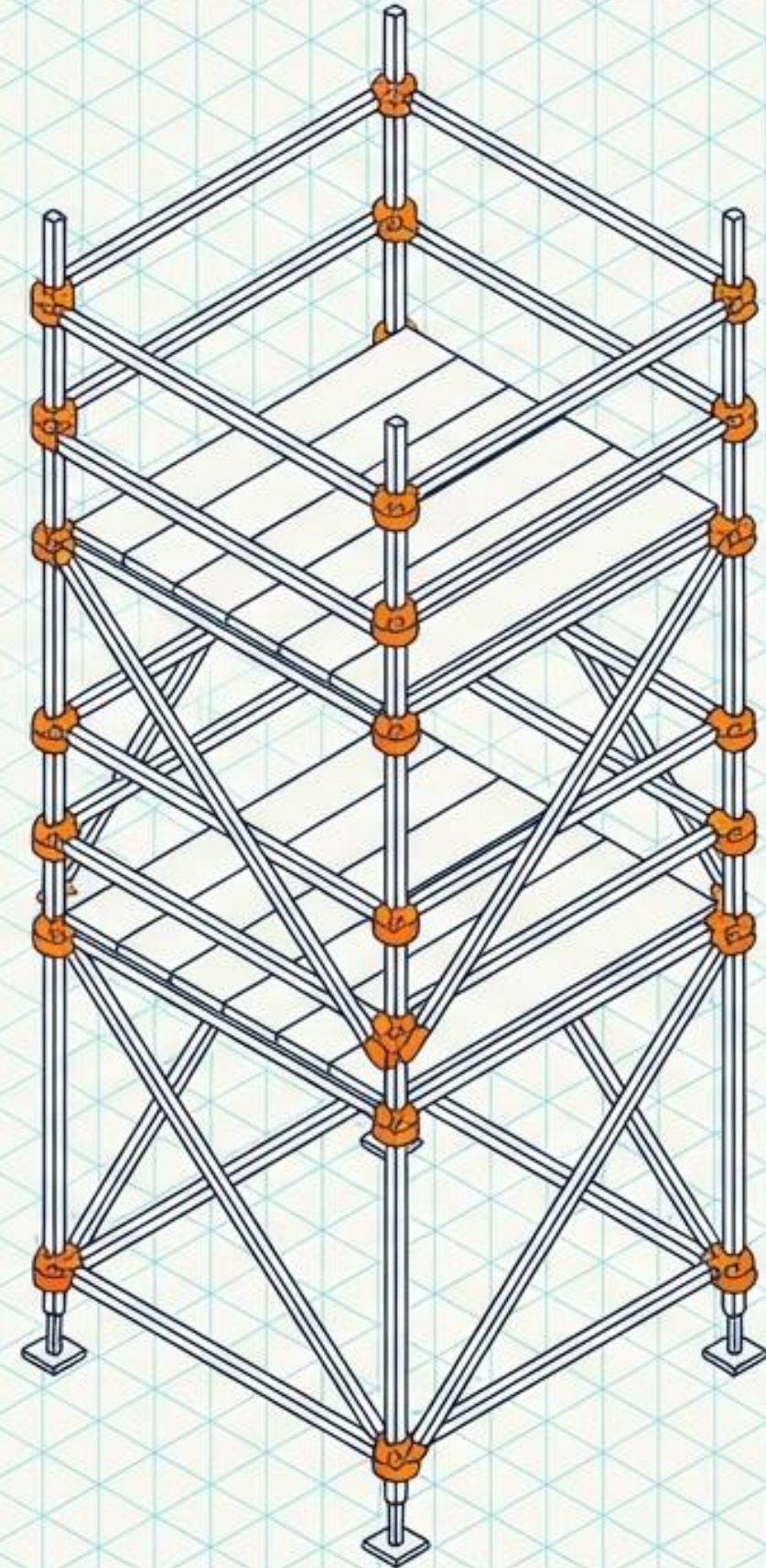


Módulo 1

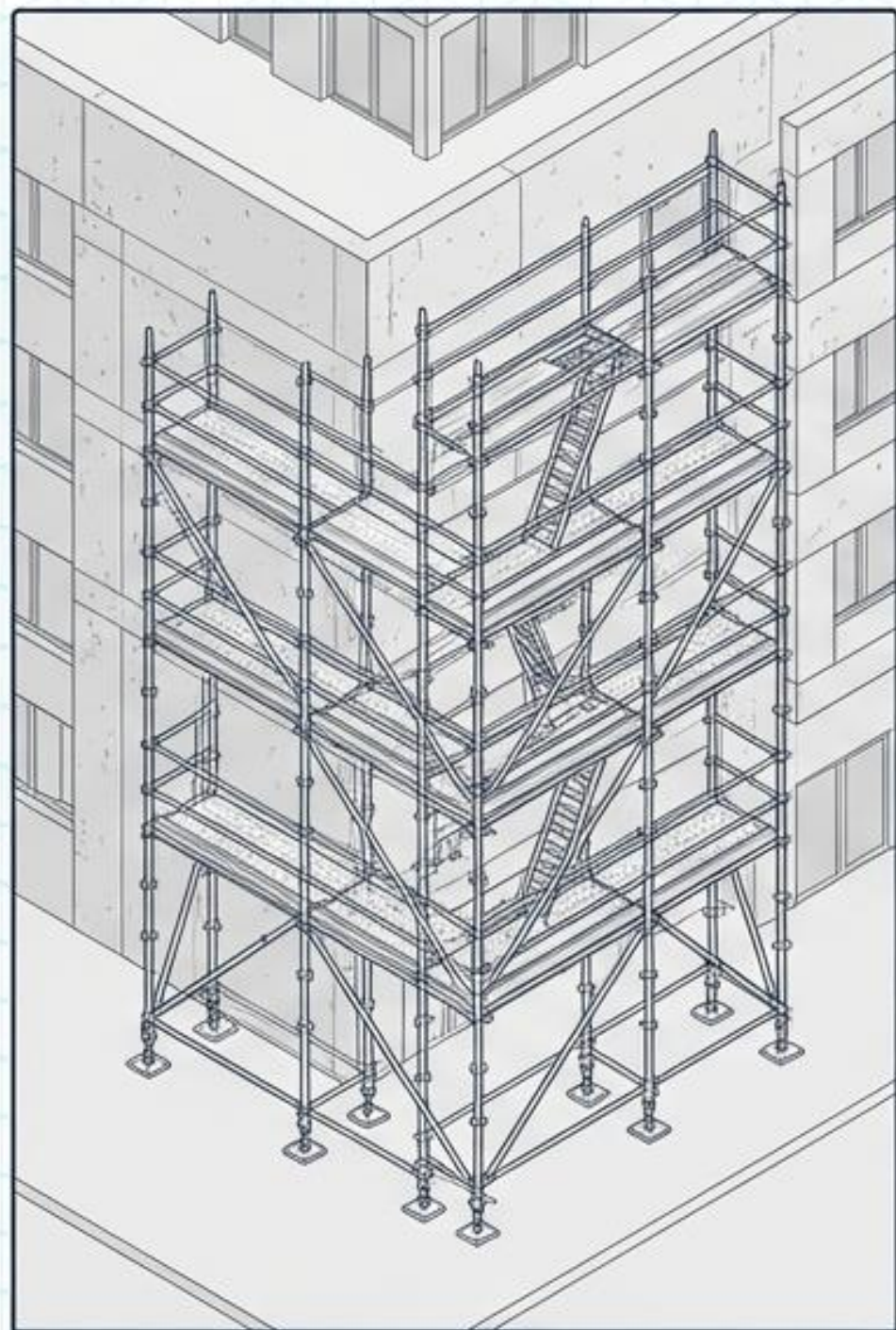
Ingeniería de Andamios Multidireccionales

Introducción al diseño, modelación
y análisis estructural.

