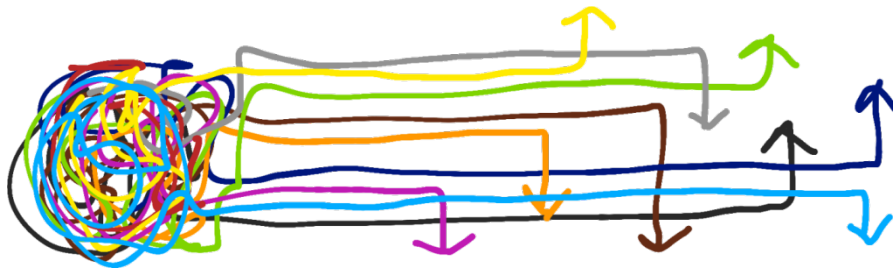


BIM STRUTTURALE: PROGETTO E CONTROLLO

Adriano Castagnone





Software per il calcolo strutturale



Start 1982: dal regolo al computer



2007: Axis VM collegamento IFC



2017: Il BIM Strutturale italiano

www.bims.news

L'evoluzione del calcolo strutturale



Le soluzioni per il BIM strutturale

PROGETTAZIONE STRUTTURALE BIM ORIENTED

Axis VM

Solutore di calcolo FEM con
metodologia BIM

3muri

Strutture in muratura con
metodologia BIM

CONTROLLO DI MODELLI BIM STRUTTURALI

BIM Inside

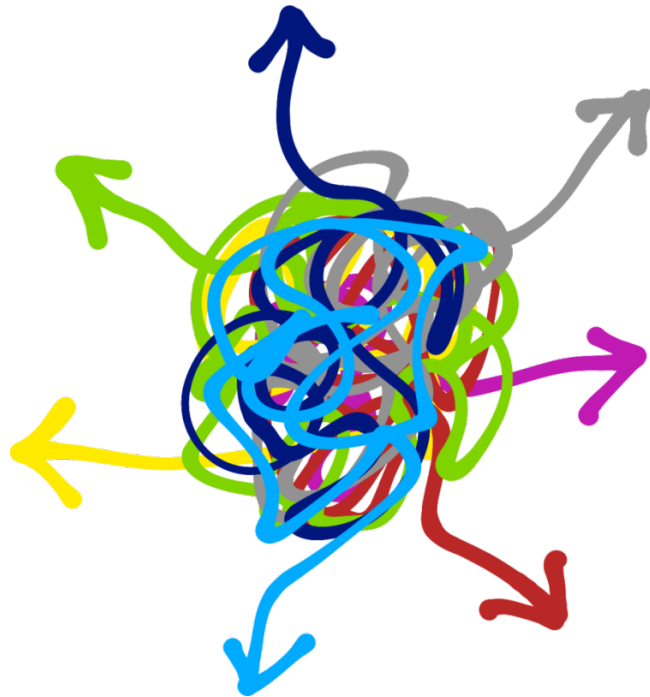
Controllo modelli BIM strutturali



promuove

OPEN BIM

Le problematiche per il controllo di modelli BIM



BIM

I nformazione

I ntegrazione

BIM

I nformazione

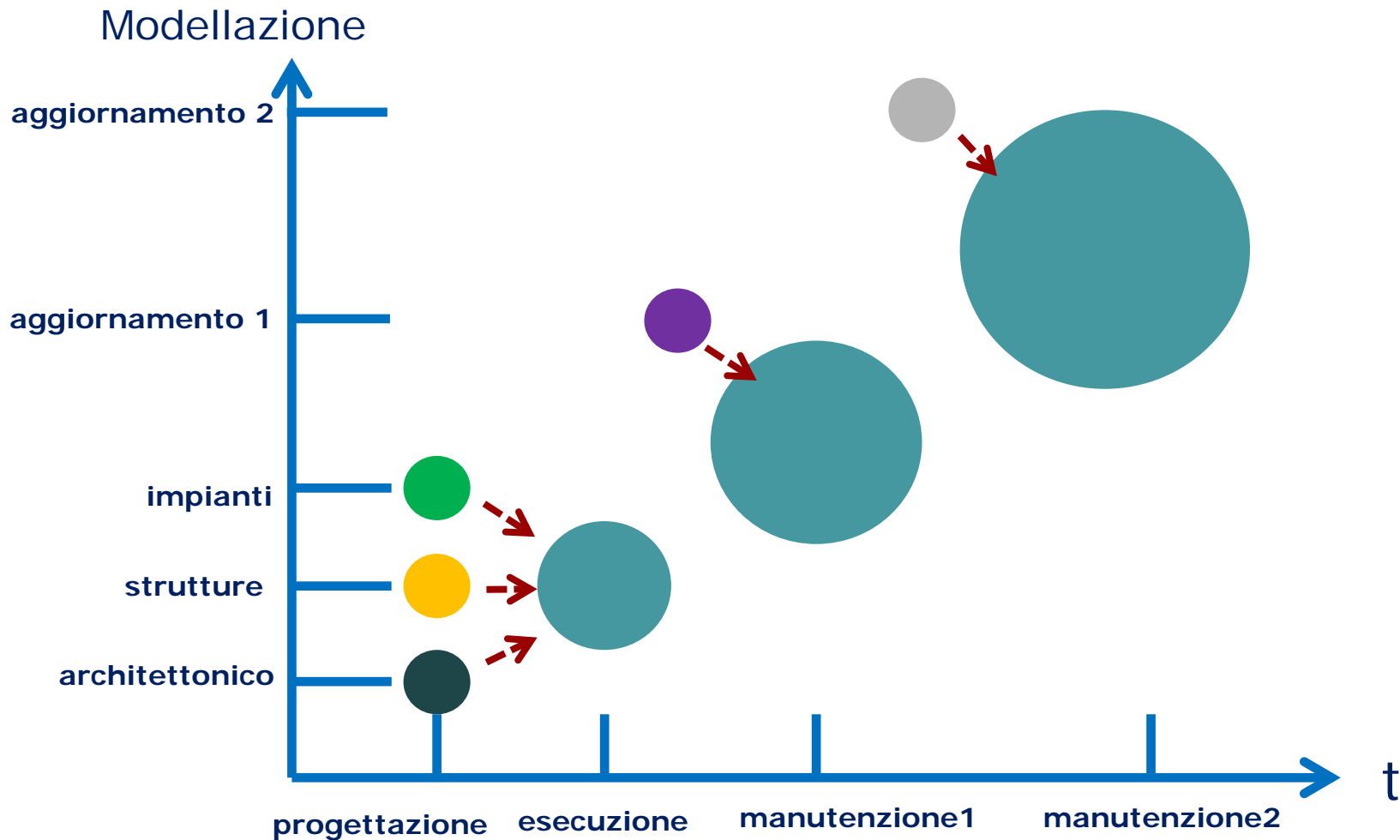
I ntegrazione

Qualità?

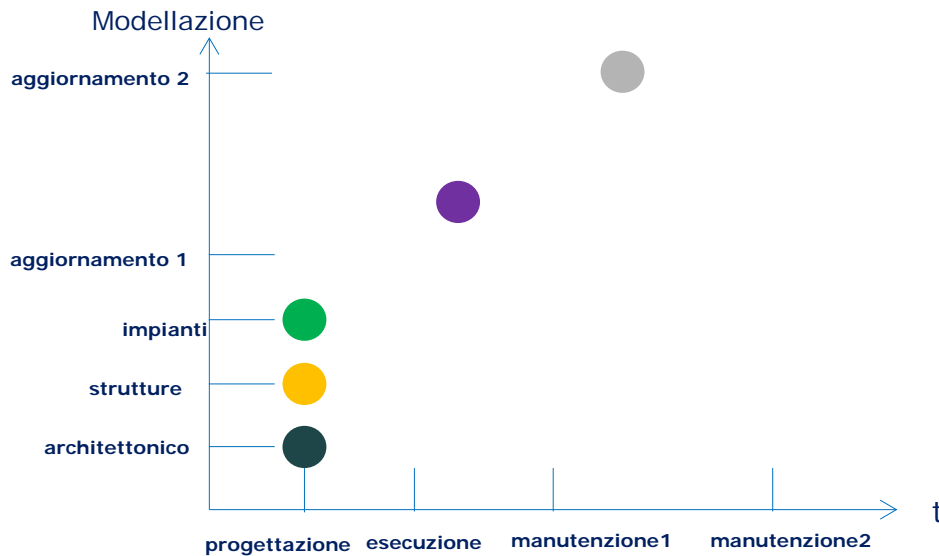
Errare è umano!



La genesi delle informazioni



Il controllo dei modelli singoli



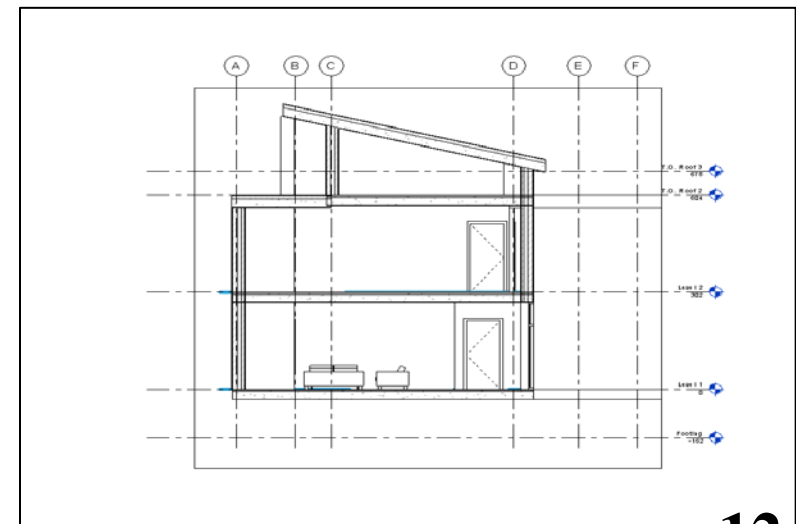
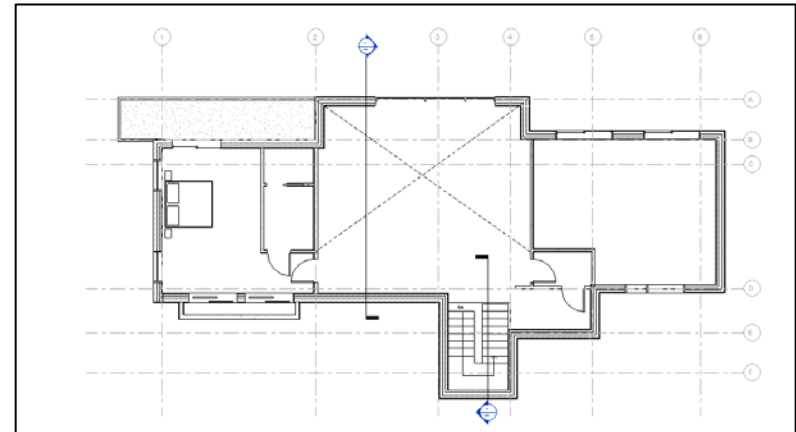
Controllo in **fase di costruzione** del modello

Controllo a **modello completo**

- Validazione del modello (BIM Validation)
- Controllo normativo (Code checking)

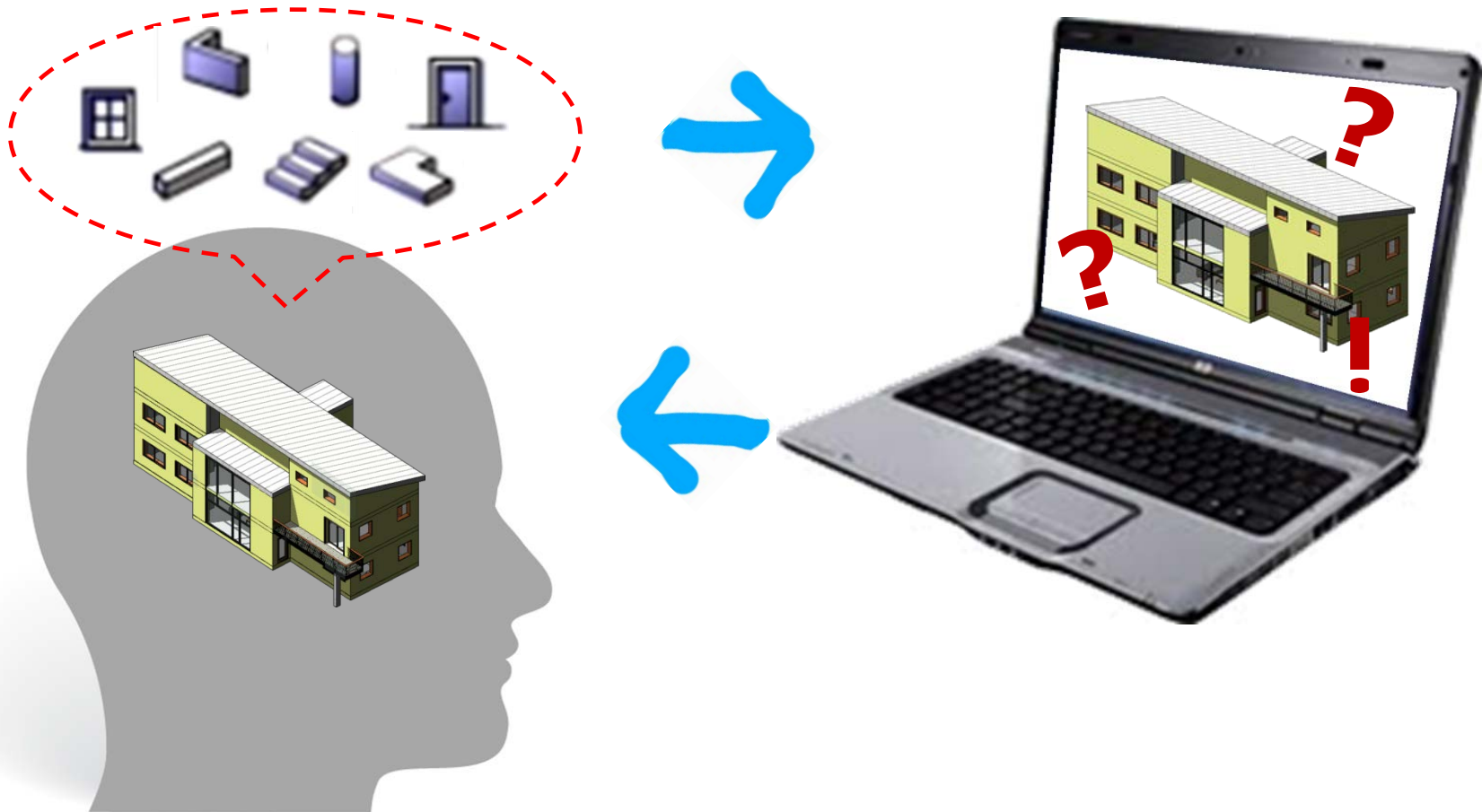
Progetto CAD

Costruzione di disegni

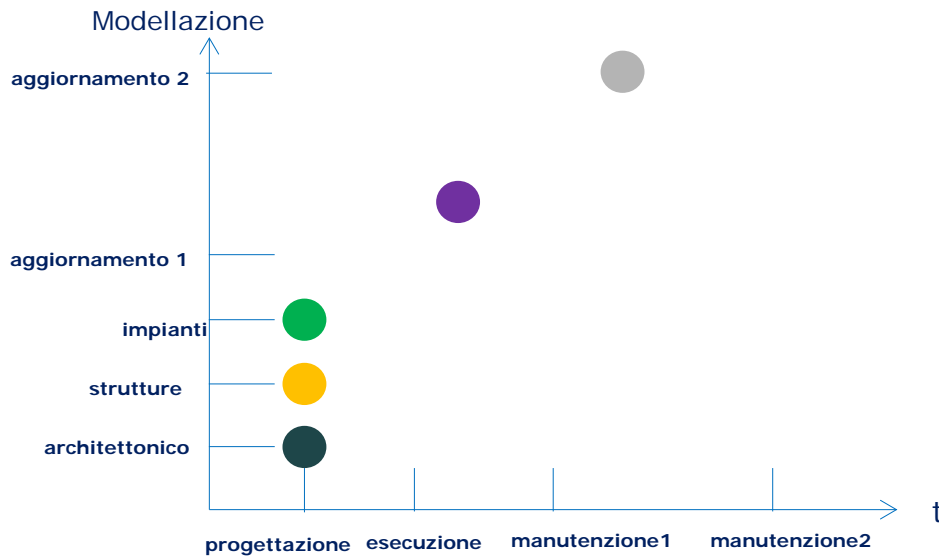


Modellazione BIM: controllo immediato

La creazione del modello è interattiva e il software fornisce feed-back alle operazioni del progettista



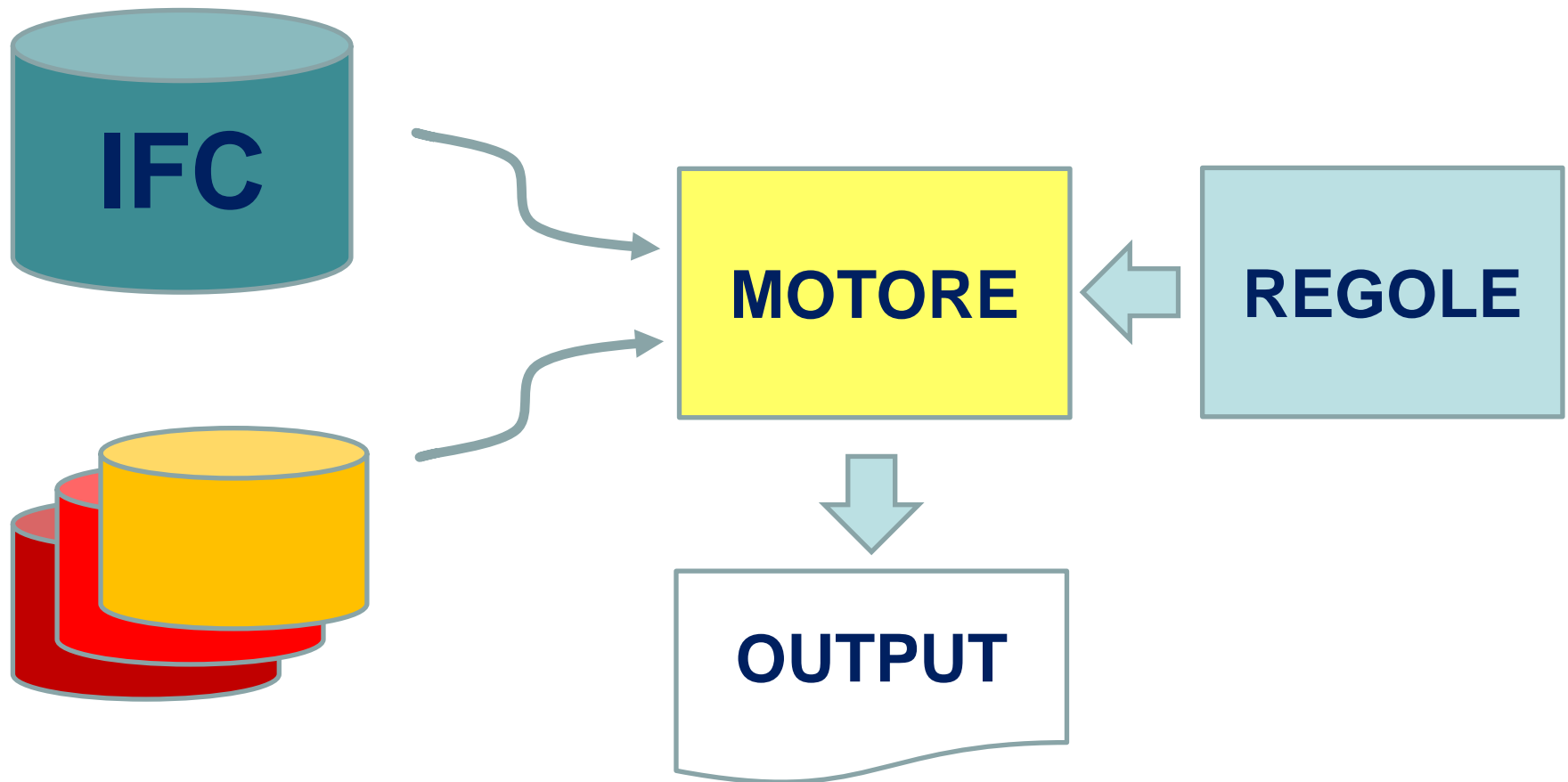
Controllo del modello singolo completo



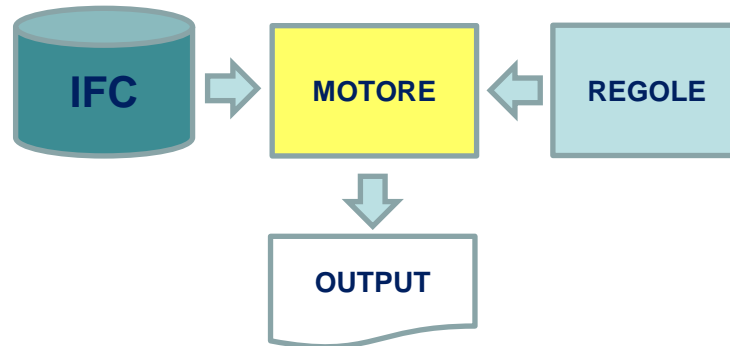
Validazione del modello (BIM Validation)

Controllo normativo (Code checking)

Controllo del modello singolo completo



Controllo del modello singolo completo



Validazione del modello (BIM Validation): controllo semantico delle opzioni IFC, il livello di qualità e coerenza del modello.

