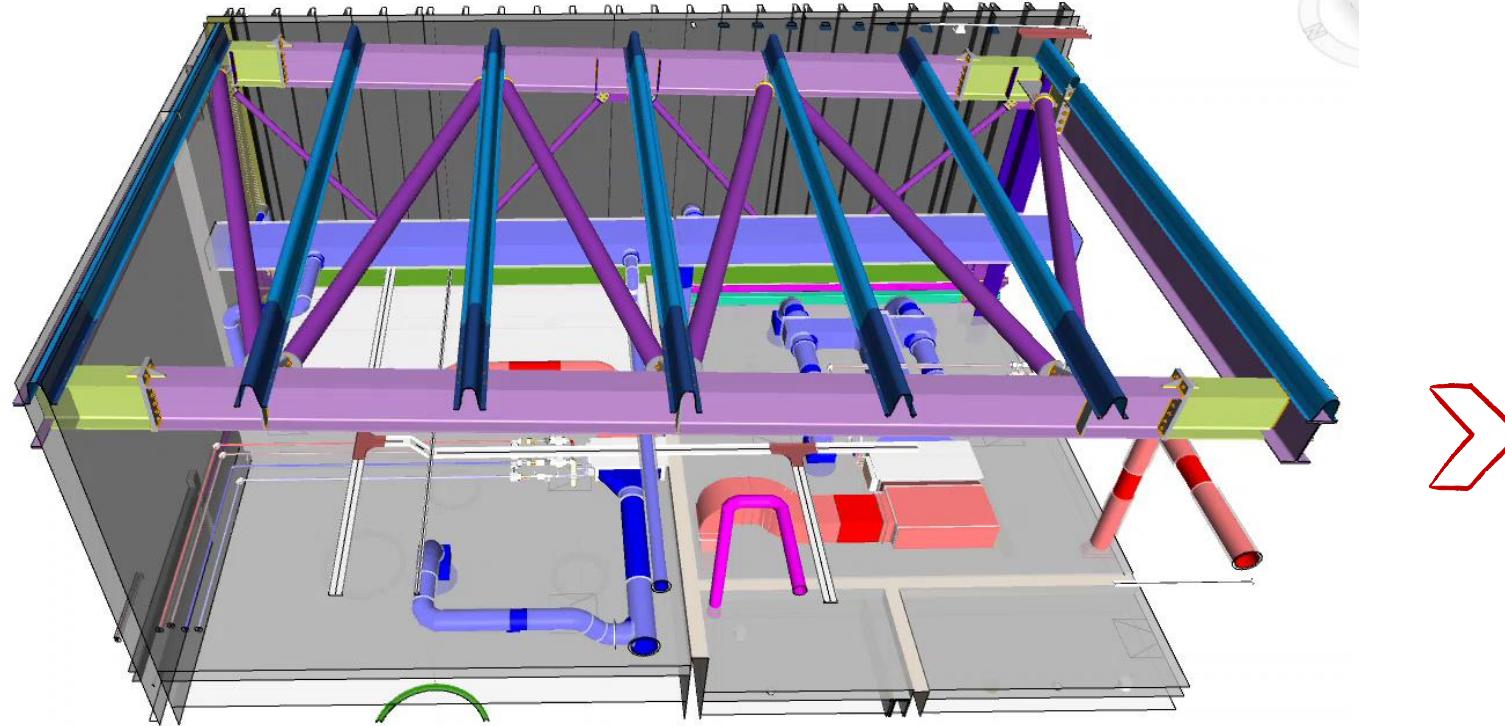
Caso Prático

Solução resistente a Sismo



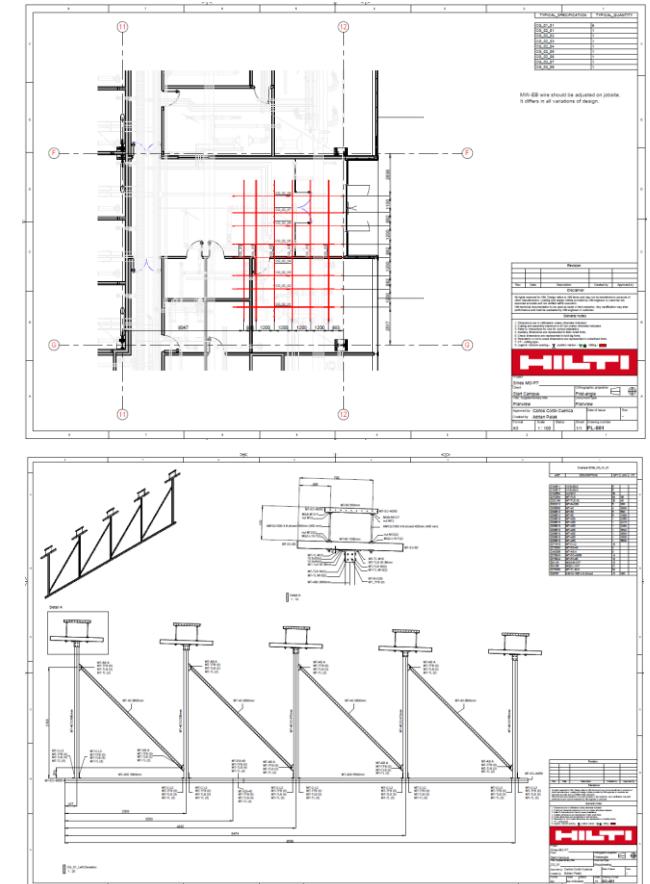
Impacto de ~2-4 % no valor total da obra