Departamento de Ingeniería Estructural

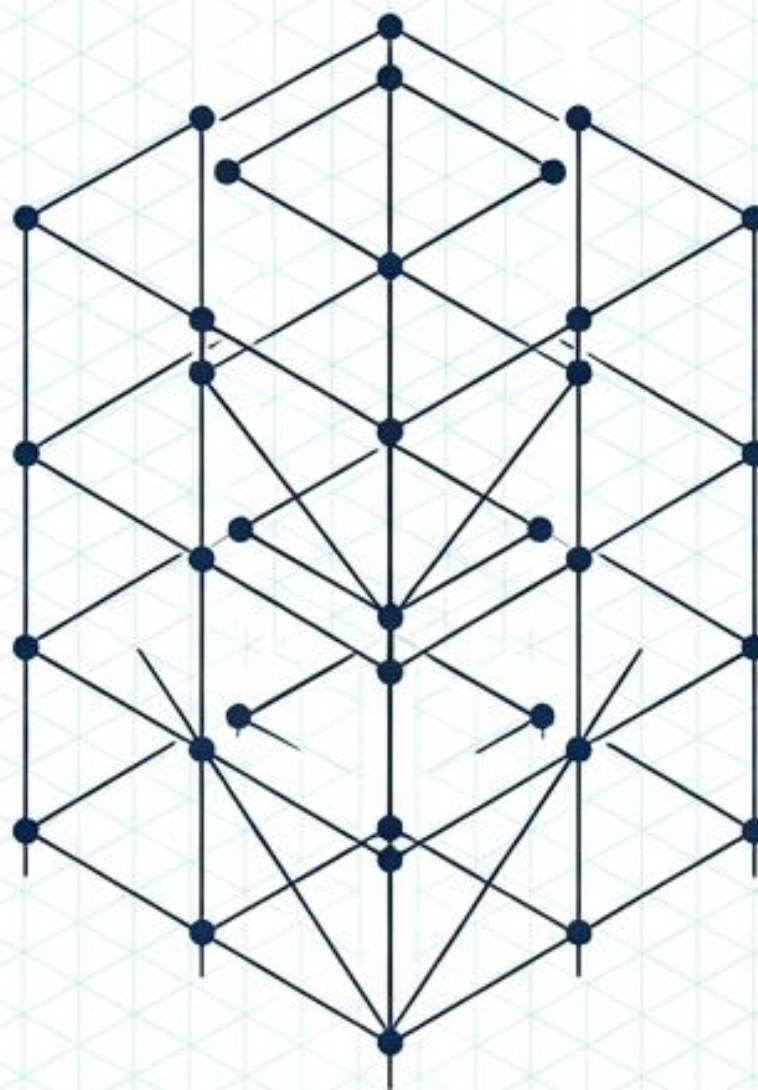


De herramienta temporal a sistema estructural tridimensional



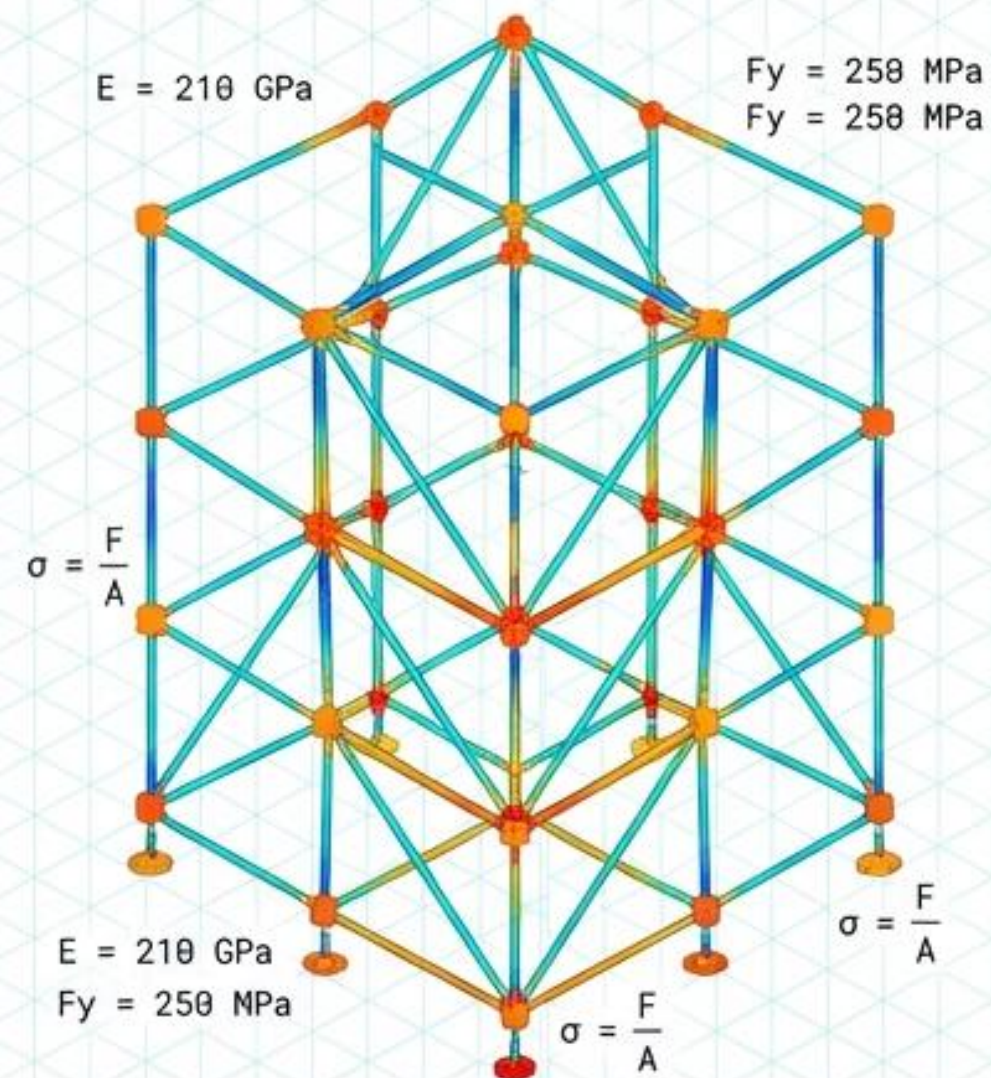
Realidad

Sistema Estructural Desmontable.
Compuesto por barras lineales y
nodos de alta rigidez.





