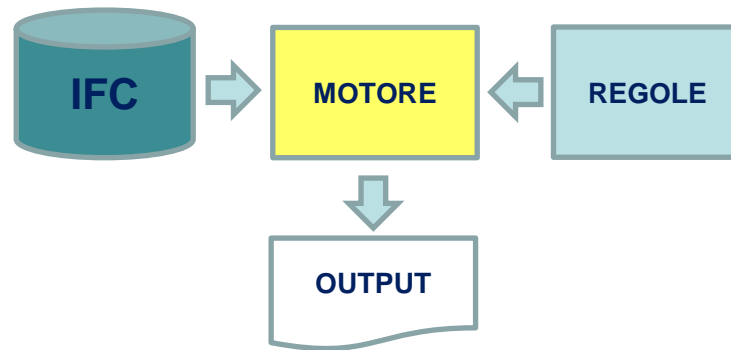
[IfcBuildingElementComponent](#)

[IfcBuildingElementPart](#)

[IfcFooting](#)

...

Controllo del modello singolo completo



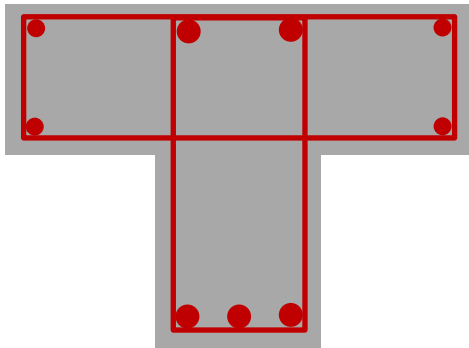
Controllo normativo (Code checking)

- Definizione delle regole
- Preparazione del modello
- Controllo delle regole sul modello
- Analisi dei risultati

Controllo del modello singolo completo

Verifiche di:

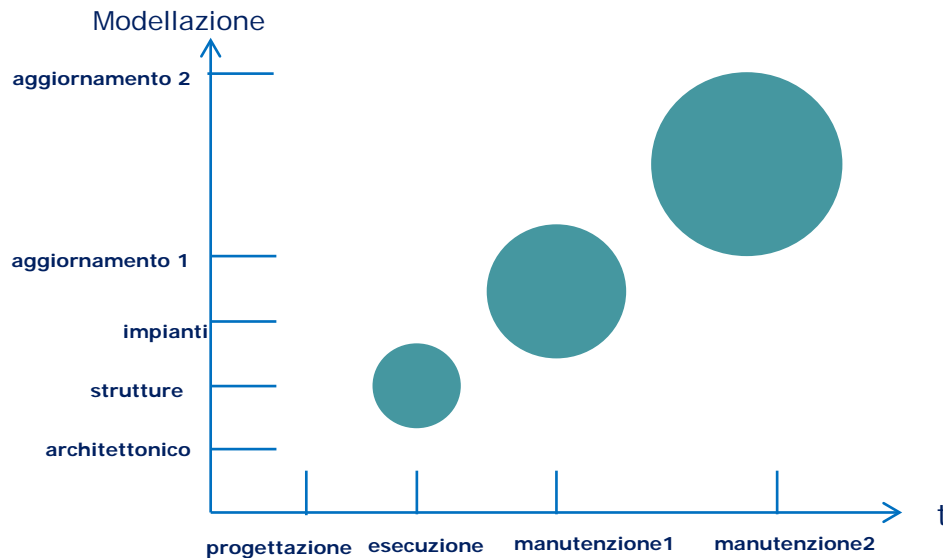
- altezze minime, volumi
- superfici minime dei locali e degli alloggi
- rapporti aereo-illuminanti dei locali
- dimensioni minime di scale ed accessi
- accessibilità ai locali
- prevenzione incendi



Controllo % armatura:

$$A_f / A_c > \text{Minimo}$$

Il controllo del modello federato

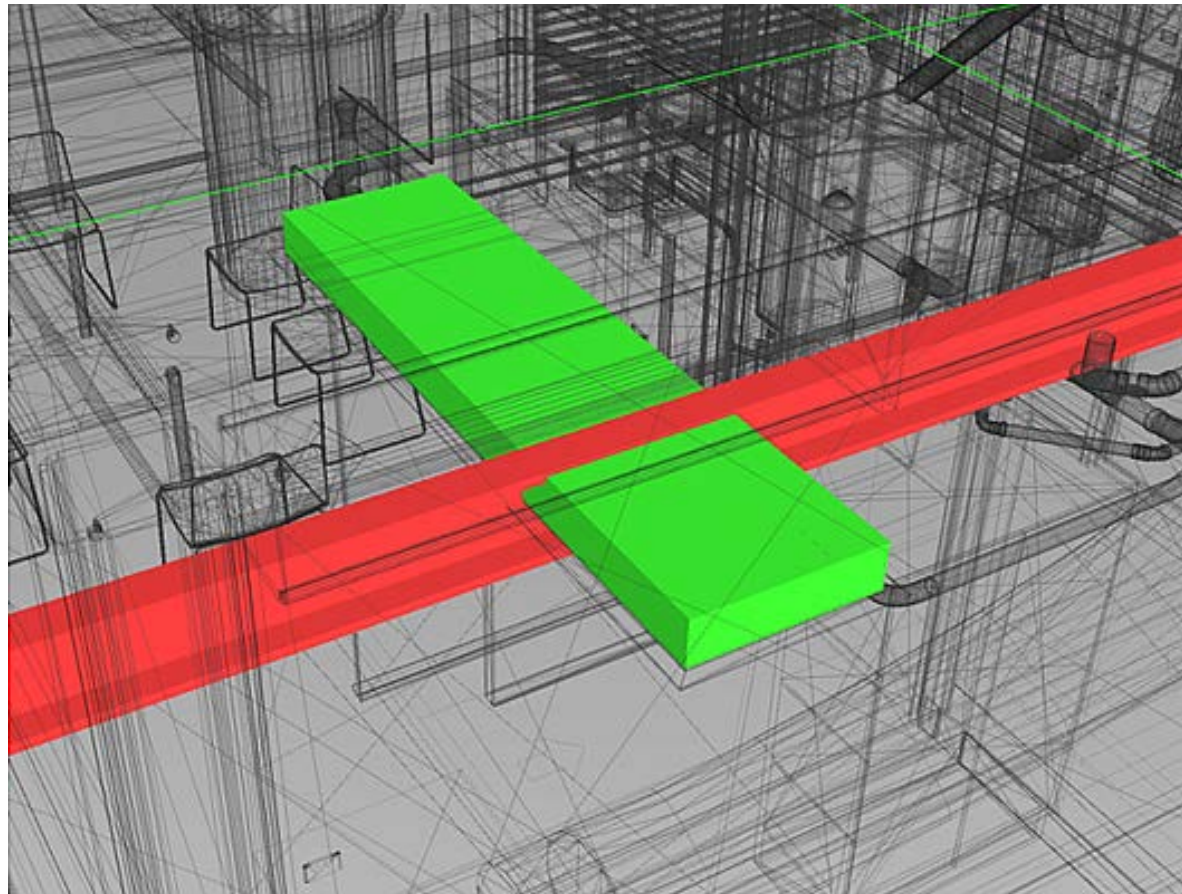


Analisi delle interferenze (clash detection)

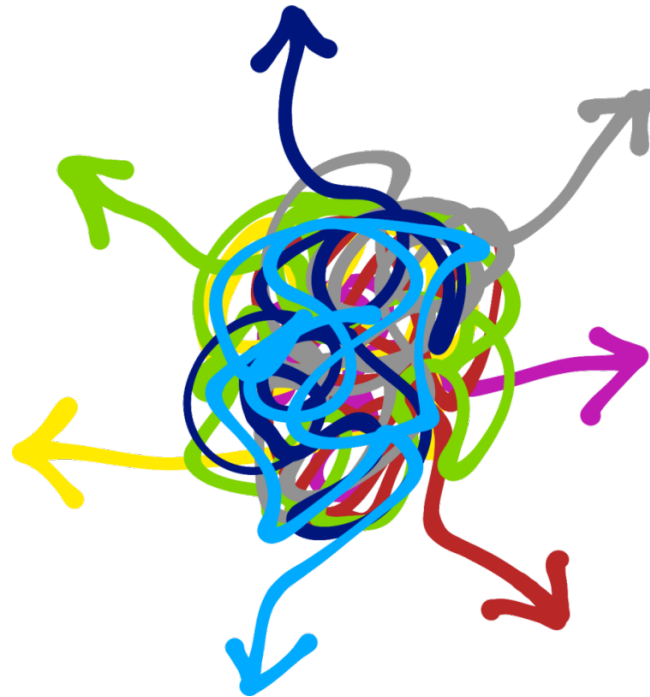
- Serve un alto livello di dettaglio geometrico (LOD)
- L'analisi delle interferenze del singolo modello è gestito dal software di Bim Authoring
- Per l'analisi del modello federato è necessario un software ad hoc

Il controllo del modello federato

Analisi delle interferenze (clash detection)



BIM Inside



BIM Inside

Funzionalità offerte da BIMInside:

- Visualizzazione di modelli strutturali BIM in formato IFC
- Controllo del modello: geometria e rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC)
- Creazione tavole esecutive

BIM Inside - 1. Viste del modello

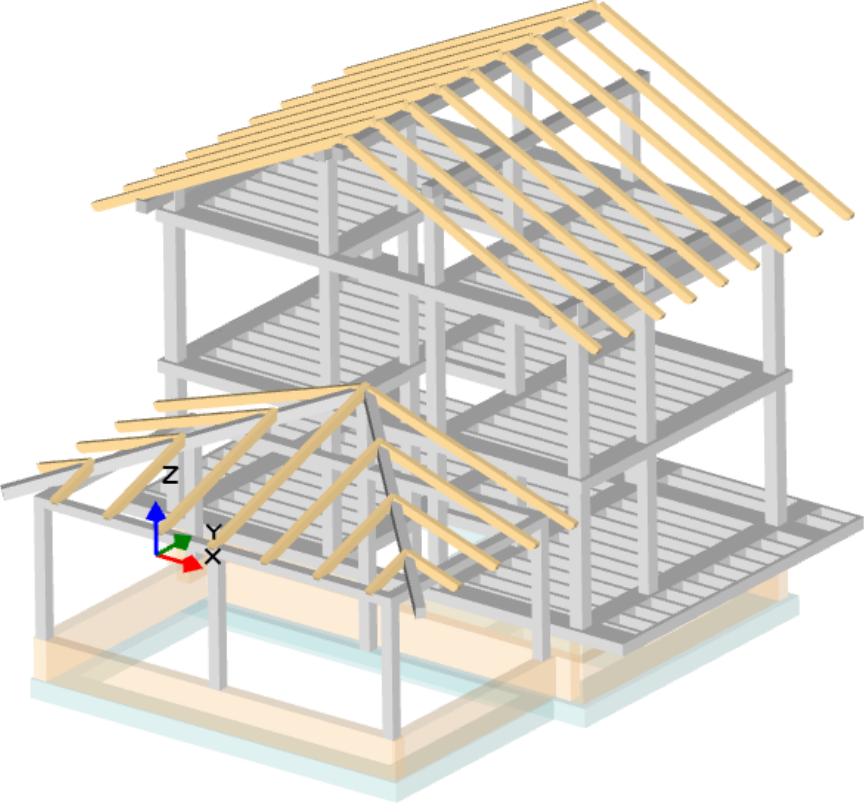
IFC CodeChecking

File Impostazioni Modifica ?

Vista Controlli Esecutivi

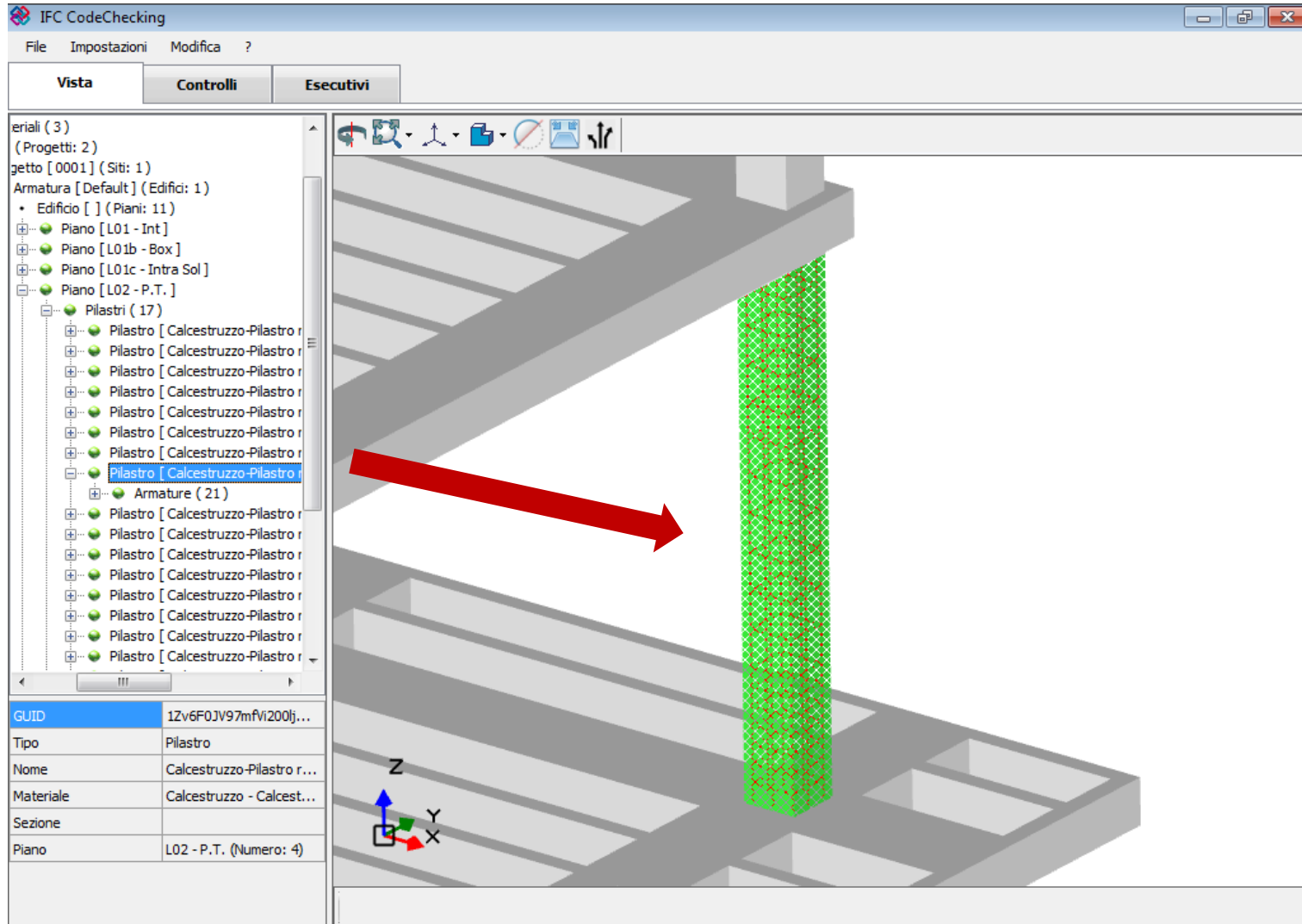
MORETTA

- Schema
 - Sezioni (15)
 - Materiali (3)
- Modello (Progetti: 2)
 - Progetto [0001] (Siti: 1)
 - Armatura [Default] (Edifici: 1)
 - Edificio [] (Piani: 11)
 - Piano [L01 - Int]
 - Piano [L01b - Box]
 - Piano [L01c - Intra Sol]
 - Piano [L02 - P.T.]
 - Piano [L02b - Imposta]
 - Piano [L03 - P.1]
 - Piano [L03b - Col.Box]
 - Piano [L03c]
 - Piano [L04 - P.2]
 - Piano [L05 - Imposta]



GUID	3RDZUKjaTckAQMCvi...
Tipo	Trave
Nome	Calcestruzzo-Trave re...
Materiale	Calcestruzzo, Gettato ...
Sezione	300 x 250 mm
Piano	L01c - Intra Sol (Nume...

BIM Inside - 1. Viste del modello



BIM Inside - 1. Viste del modello

IFC CodeChecking

File Impostazioni Modifica ?