Caso Prático

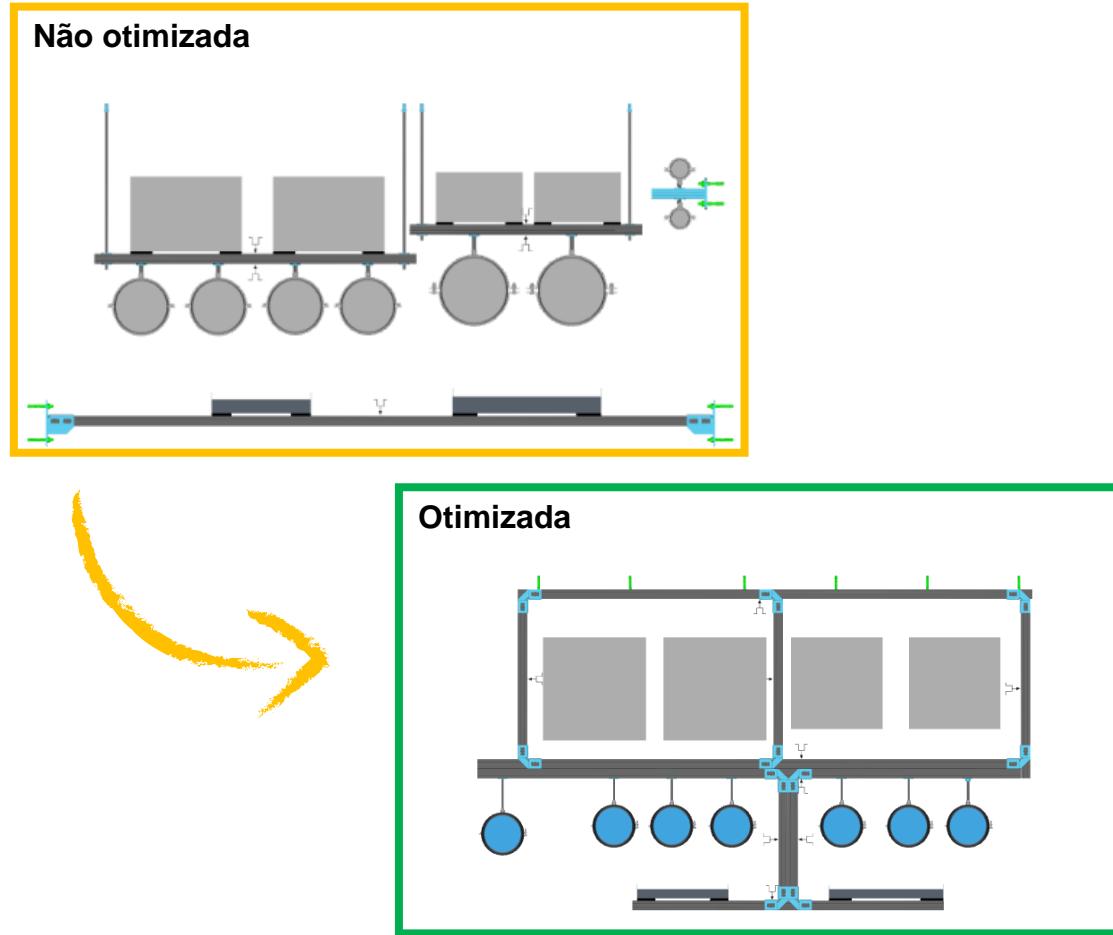


Solução específica de um *ceiling grid* com travamento sísmico mais leve (sistema wire)

HILTI /BIM COMPETENCE CENTER



Otimização & Sustentabilidade em Fase de Projeto



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