Geometría

Enfoques de modelación aceptados:
1. Estructura reticulada espacial
2. Sistema de marcos (Frames)
3. Sistema mixto (Reticulado + Pórticos)



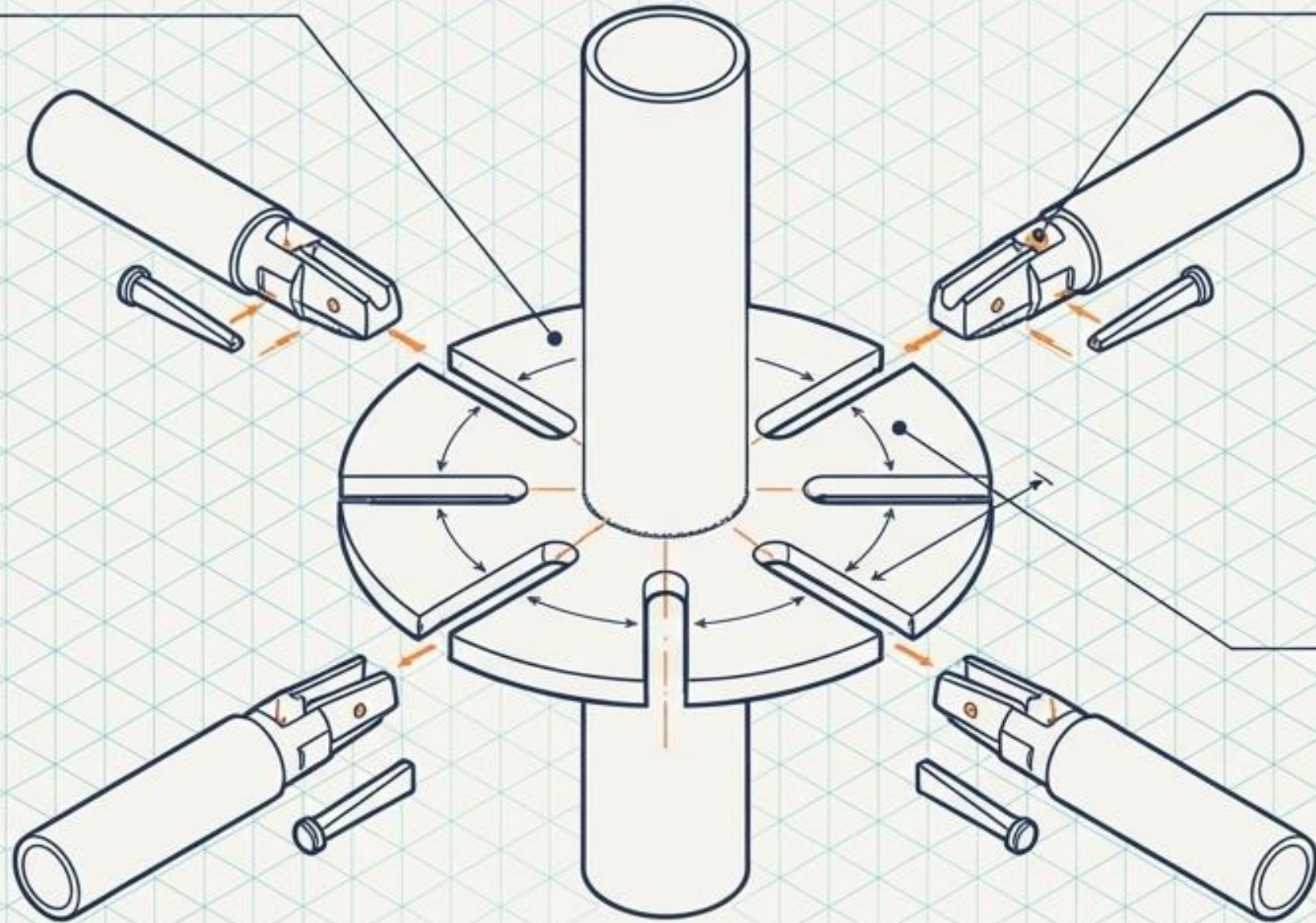
Matemática

Taxonomía morfológica y funcional de sistemas de andamiaje

Configuración Estructural		Función			Movilidad		
		Trabajo 	Acceso 	Carga 	Fijos 	Rodantes 	Suspendidos 
Tubulares Tradicionales							
Multidireccionales							
Modulares Prefabricados							
Torres Móviles							

El núcleo del sistema: El nodo multidireccional

Geometría: Conexiones concéntricas en múltiples ángulos. Habilita el comportamiento de reticulado espacial.



Adaptabilidad: Rápida configuración geométrica frente a estructuras complejas o interferencias en planta.

Modularidad: Intervalos de conexión estándar, típicamente cada 50 cm.

El diseño del nodo permite la transmisión eficiente de esfuerzos normales y cortantes, definiendo la rigidez global de la estructura.

El andamio como problema físico integral

1. Cargas

LVTJR

Permanentes, variables y
accidentales (viento/sismo).

1.0
01.50

2. Estabilidad

CO2FBT_r

Verificación de estabilidad
global y pandeo local de barras.