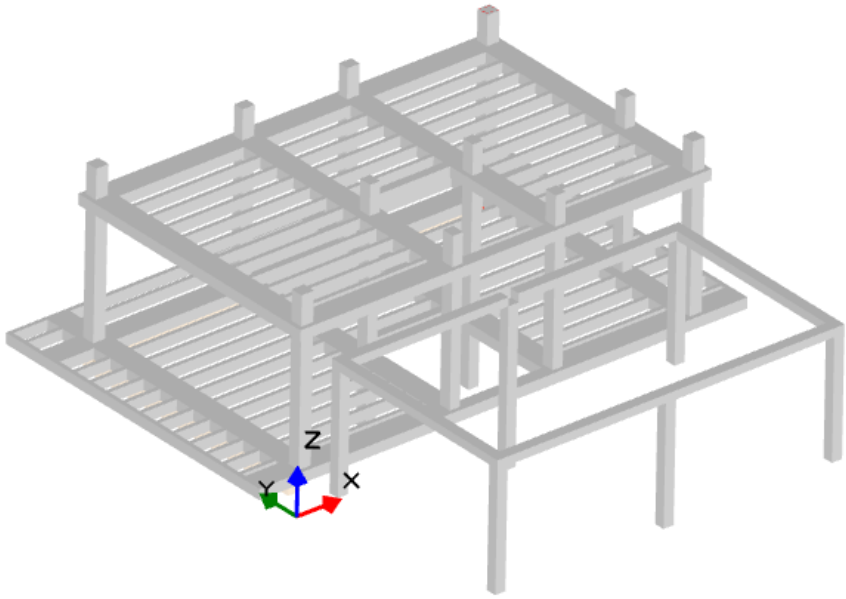
Vista Controlli Esecutivi

MORETTA

- Schema
 - Sezioni (15)
 - Materiali (3)
- Modello (Progetti: 2)
 - Progetto [0001] (Siti: 1)
 - Armatura [Default] (Edifici: 1)
 - Edificio [] (Piani: 11)
 - Piano [L01 - Int]
 - Piano [L01b - Box]
 - Piano [L01c - Intra So]
 - Piano [L02 - P.T.]
 - Piano [L02b - Imposta]
 - Piano [L03 - P.1]
 - Piano [L03b - Col.Box]
 - Piano [L03c]
 - Piano [L04 - P.2]
 - Piano [L05 - Imposta]

Visibile
 Invisibile
 Trasparente

GUID	3t7H1zPtDu9HZ1LLoj...
Tipo	Piano
Nome	L01 - Int
Numero	1
Travi	0
Pilastrini	3
Quota	-0,650



BIM Inside - 2. Controllo del modello

Congruenza geometrica

Elementi sopra le colonne

Elementi sotto le colonne

Elementi sopra i muri

Elementi sotto i muri

Elementi sopra le travi

Elementi sotto le travi



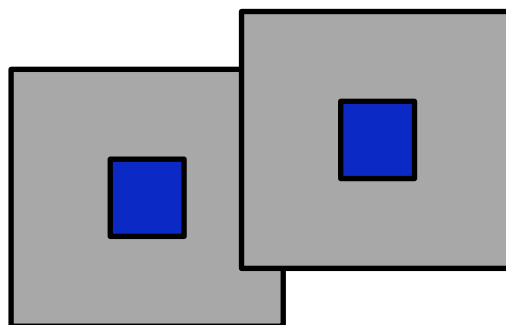
BIM Inside - 2. Controllo del modello

Tra elementi dello stesso tipo

- Intersezioni Muro-Muro
- Intersezioni Piastra-Piastra
- Intersezioni Tetto-Tetto
- Intersezioni Trave-Trave
- Intersezioni Pilastro-Pilastro
- Intersezioni Fondazione-Fondazione
- Intersezioni Palo-Palo
- Intersezioni Fondazione-Fondazione

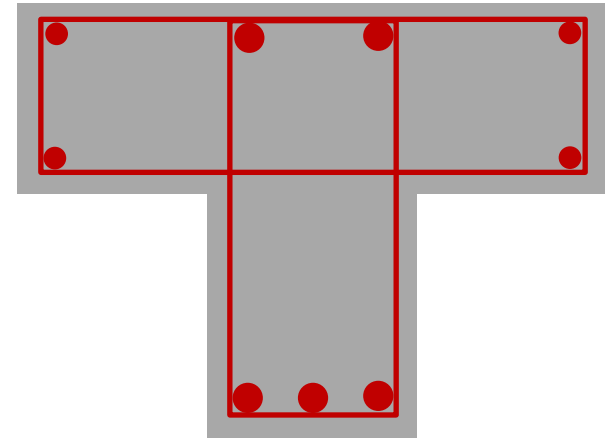
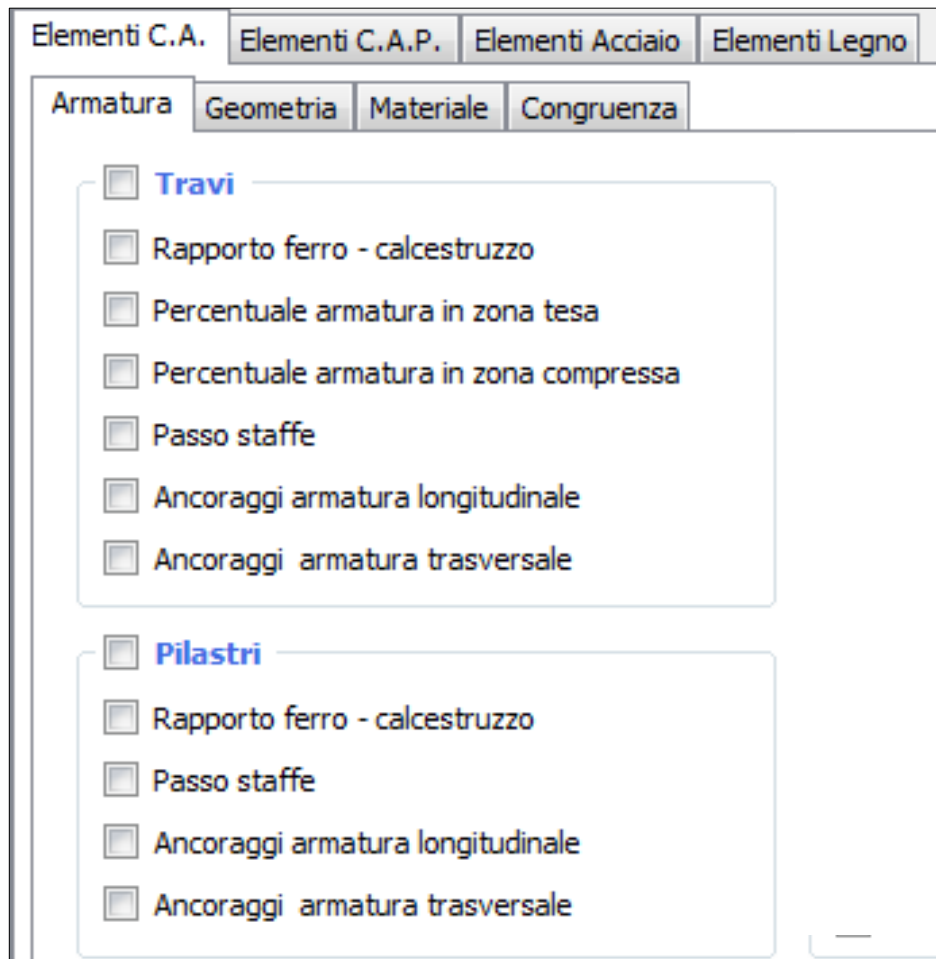
Tra elementi di diverso tipo

- Intersezioni con Muri
- Intersezioni con Piastre
- Intersezioni con Tetti
- Intersezioni con Travi
- Intersezioni con Pilastri
- Intersezioni con Fondazioni
- Intersezioni con Pali
- Intersezioni con Fondazioni



BIM Inside - 2. Controllo del modello

Controlli NTC



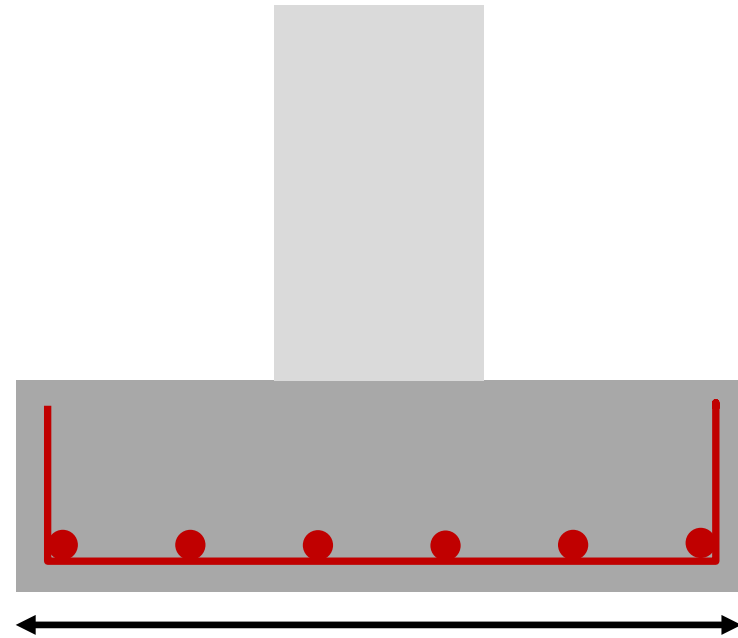
Controllo % armatura:

$A_f / A_c > \text{Minimo}$

BIM Inside - 2. Controllo del modello

Controlli NTC

<input type="checkbox"/> Plinti
<input type="checkbox"/> Rapporto ferro - calcestruzzo
<input type="checkbox"/> Passo armatura longitudinale
<input type="checkbox"/> Passo armatura trasversale
<input type="checkbox"/> Ancoraggi armatura longitudinale
<input type="checkbox"/> Ancoraggi armatura trasversale
<input type="checkbox"/> Setti
<input type="checkbox"/> Rapporto ferro - calcestruzzo
<input type="checkbox"/> Passo armatura longitudinale
<input type="checkbox"/> Passo armatura trasversale
<input type="checkbox"/> Ancoraggi armatura longitudinale
<input type="checkbox"/> Ancoraggi armatura trasversale

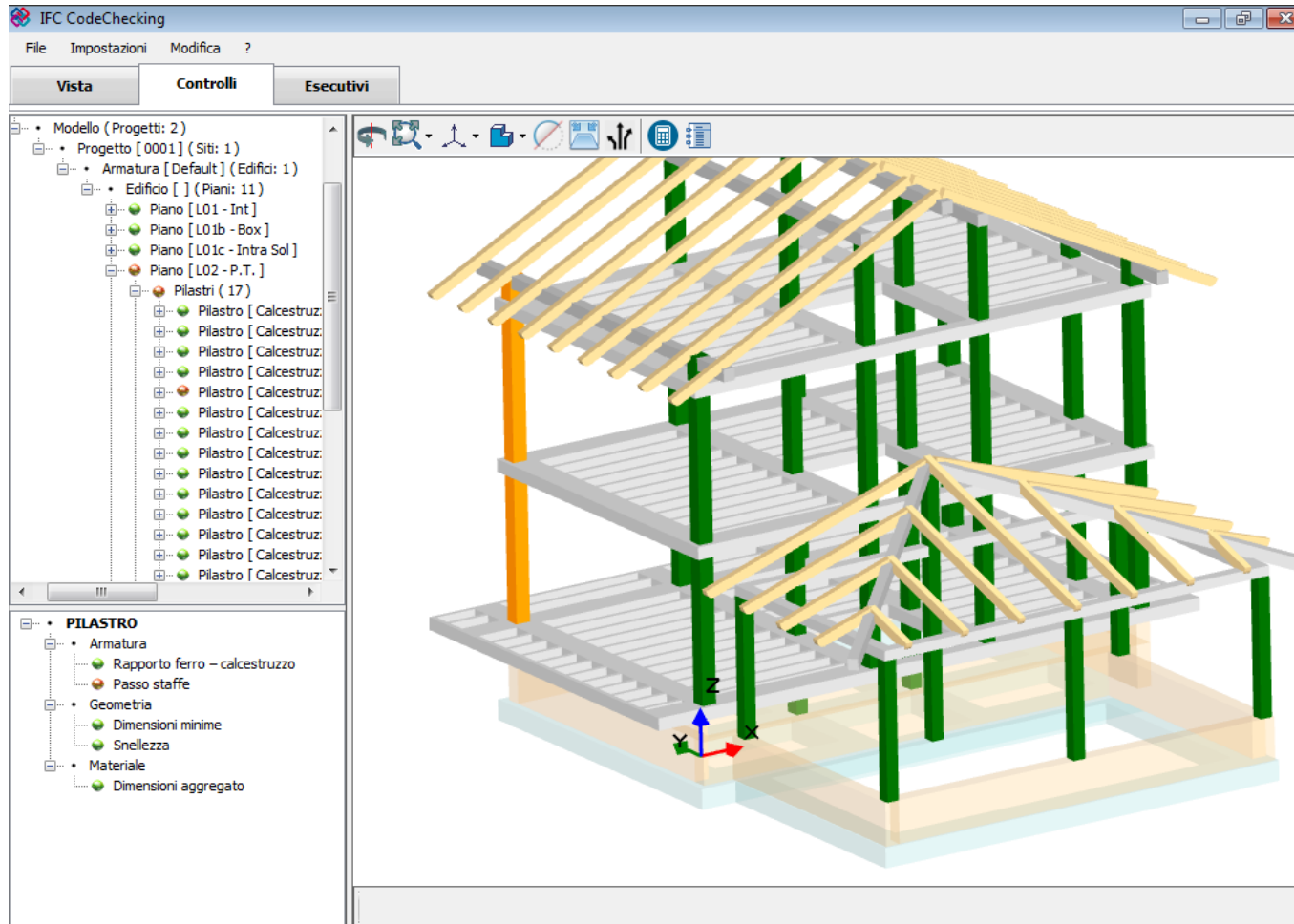


Plinto di fondazione

- Controllo delle dimensioni minime
- Controllo lunghezze di ancoraggio delle armature

BIM Inside - 2. Controllo del modello

Mappatura dei risultati



BIM Inside - 3. Tavole esecutive

IFC CodeChecking

File Impostazioni Modifica ?

Vista Controlli **Esecutivi**

- MORETTA
 - Schema
 - Sezioni (15)
 - Materiali (3)
 - Modello (Progetti: 2)
 - Progetto [0001] (Siti: 1)
 - Armatura [Default]
 - Edificio [] (Pian
 - Piano [L01 -
 - Piano [L01b
 - Piano [L01c
 - Piano [L02 -
 - Piano [L02b
 - Piano [L03 -
 - Piano [L03b
 - Piano [L03c
 - Piano [L04 -
 - Piano [L05 -

GUID 3tgUaYSpDF...

Tipo Pilastro

Nome Calcestruzzo...

Materiale Calcestruzzo...

Sezione

Piano L02b - Impos...

Sog. 1

Sog. 2

X Y Z

BIM Inside - 3. Tavole esecutive

IFC CodeChecking

File Impostazioni Modifica ?

Vista Controlli **Esecutivi**

MORETTA

- Schema
 - Sezioni (15)
 - Materiali (3)
- Modello (Progetti: 2)
 - Progetto [0001] (Siti: 1)
 - Armatura [Default]
 - Edificio [] (Pian
 - Piano [L01 -]
 - Piano [L01b]
 - Piano [L01c]
 - Piano [L02 -]
 - Piano [L02b]
 - Piano [L03 -]
 - Piano [L03b]
 - Piano [L03c]
 - Piano [L04 -]
 - Piano [L05 -]

GUID 3tgUaYSpDF...

Tipo Pilastro

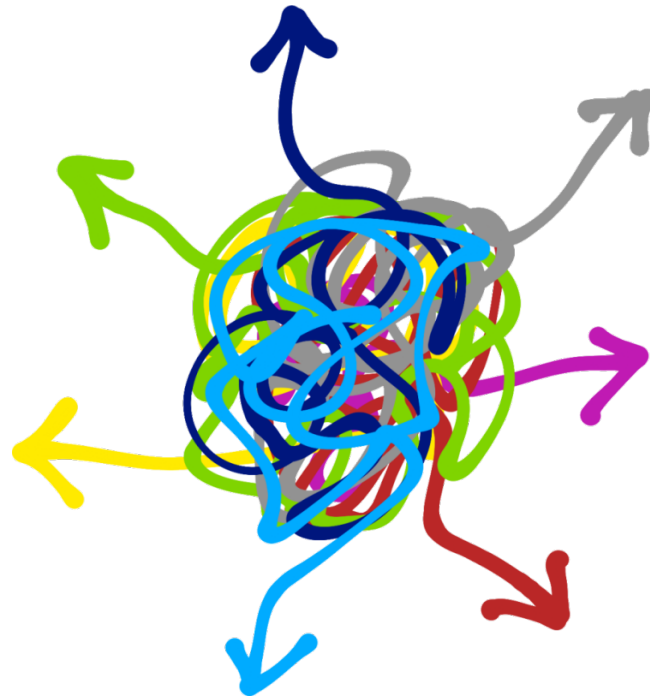
Nome Calcestruzzo...

Materiale Calcestruzzo...

Sezione

Piano L02b - Impos...

Le problematiche del BIM Strutturale

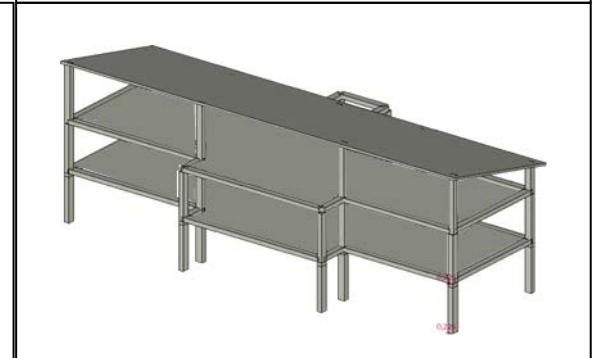
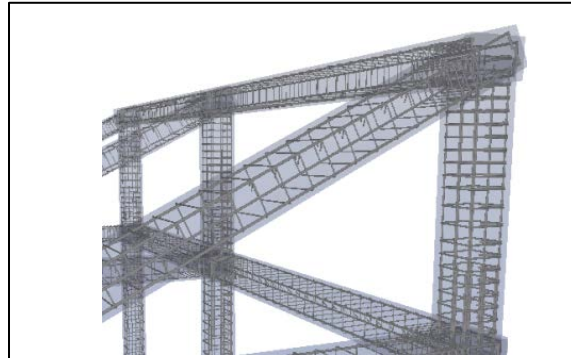


Modello architettonico e modelli strutturali

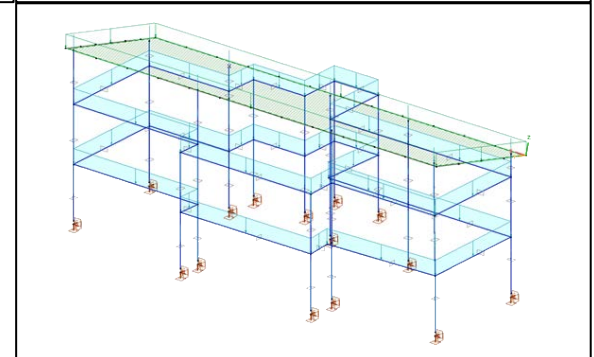
1° : modello architettonico



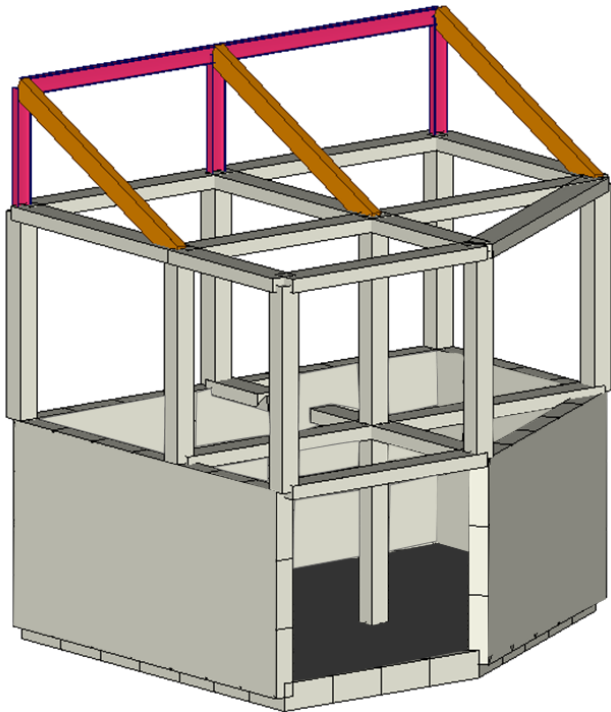
2° : modello
geometrico
strutturale



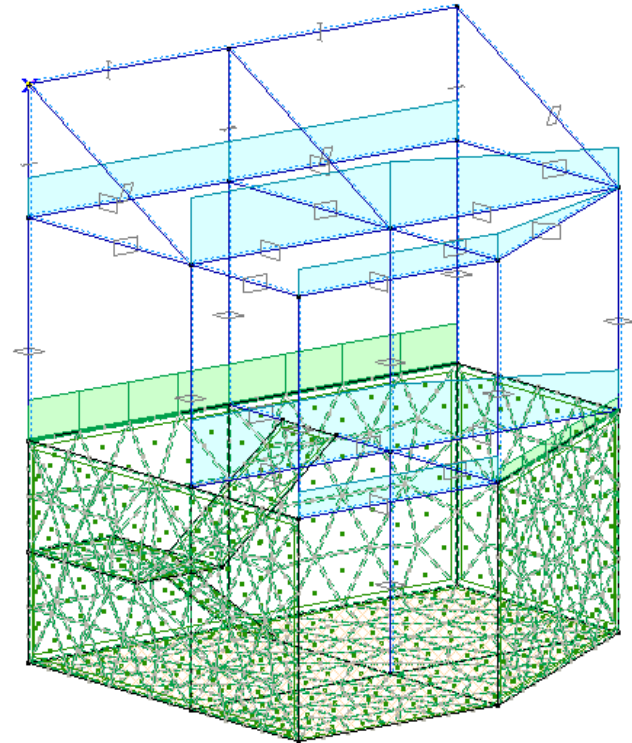
3° : modello analitico- FEM



Caratteristiche del calcolo FEM:



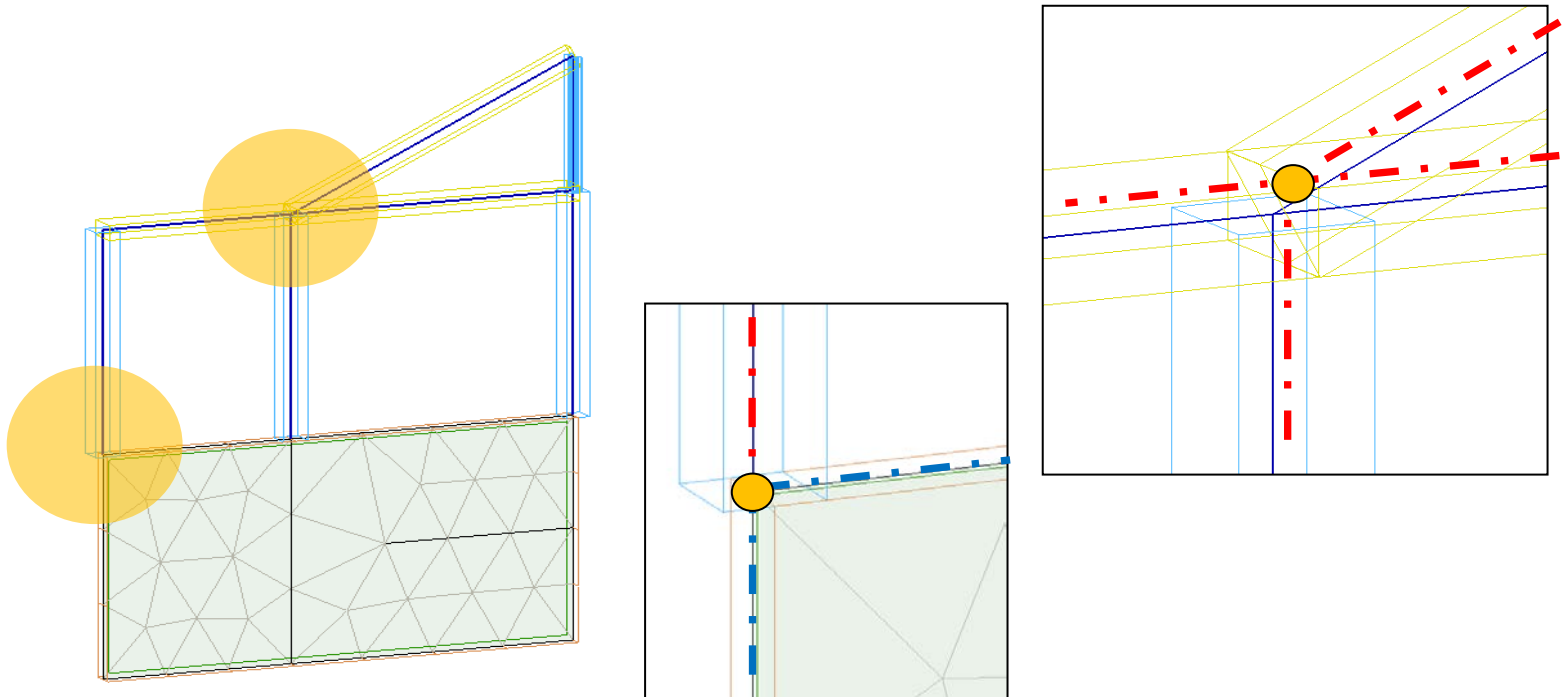
modello geometrico
rappresentazione di
geometrie + attributi



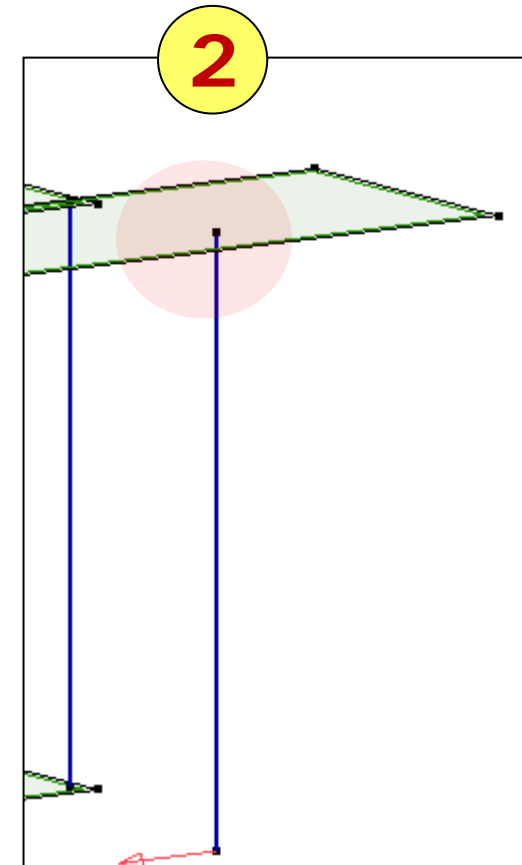
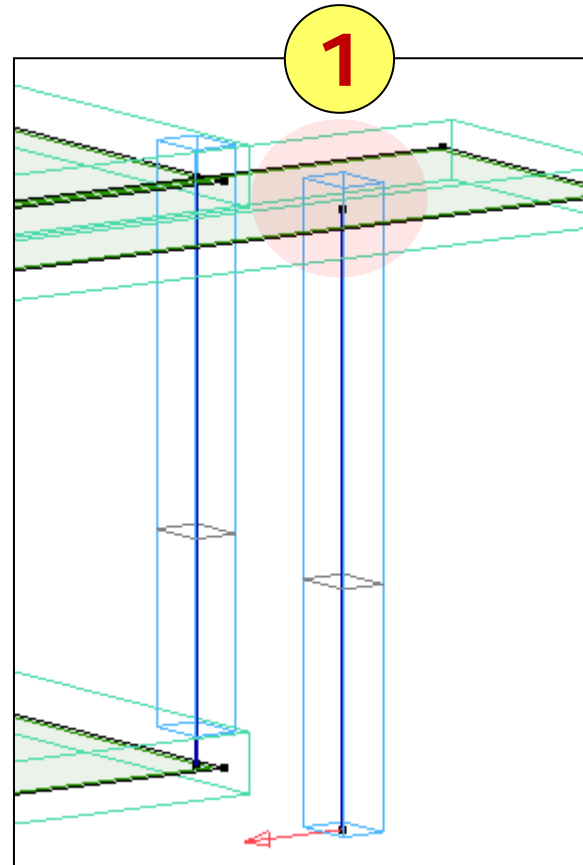
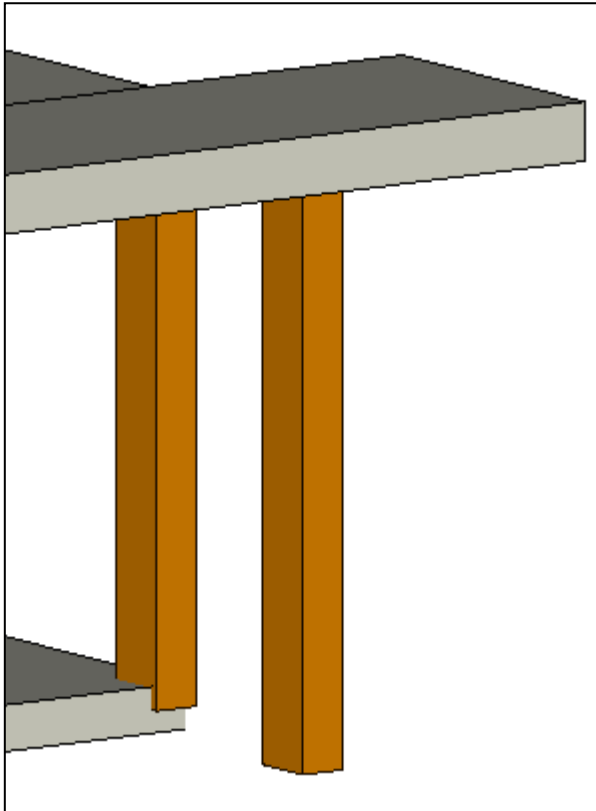
modello analitico - FEM
rappresentazione di un
comportamento

Caratteristiche del calcolo FEM

1. Gli elementi strutturali sono introdotti con segmenti che indicano assi e piani medi degli elementi
2. Il calcolo FEM richiede NODI COMUNI agli elementi, attraverso i quali si realizza la continuità strutturale

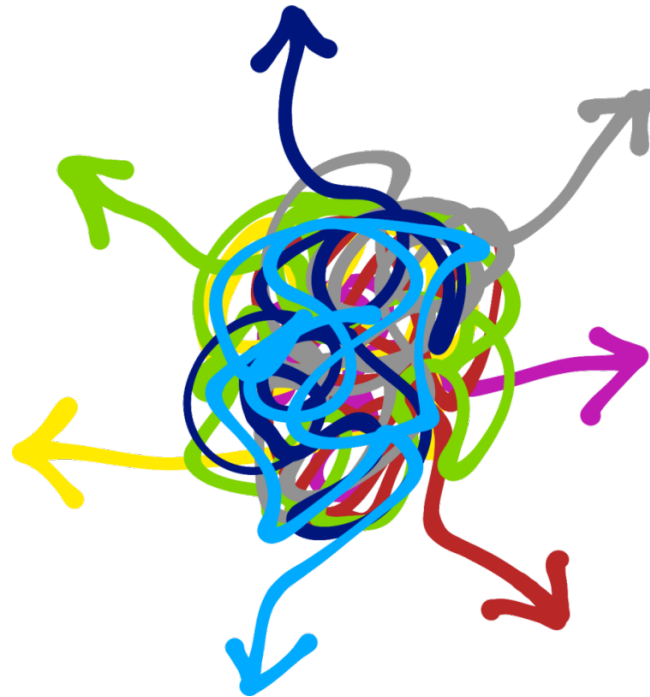


Nel passaggio IFC architettonico → modello FEM occorre
adattare geometrie alla logica FEM (offset)



Il pilastro è posizionato sotto al solaio, quindi il nodo (1) deve spostarsi per posizionarsi sul piano medio del solaio (2)

I workflow per il BIM Strutturale



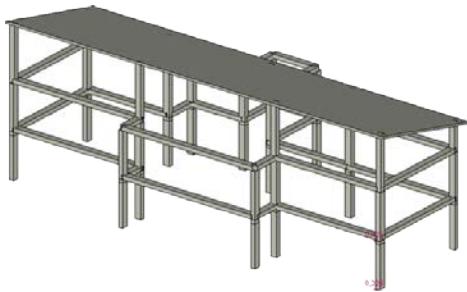
Modello architettonico e modelli strutturali

Ipotesi di processo A)



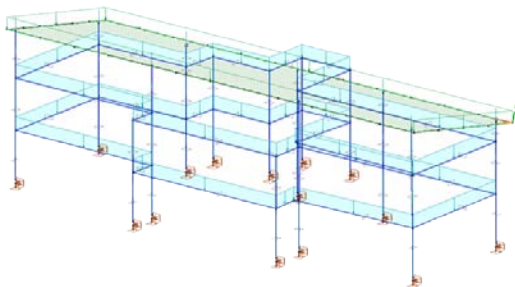
1

Modello architettonico



2

Modello strutturale geometrico

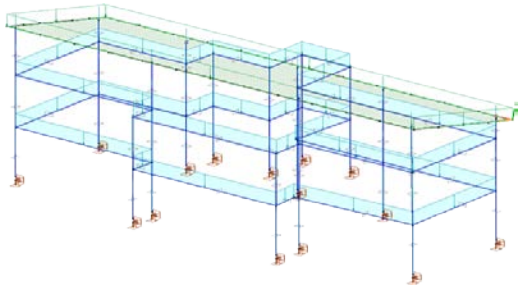


3

Modello strutturale analitico

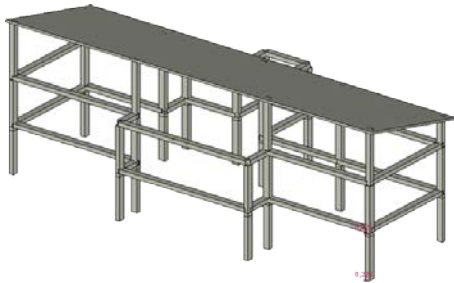
Modello architettonico e modelli strutturali

Ipotesi di processo A)



1

Modello strutturale analitico



2

Modello strutturale geometrico



3

Modello architettonico



Solutore FEM BIM oriented
(oggetti e funzionalità
tipiche di BIM authoring)

Axis VM

VM = Virtual Modeling

Solutore di calcolo FEM 2d e 3d

- Analisi statica lineare e non lineare
- Analisi dinamica lineare
- Pushover

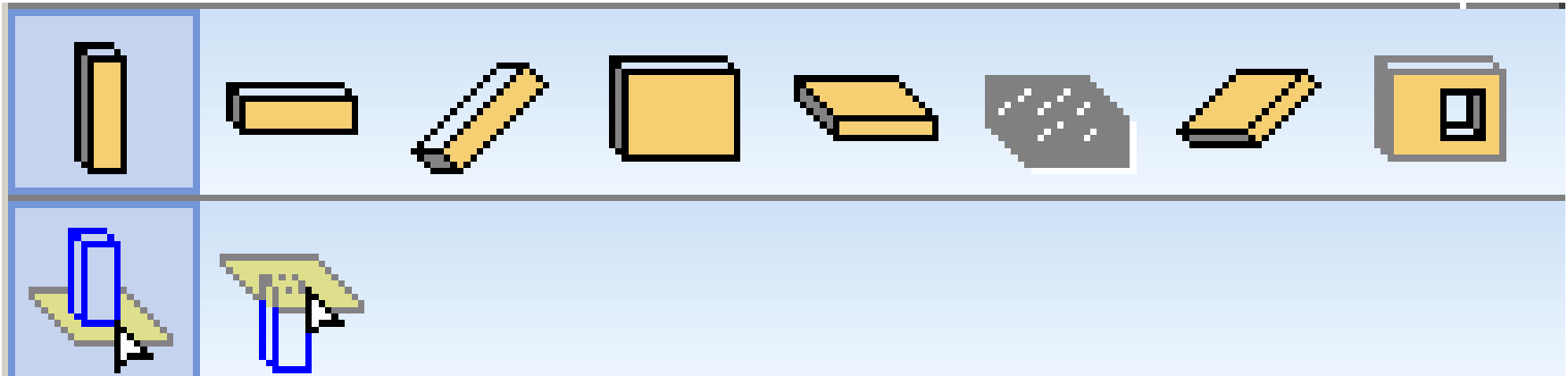
Perché Axix VM è BIM oriented?

- Virtualizzazione 3d della struttura
- Uso di librerie di oggetti
- Controllo interattivo del modello
- Creazione di archivi (data base) consultabili
- Interfaccia API per gestione avanzata
- Interoperabilità (IFC o collegamento diretto)

Axis VM

 Il software FEM per il BIM strutturale

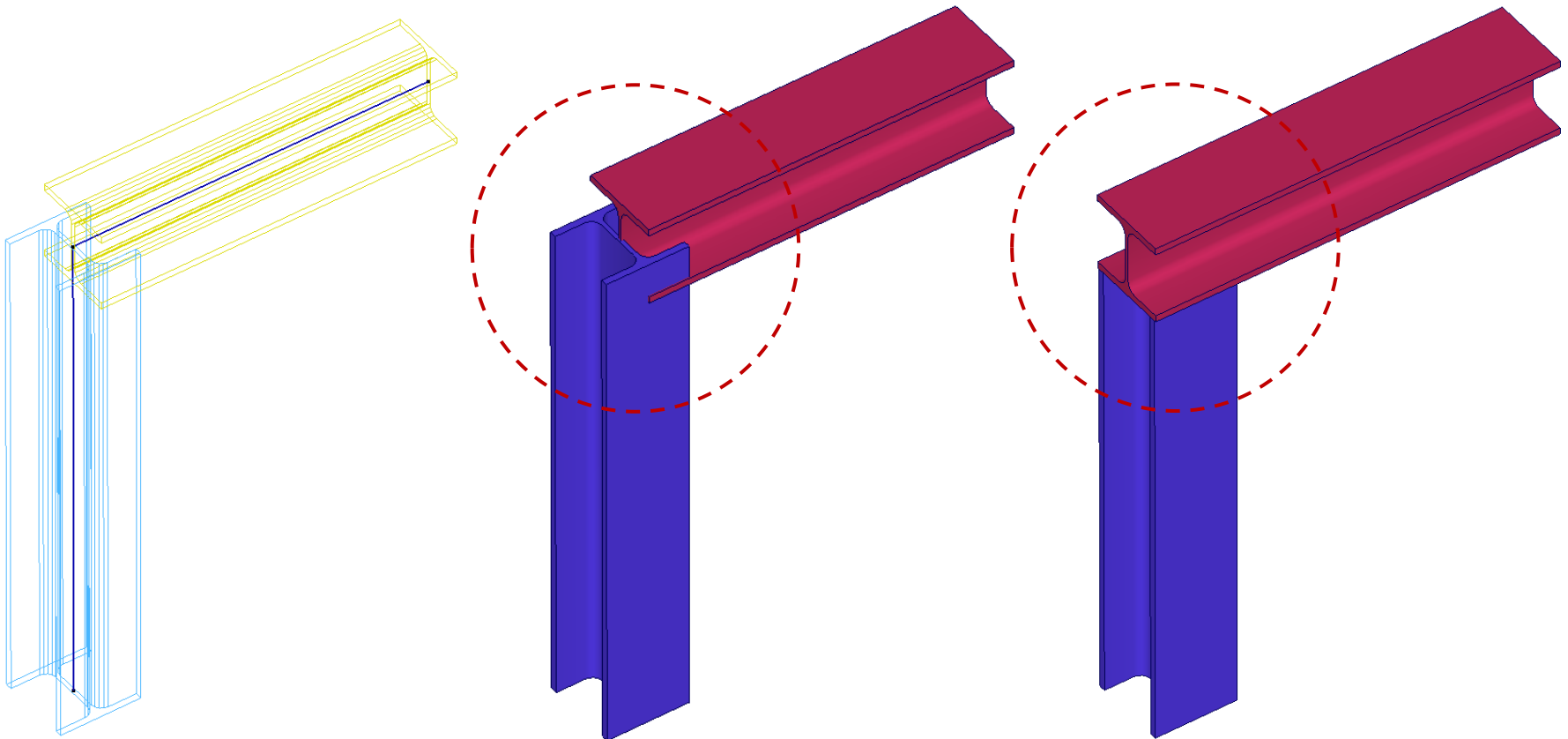
Input ad oggetti parametrici (travi, pilastri, solai, muri, ...)