6.6
3.0

3. Resistencia

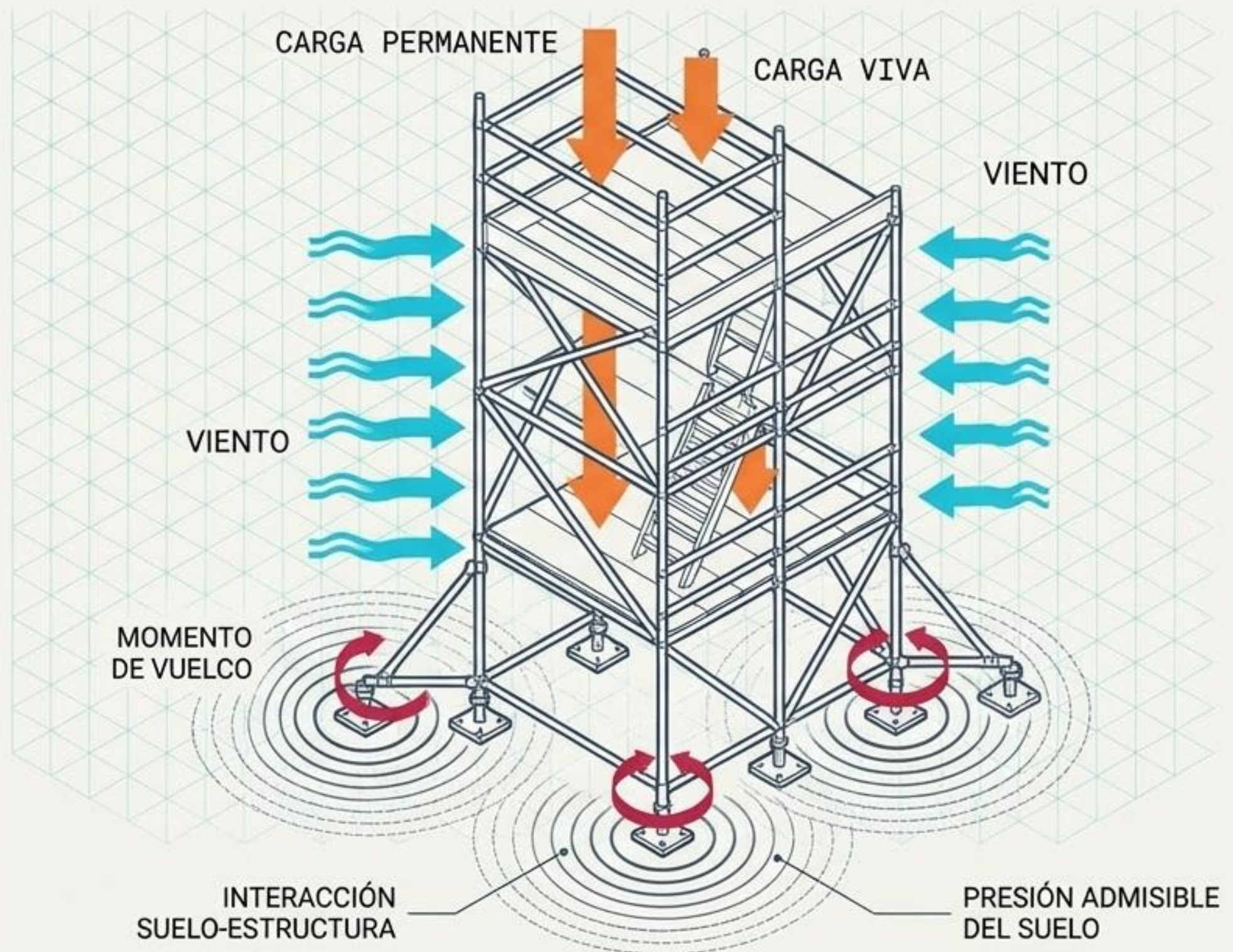
EF:11

Capacidad frente a esfuerzos
normales, cortantes y momentos
flectores.

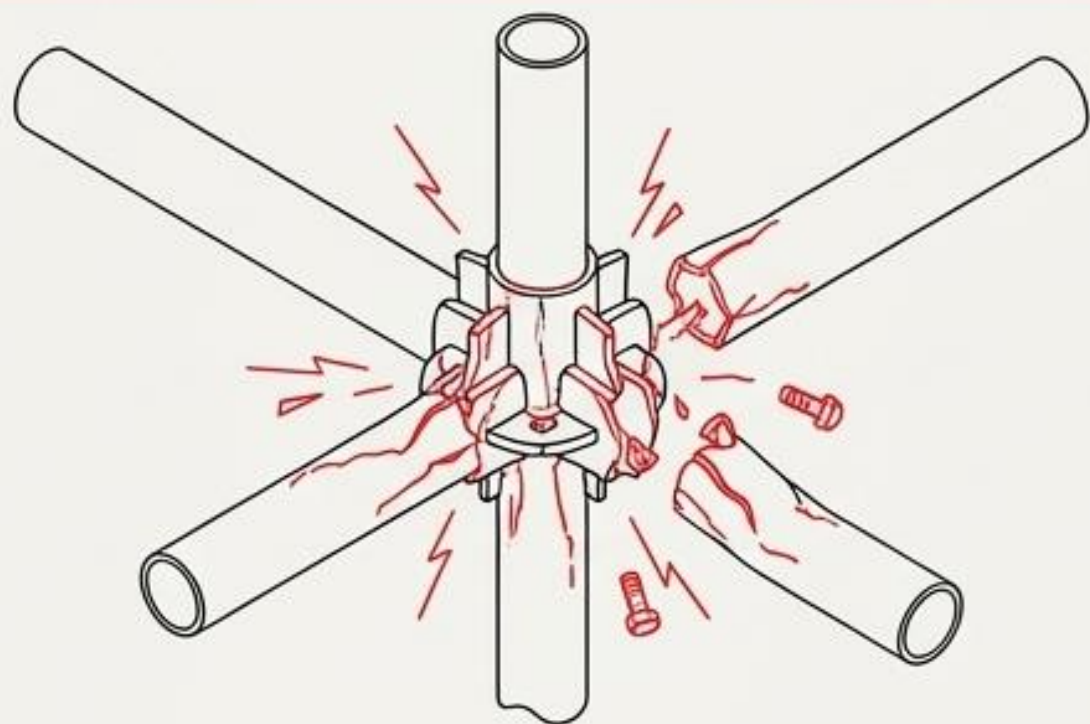
4. Suelo-Estructura

Co07-3t

Control de asentamientos y
verificación de capacidad portante.



Filosofía de diseño estructural y seguridad

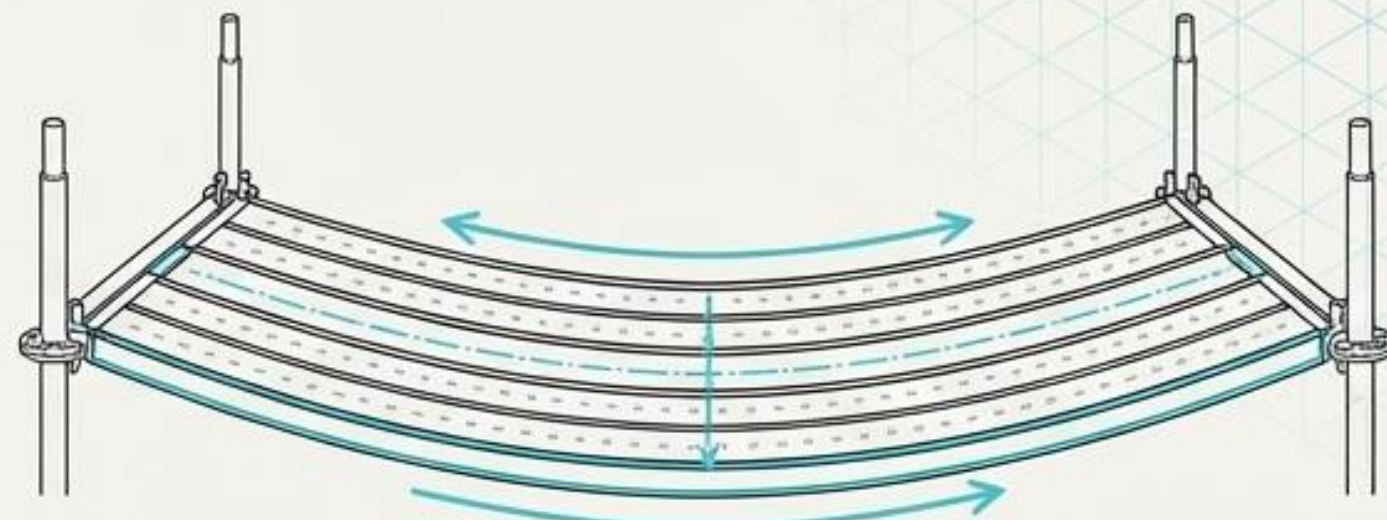


Estado Límite Último (ELU)

Estado Límite Último (ELU)

Definición: Falla estructural, pérdida de equilibrio o colapso.

Objetivo: Garantizar la **seguridad** de la vida humana.