Axis VM

Il software FEM per il BIM strutturale

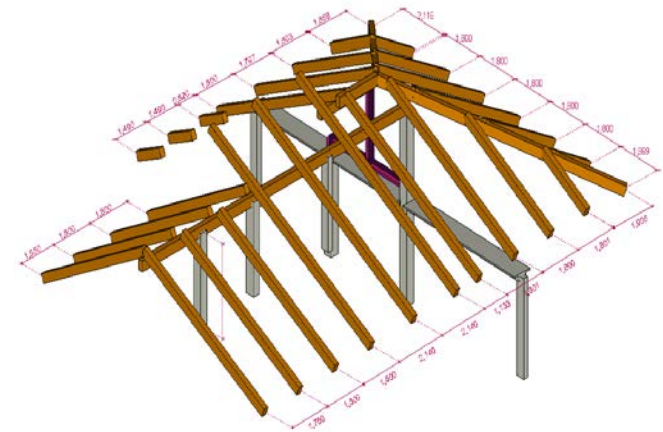
Rappresentazioni realistiche delle strutture



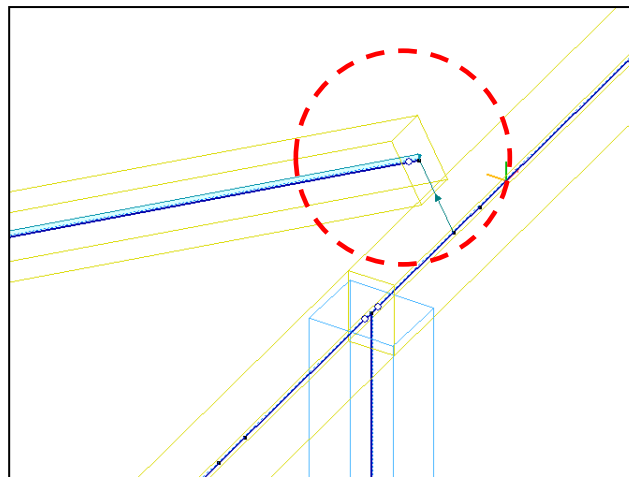
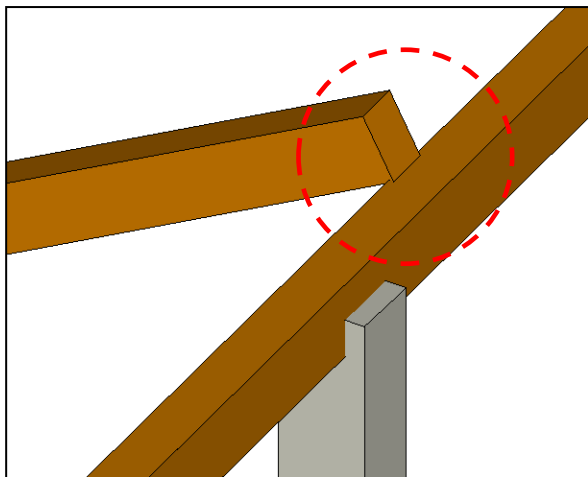
Axis VM II software FEM per il BIM strutturale

4. Integrazione modello di calcolo e geometrico

E' necessario mantenere la coerenza tra modello geometrico e modello di calcolo - FEM



TIPOLOGIE DI COLLEGAMENTI



Il collegamento tra gli elementi trasmette solo alcune sollecitazioni

Interoperabilità

Dal modello architettonico al modello strutturale

Collegamento diretto
con plug-in

REVIT®

TEKLA®



Axis VM

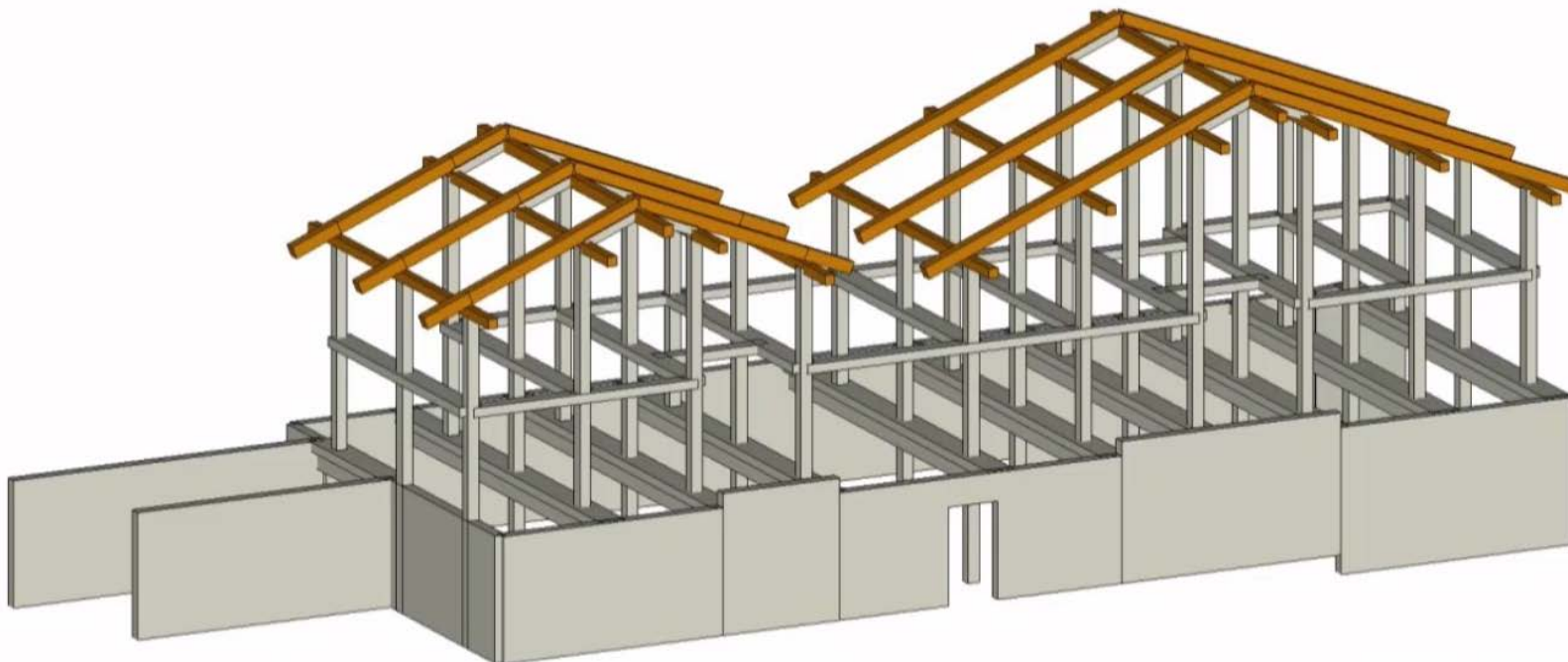


IFC con
riconoscimento
evoluto

I F C

Axis VM II software FEM per il BIM strutturale

Gestione grafica modello 3d e tavole 2d

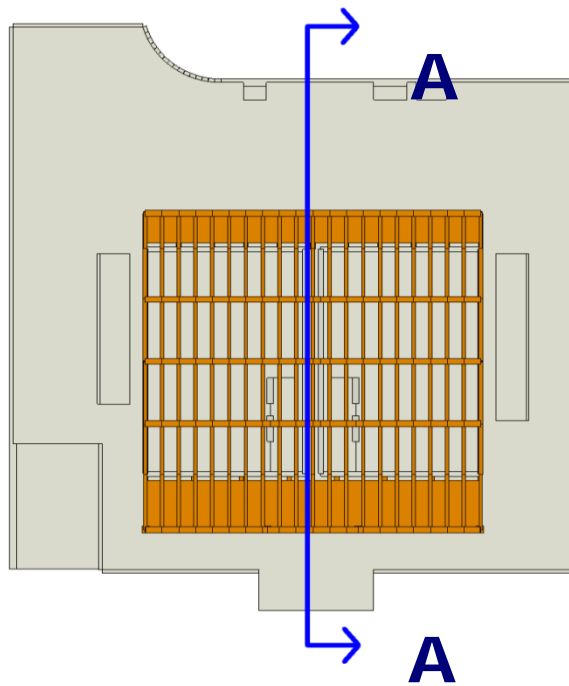


Axis VM II software FEM per il BIM strutturale

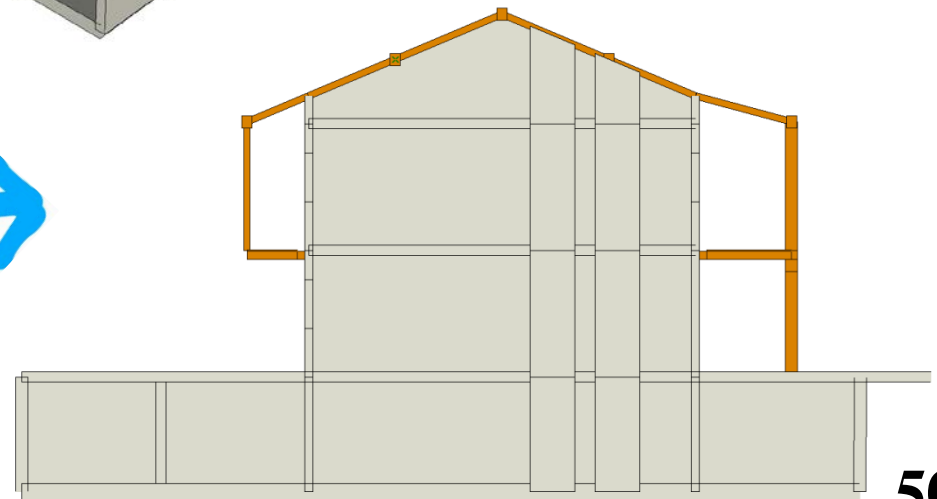
Gestione grafica modello 3d e tavole 2d



Creazione
automatica della
sezione verticale

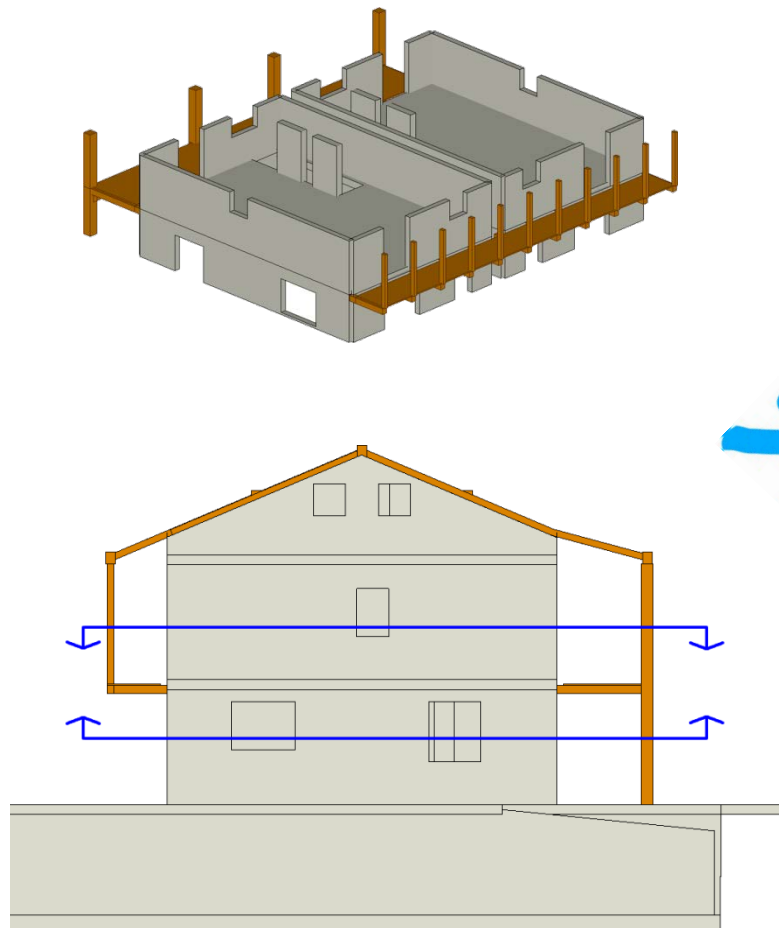


Sez. A-A

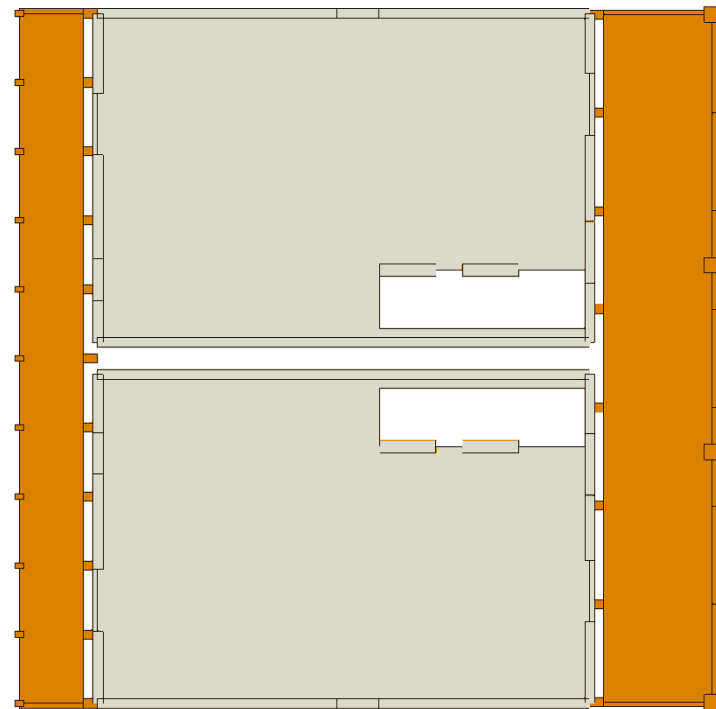


Axis VM II software FEM per il BIM strutturale

Gestione grafica modello 3d e tavole 2d



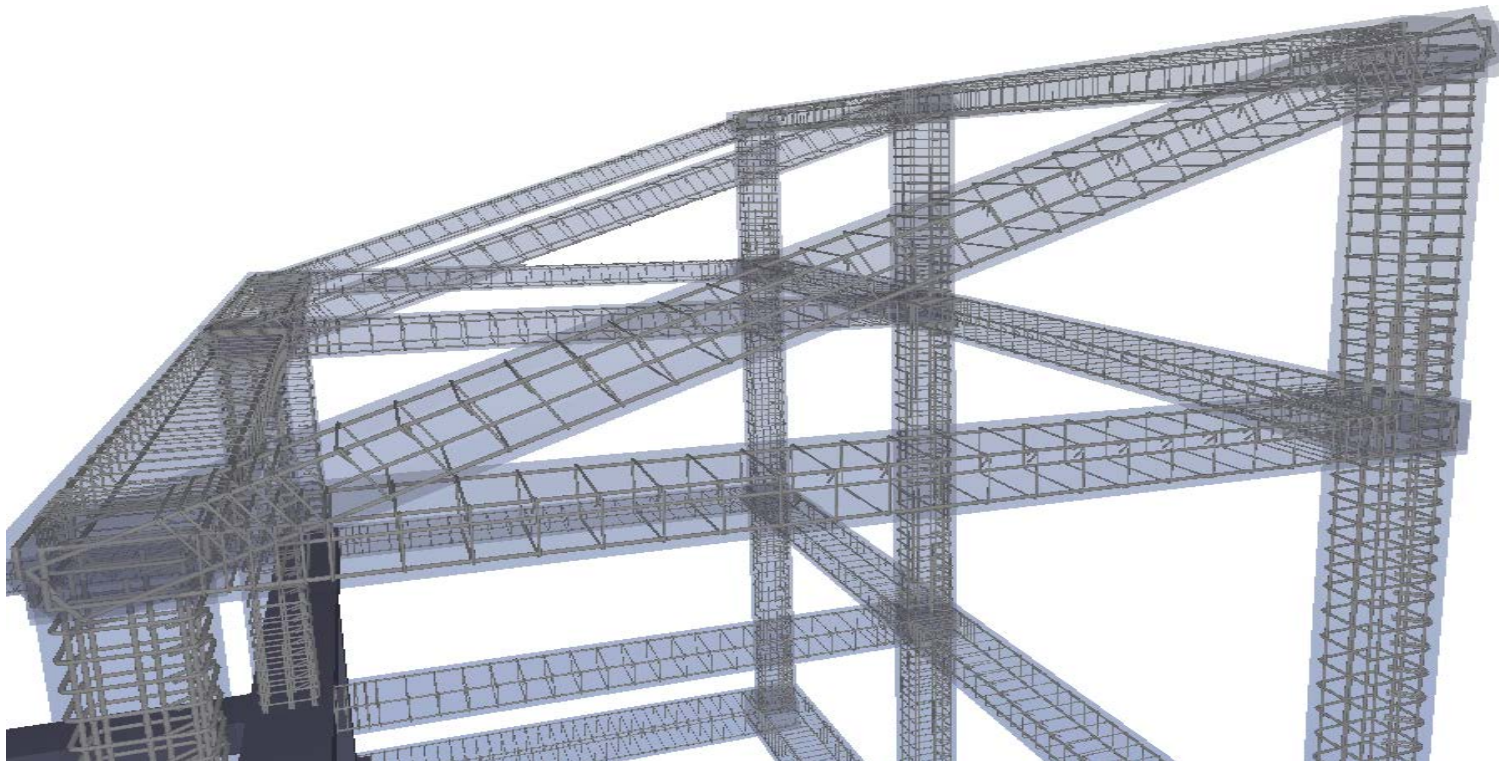
Creazione automatica
della pianta



Axis VM Moduli per verifiche secondo NTC

Calcolo e disegno 3d armature

Verifica di travi, pilastri, setti, plinti e travi di fondazione e disegno delle armature

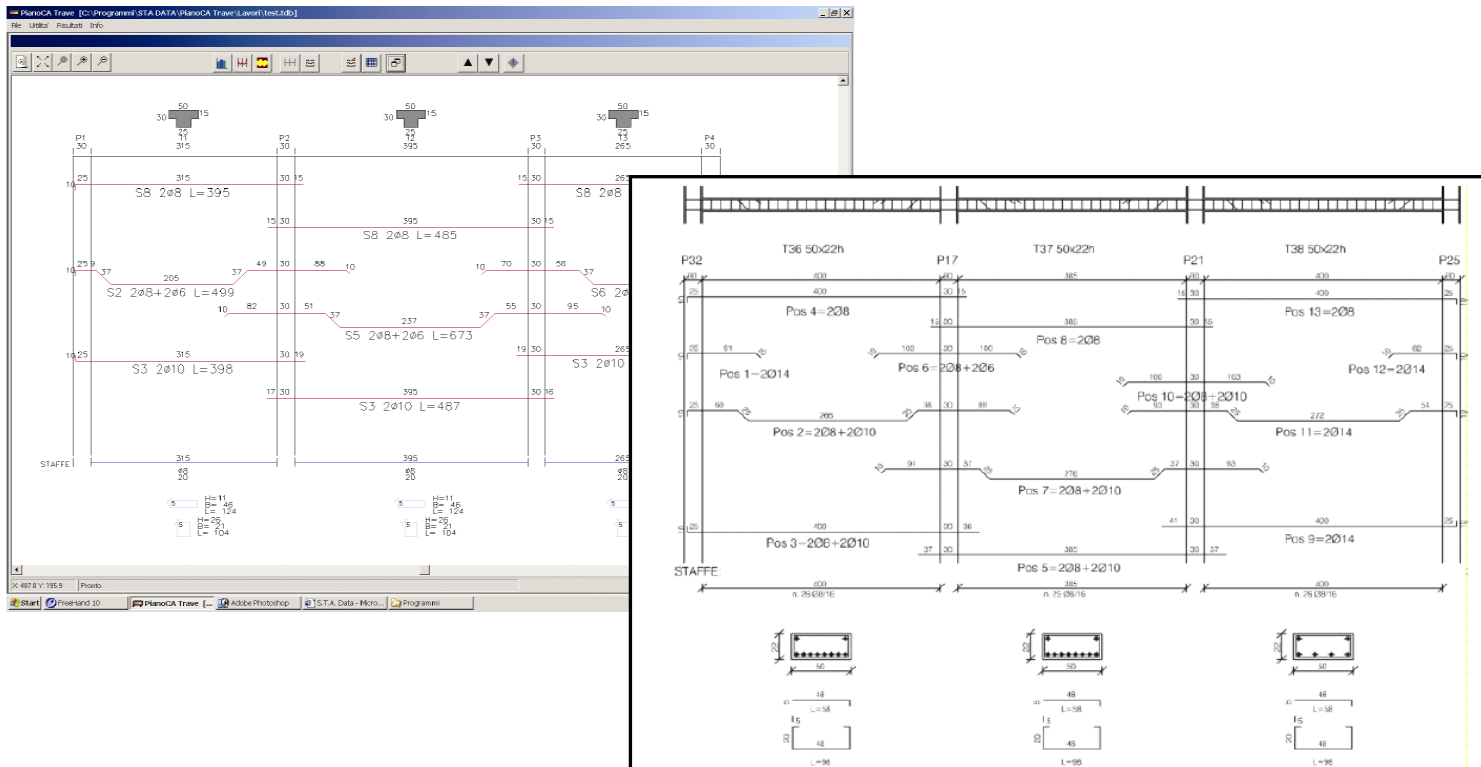




Il software FEM per il BIM strutturale

Calcolo e disegno 3d armature

Verifica di travi, pilastri, setti, plinti e travi di fondazione e disegno delle armature





Computo automatico dei materiali

13 Esplora Tabella

Archivio Modifica Formato Relazione Aiuto

DATI MODELLO

- Materiali (1)
- Profilati (3)
- Pannello in legno XLAM
- Riferimenti (2)
- Nodi (30)
- Elementi**
 - Travi (15)
 - Nervature (11)
- Carichi**
 - Casi di carico (1)
 - Combinazioni critiche dei gruppi di carico (1)