Estado Límite de Servicio (ELS)

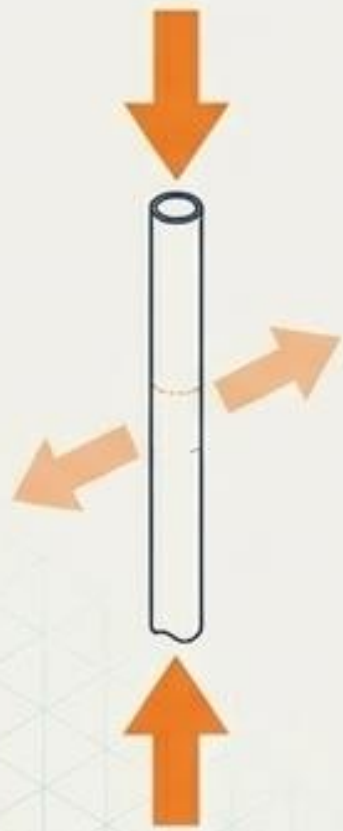
Estado Límite de dekte (ELS)

Definición: Deformaciones excesivas o vibraciones inaceptables.

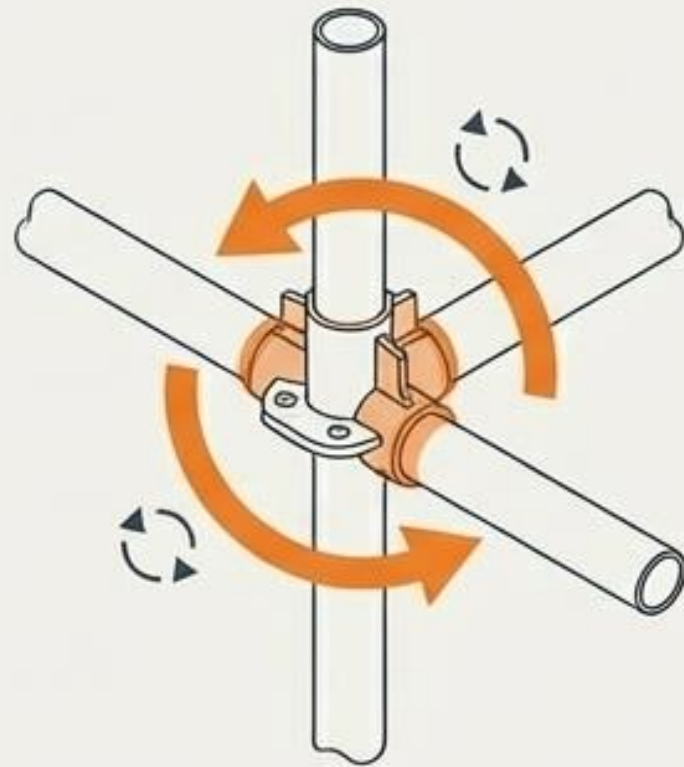
Objetivo: Garantizar la funcionalidad y comodidad durante el uso.

Factores de Seguridad: Aplicación estricta de **coeficientes parciales** de **mayoración** sobre las cargas y **minoración** sobre los materiales según combinaciones normativas.

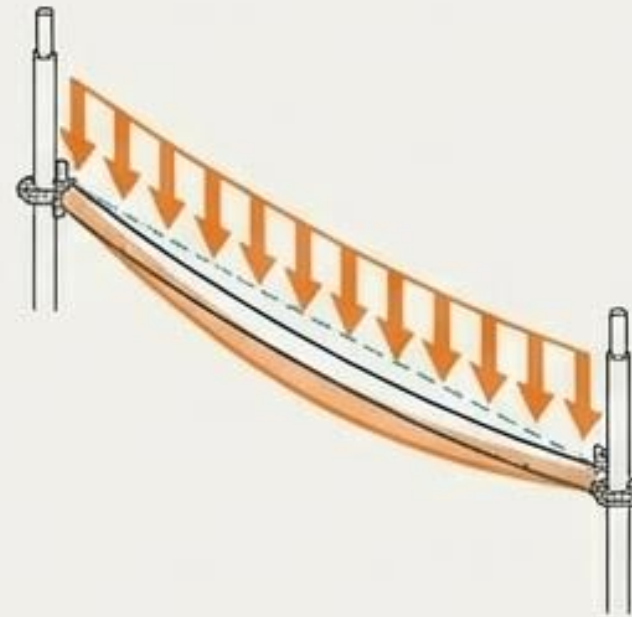
Mecánica estructural aplicada a elementos esbeltos



Esfuerzo Normal
Compresión / Tensión



Momento Flector



Flexión



Pandeo (Inestabilidad)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

La amenaza principal. La inestabilidad estructural por **pandeo** rige el diseño de los elementos verticales (pie derecho) debido a su alta esbeltez.