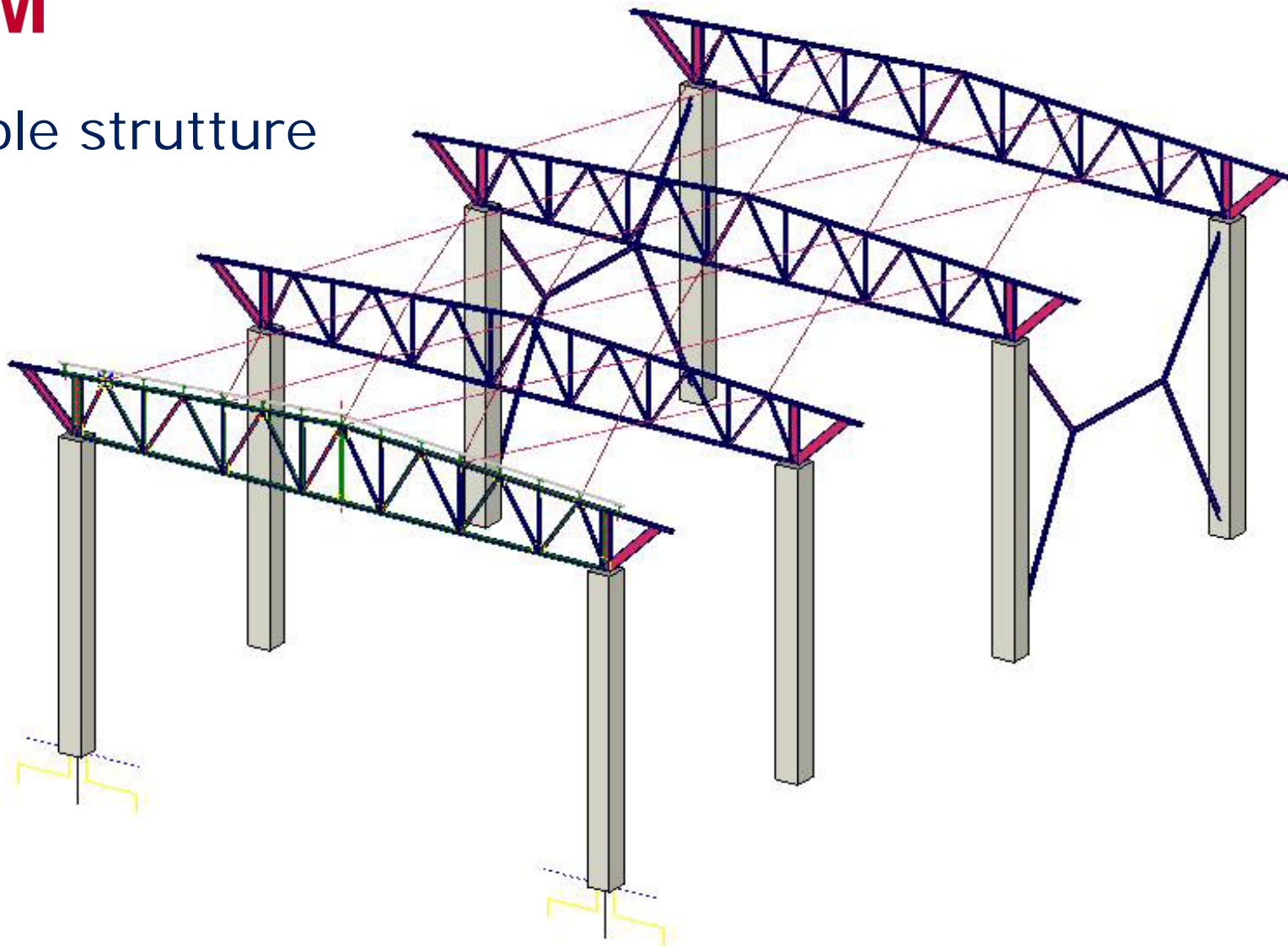
Peso per sezione

	Sezione	Nome materiale	ΣL [m]	ΣV [m ³]	M [kg/m]	ΣG [kg]	ΣA_o [m ²]	ΣA_i [m ²]
1	40x20	C25/30	124,754	9,980	200,000	24950,702	149,704	0
2	30x30	C25/30	6,000	0,540	225,000	1350,000	7,200	0
3	20x40	C25/30	3,000	0,240	200,000	600,000	3,600	0
	Totale			10,760		26900,702	160,504	0

OK Annulla

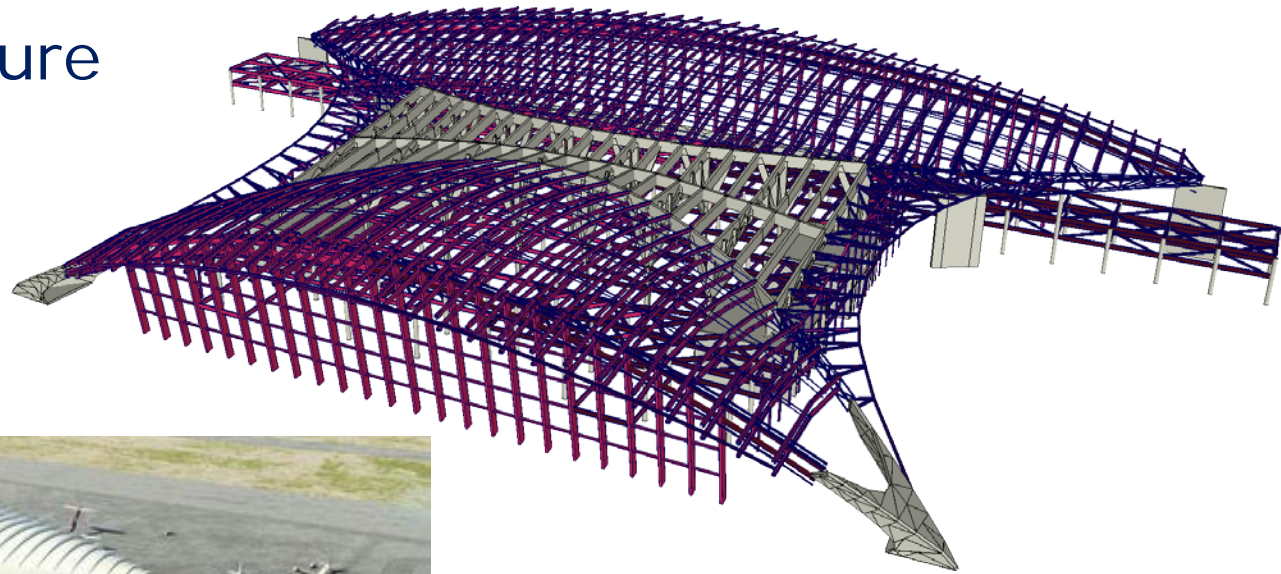
Axis VM

Per piccole strutture



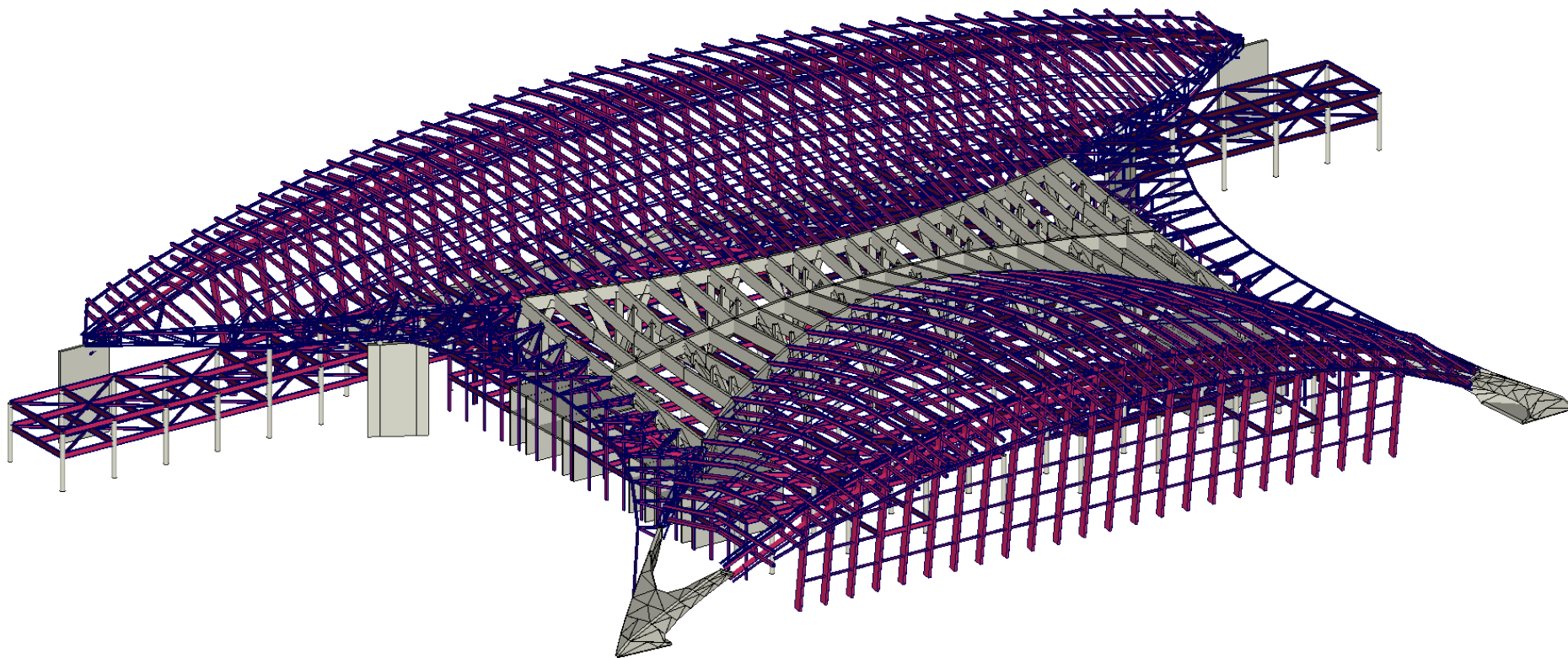
Axis VM

Per grandi strutture



Main Terminal dell'aeroporto di Jazan in Arabia Saudita, Arch. Ahmed Zaidan - Ing. Dimastrogiovanni in collaborazione con One Works

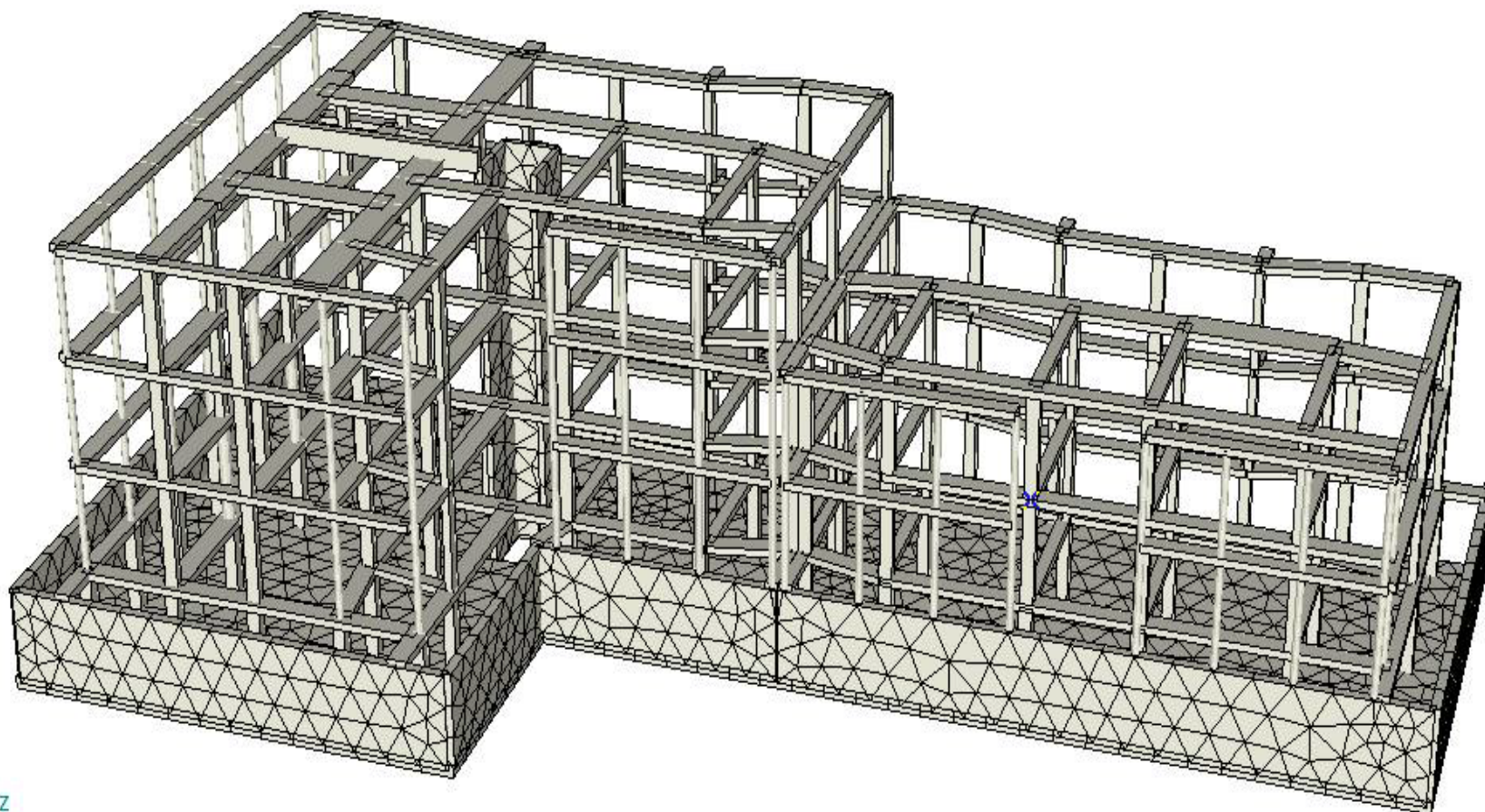
Axis VM



Main Terminal dell'aeroporto di Jazan in Arabia Saudita, Arch. Ahmed Zaidan - Ing. Dimastrogiovanni in collaborazione con One Works