Ecosistema normativo: Equivalencias Perú - Europa

Normativa Peruana

RNE G050
(Seguridad en la Construcción)

NTP 400.033 / 400.034
(Definiciones y Requisitos)

NTP 439.001-2
(Diseño de andamios de fachada)

NTP 439.002 Partes 1, 2, 3
(Diseño general, Materiales, Ensayos)

Normativa Europea

EN 12810
(Andamios de fachada prefabricados)

EN 12811
(Equipos temporales de obra)

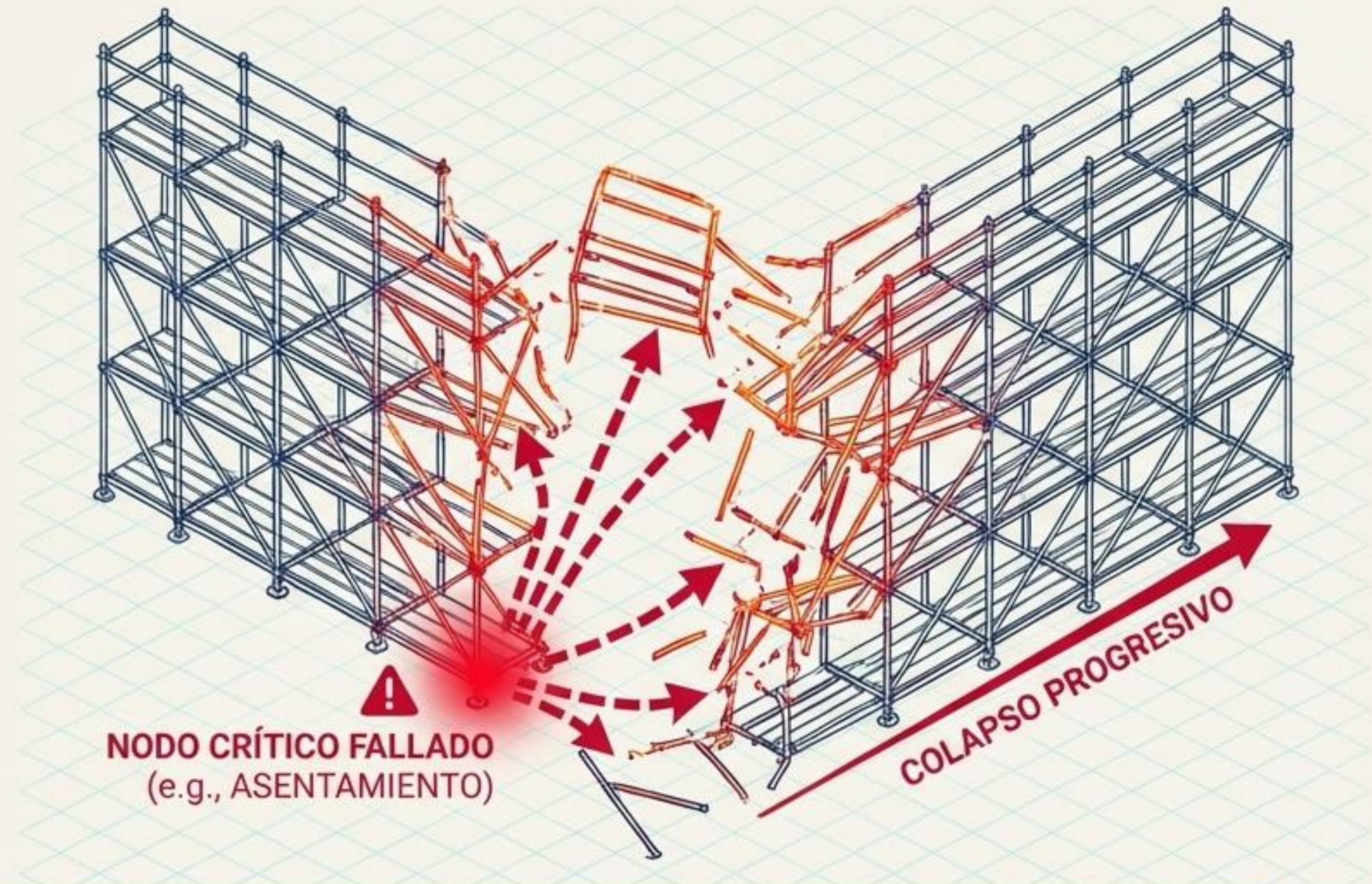
EN 39
(Tubos de acero para andamios)

EN 1004
(Torres móviles)

El diseño riguroso exige la homologación de criterios locales con los más altos estándares internacionales de seguridad y verificación.

Patologías y riesgos por ausencia de ingeniería

- **Colapso estructural progresivo:** Falla en cadena iniciada por la pérdida de un solo nodo crítico.
- **Fallas por pandeo:** Exceder la capacidad axial en elementos verticales sin arriostramiento.
- **Volcamiento:** Momentos flectores en la base superan las fuerzas estabilizadoras.
- **Sobrecargas no previstas:** Modificaciones arbitrarias en obra sin validación estructural.



El Deber del Ingeniero

Es imperativo modelar la estructura, verificar todos los estados límite y cotejar el diseño con las condiciones reales e imperfecciones del montaje en campo.

Metodología y alcance del programa



El objetivo final: Transformar la geometría temporal en seguridad estructural calculada y demostrable