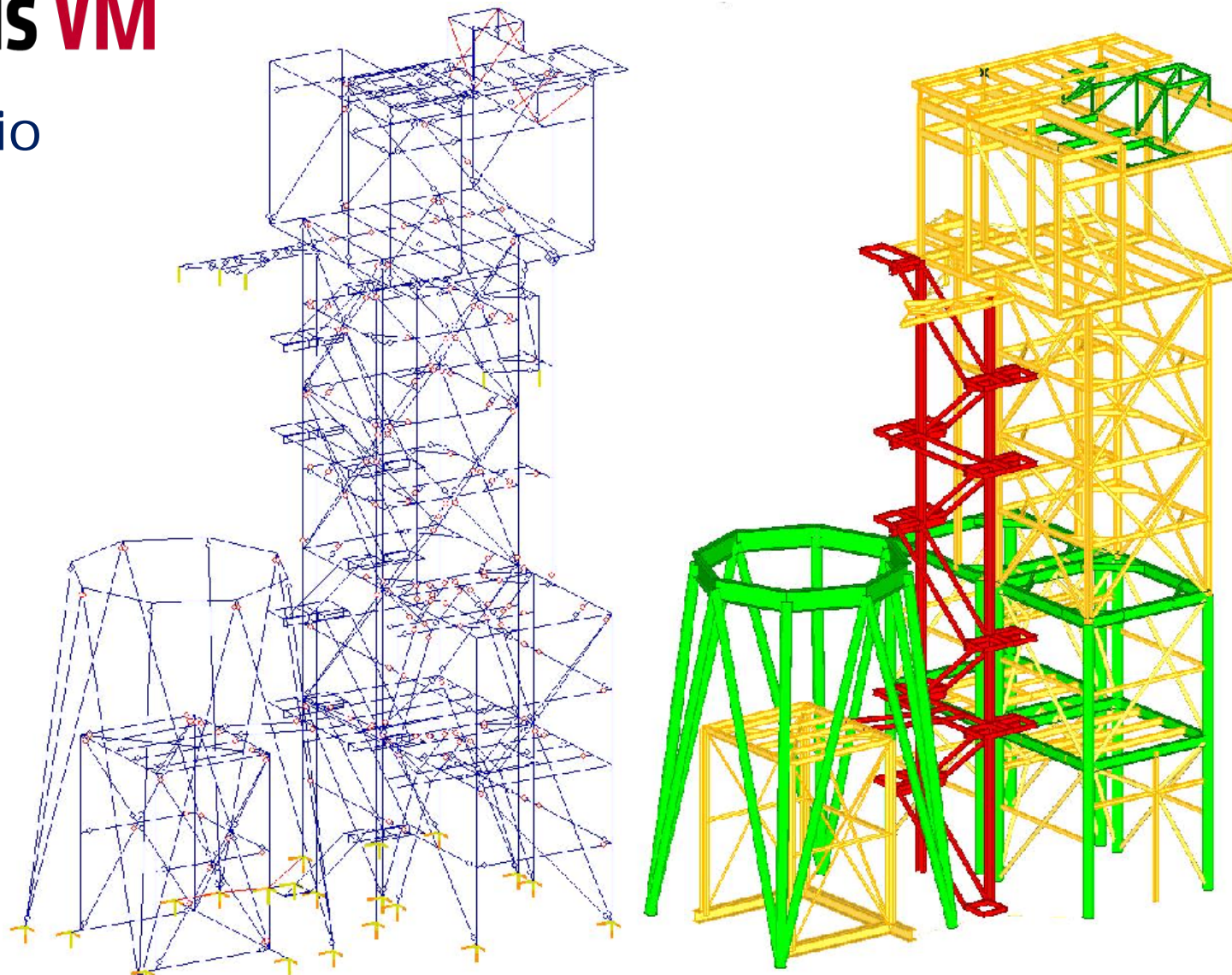
Axis VM

Calcestruzzo armato



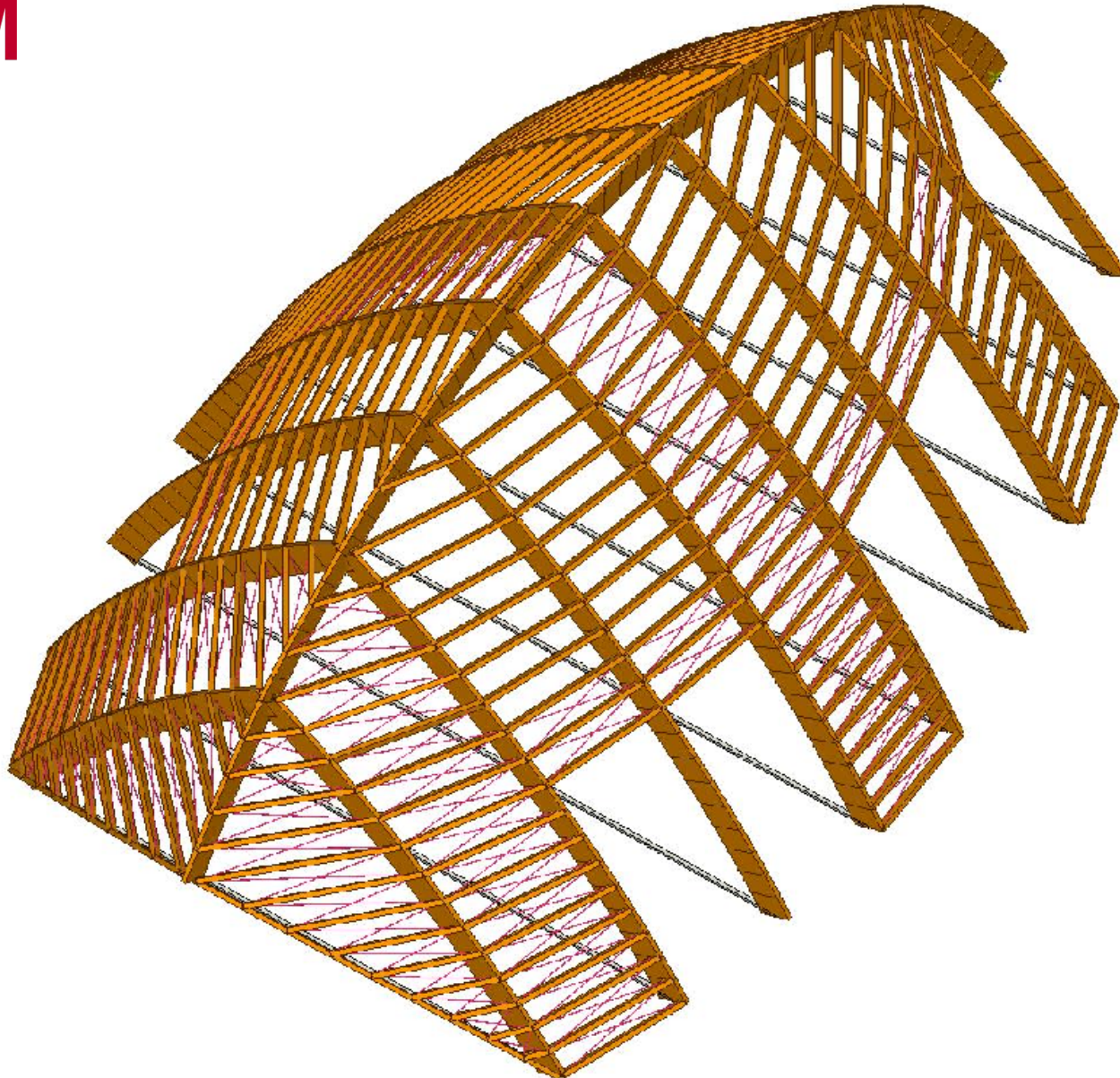
Axis VM

Acciaio



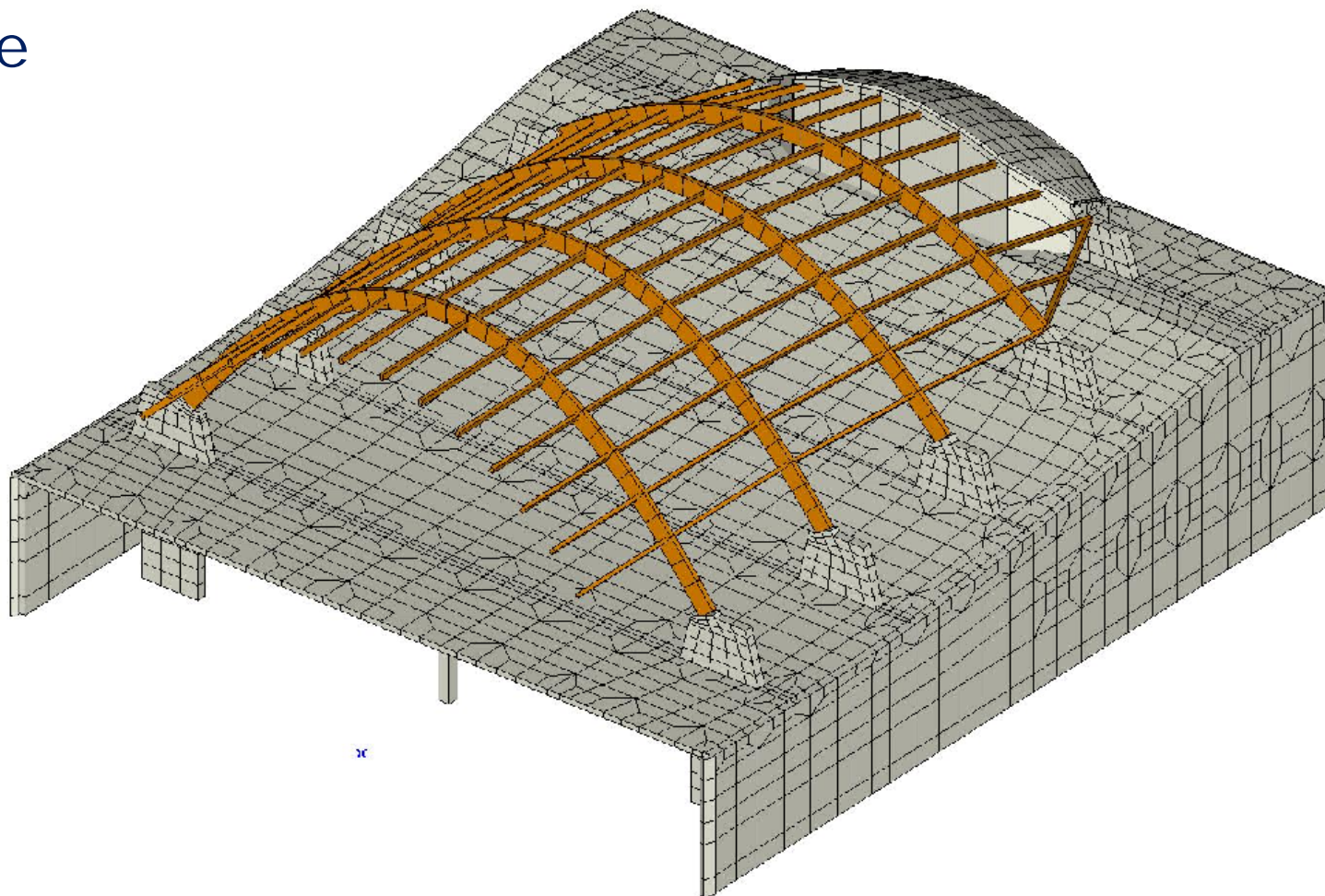
Axis VM

Legno



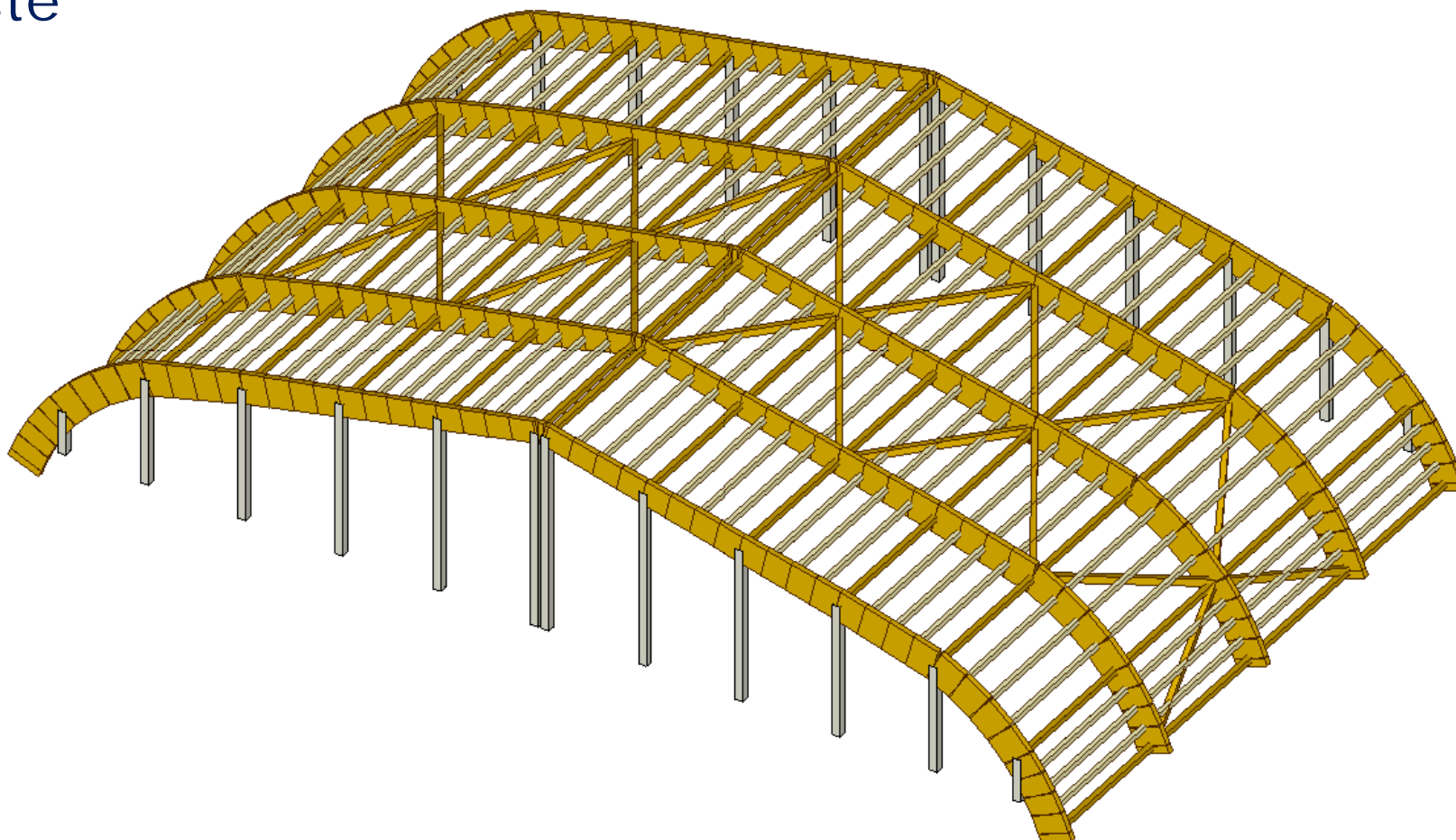
Axis VM

Miste



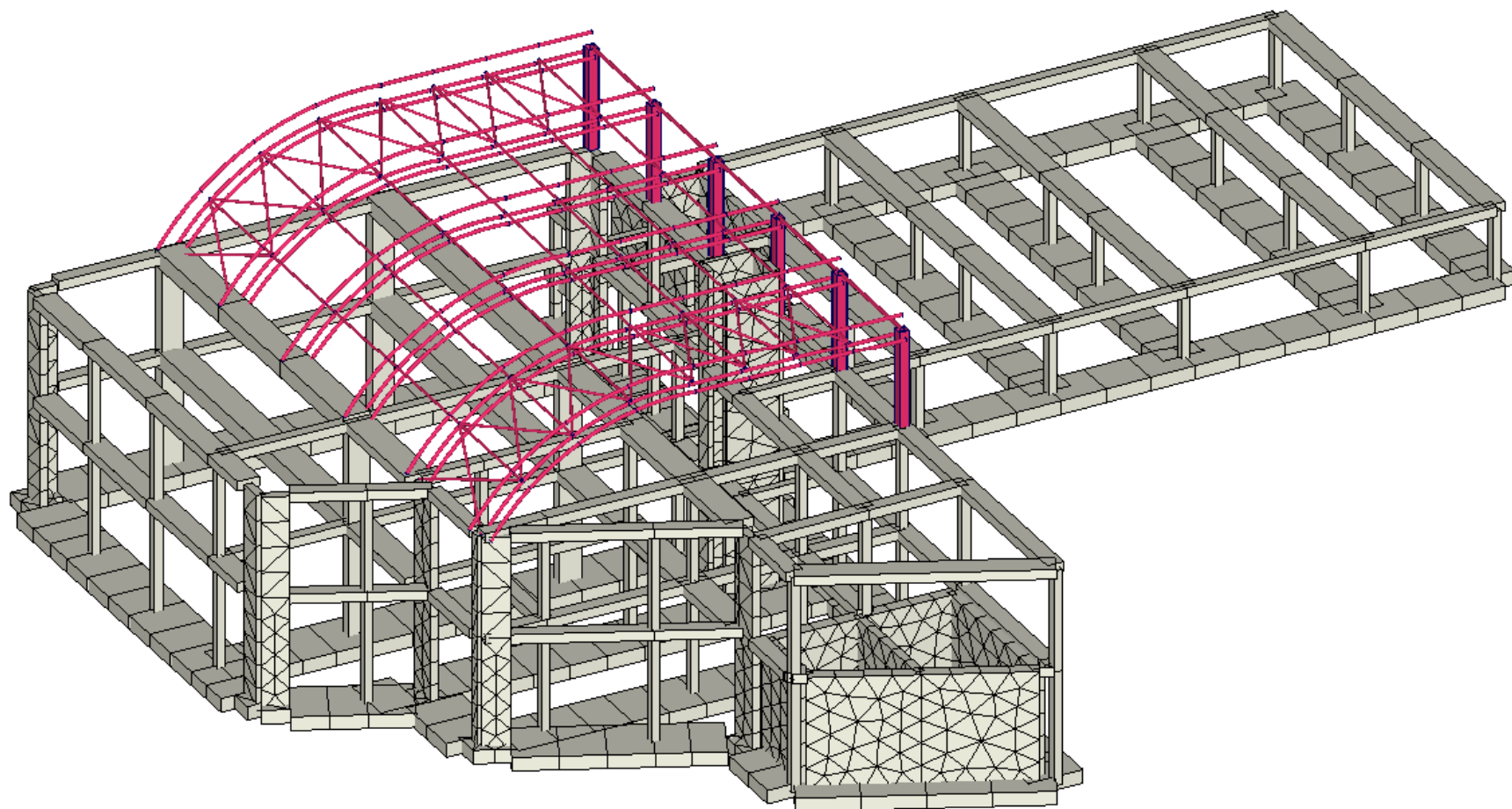
Axis VM

Miste

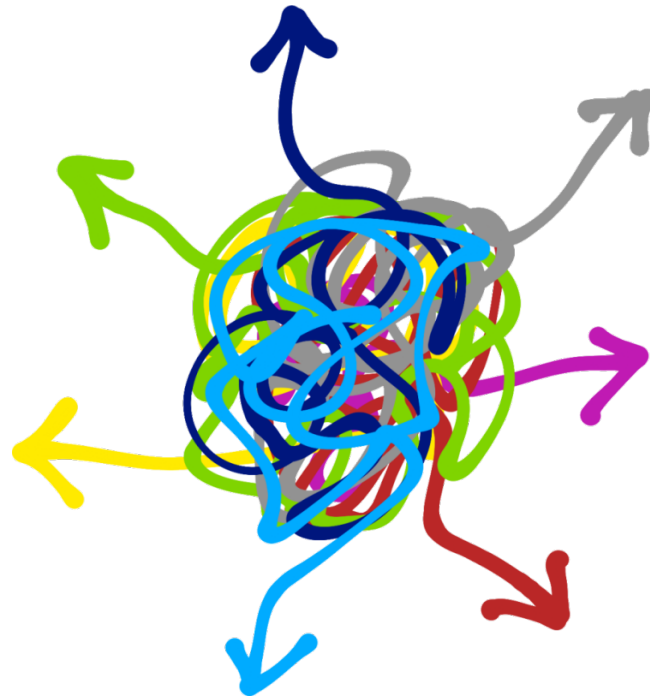


Axis VM

Miste

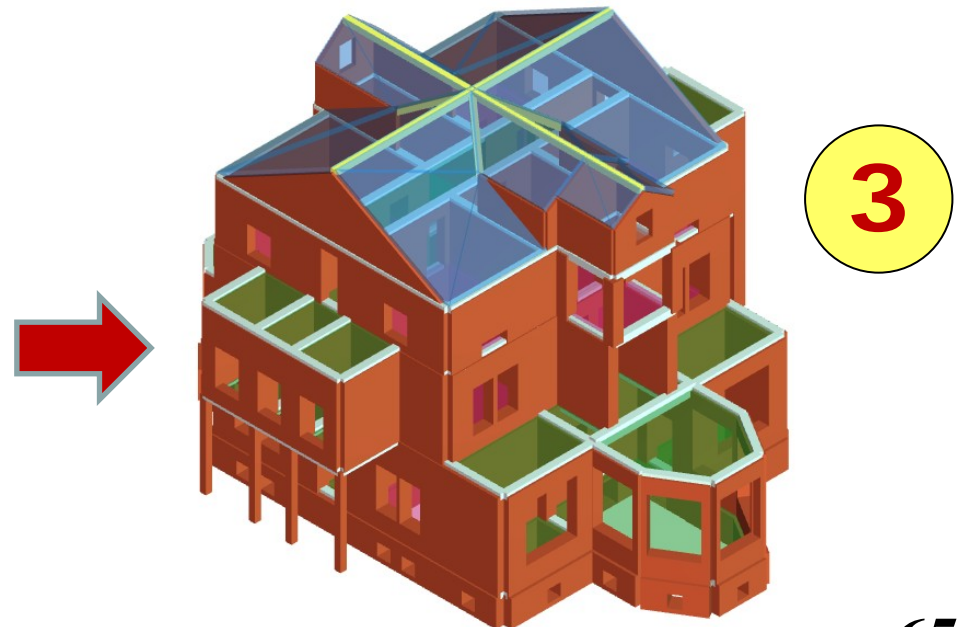
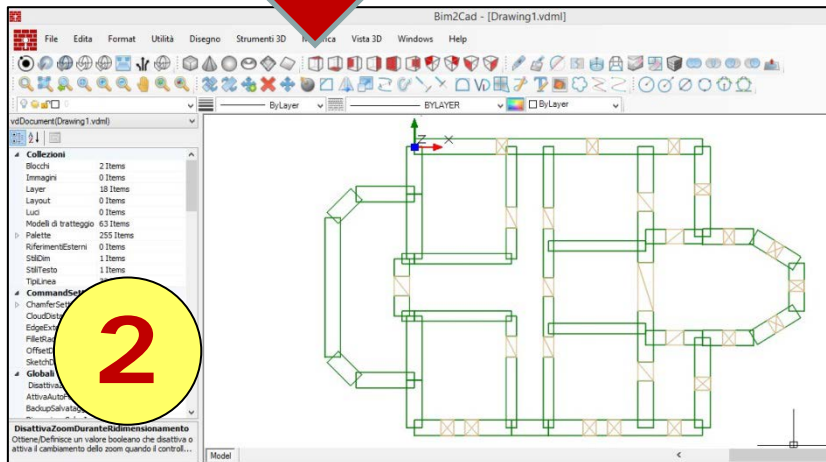
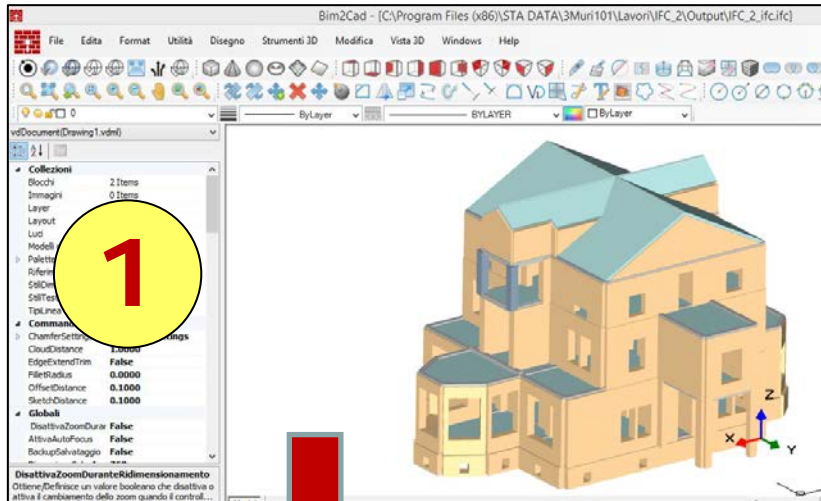


La descrizione di 3Muri



3muri BIM II software per le murature

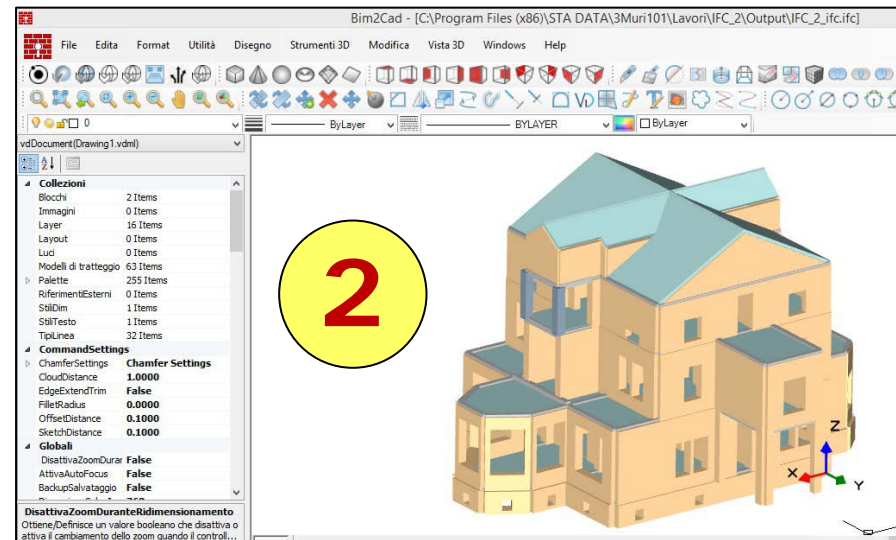
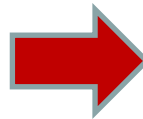
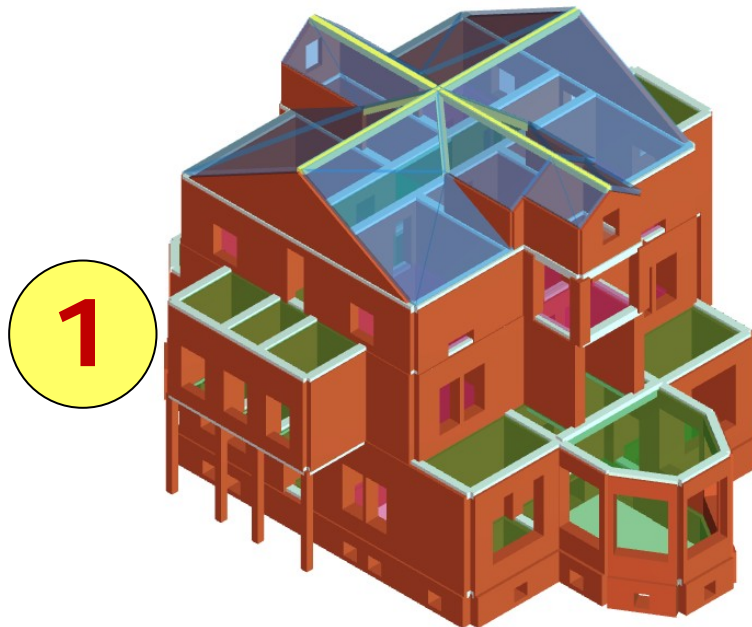
1. Modello BIM → IFC
2. Pianta ricavata da IFC
3. Geometrie e spessori in 3Muri



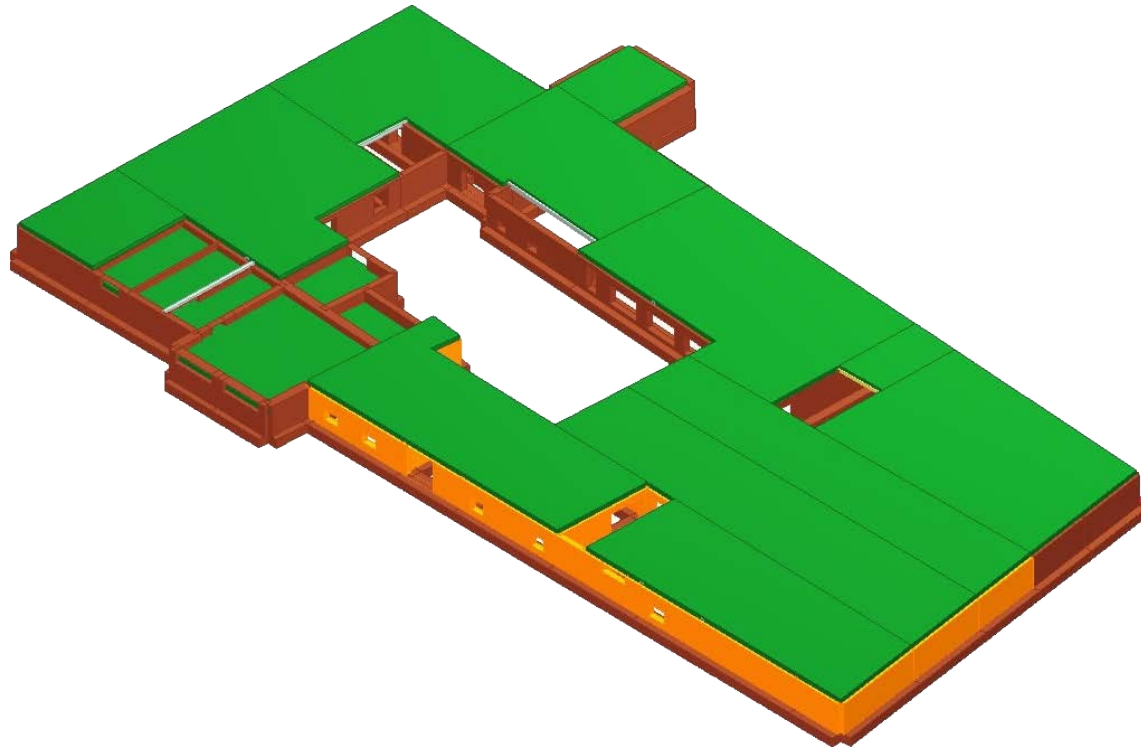
3muri BIM II software per le murature

Passaggio dal modello strutturale al modello architettonico – esportazione oggetti

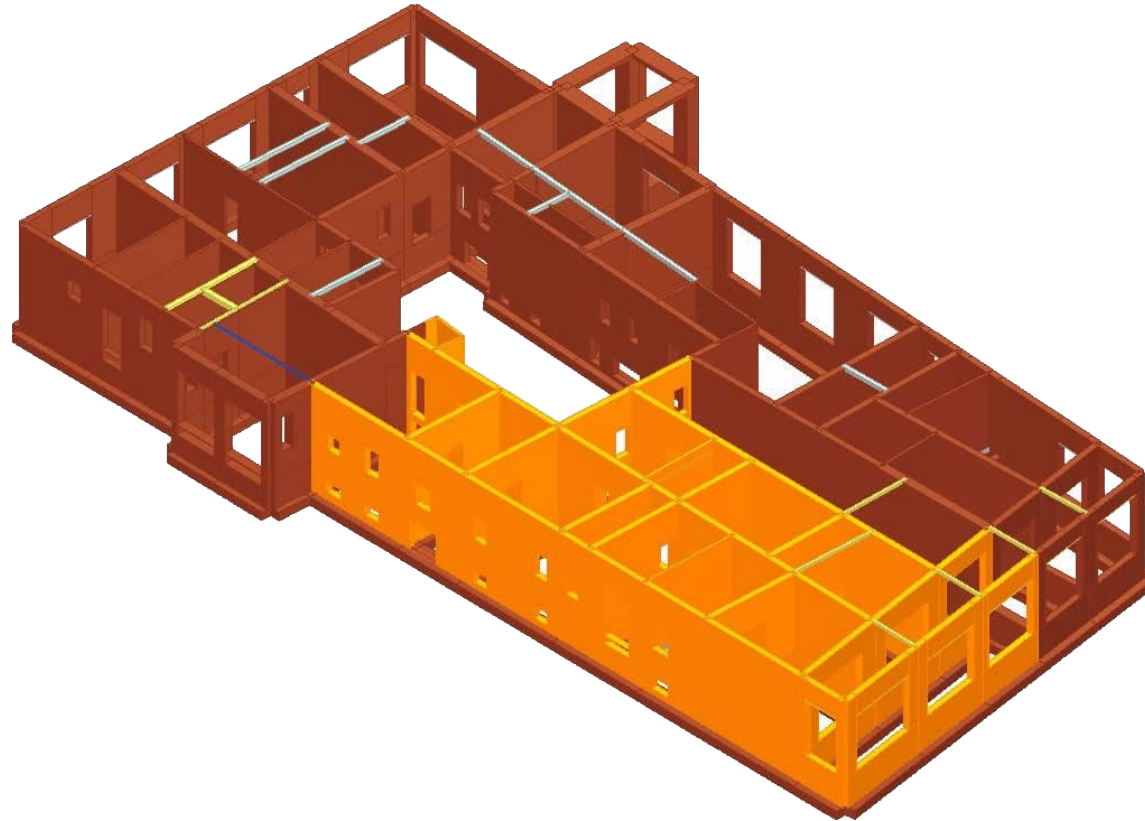
1. Modello 3Muri → IFC
2. Modello BIM



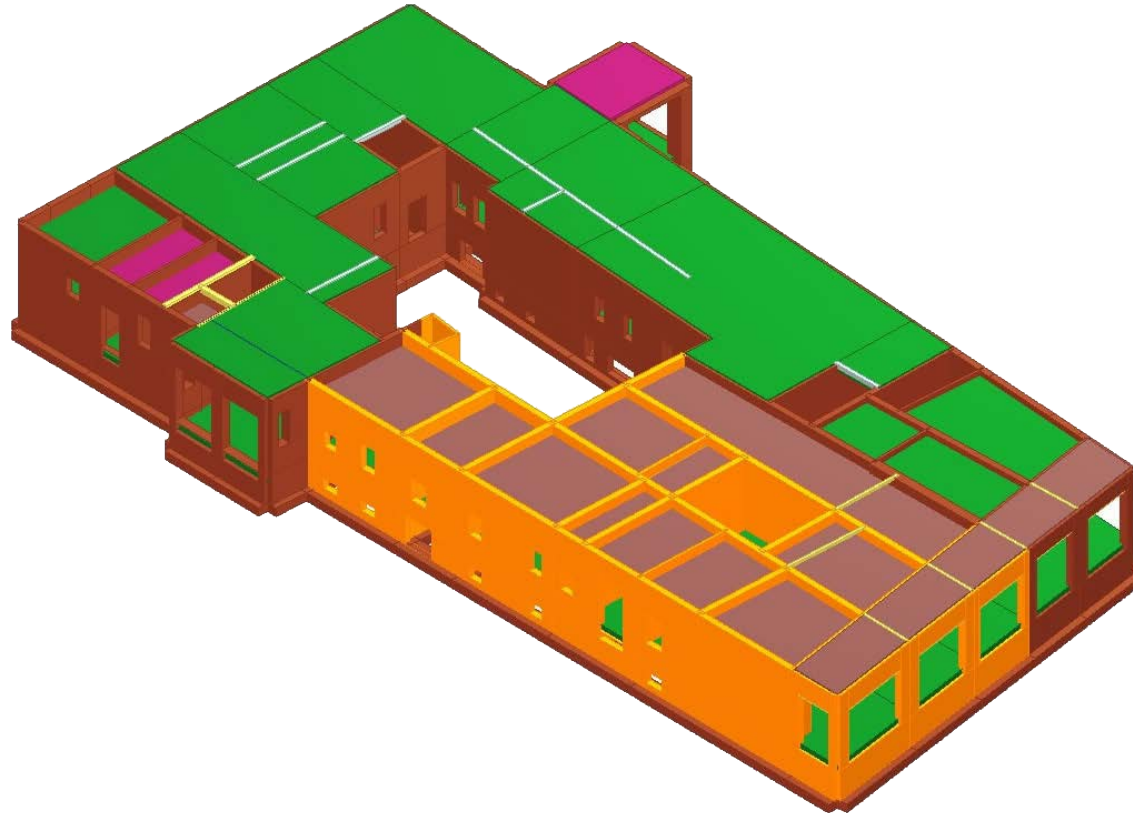
3muri



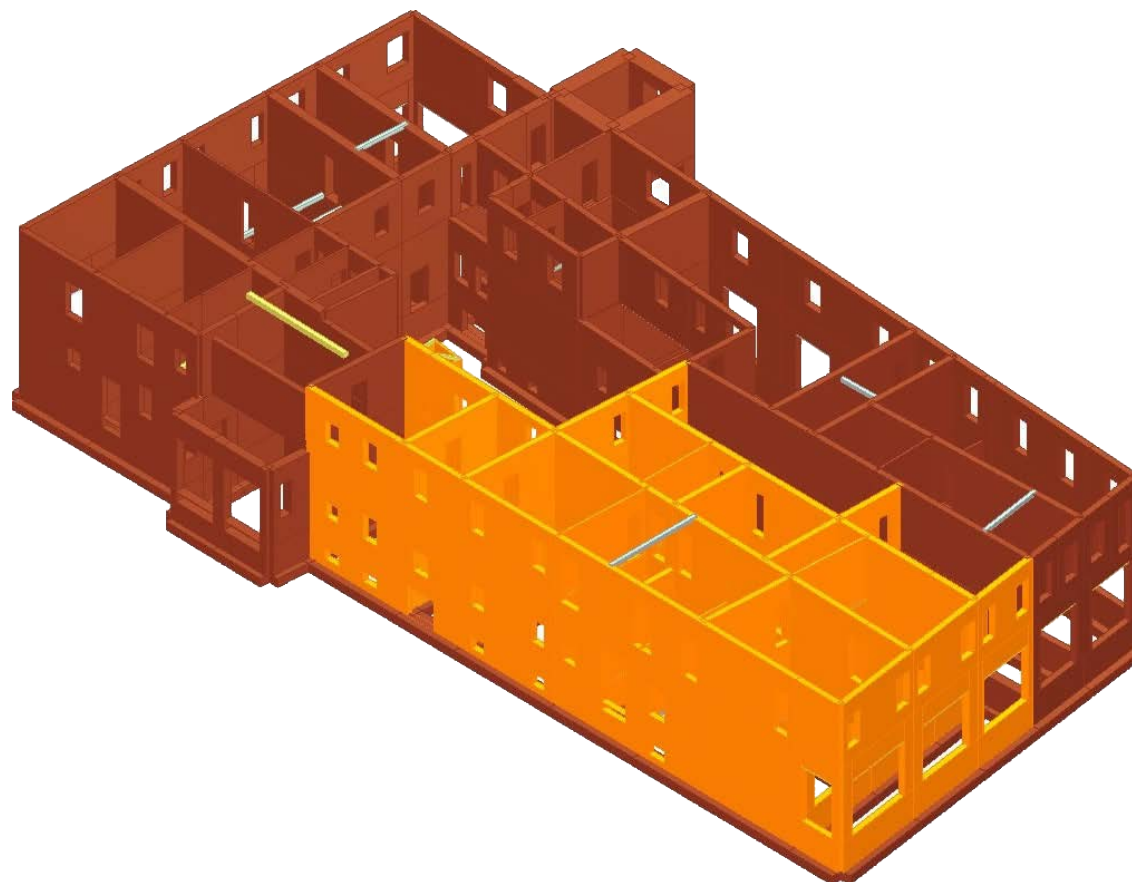
3muri



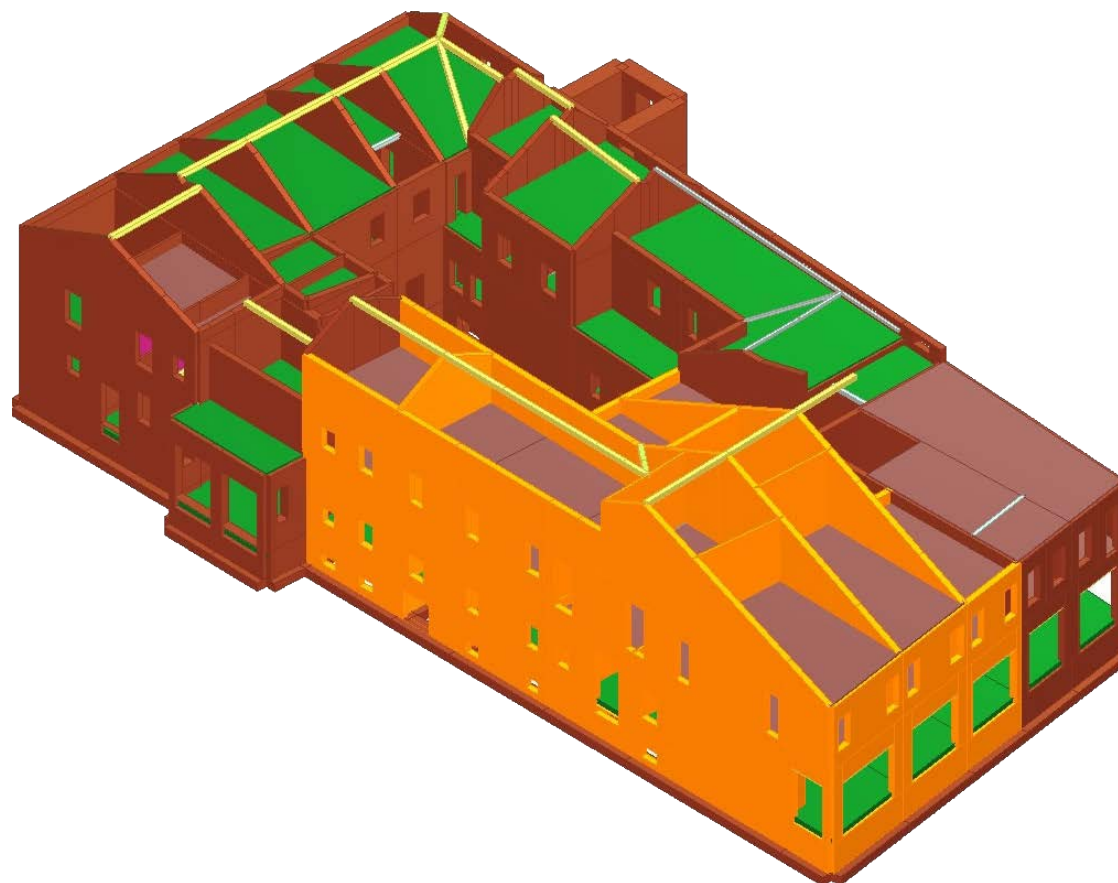
3muri



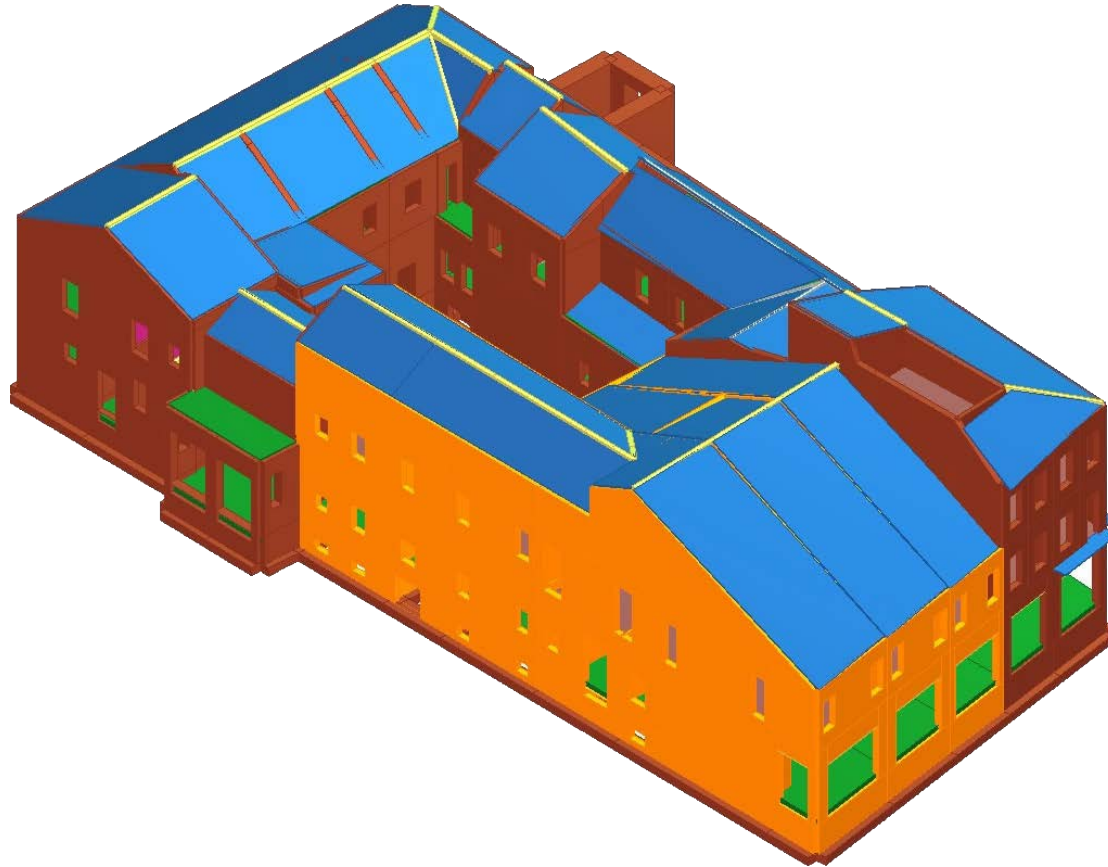
3muri



3muri



3muri



**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**

castagnone@stadata.com