

IDEA StatiCa

LA SOLUZIONE COMPLETA PER IL CALCOLO DEGLI ANCORAGGI



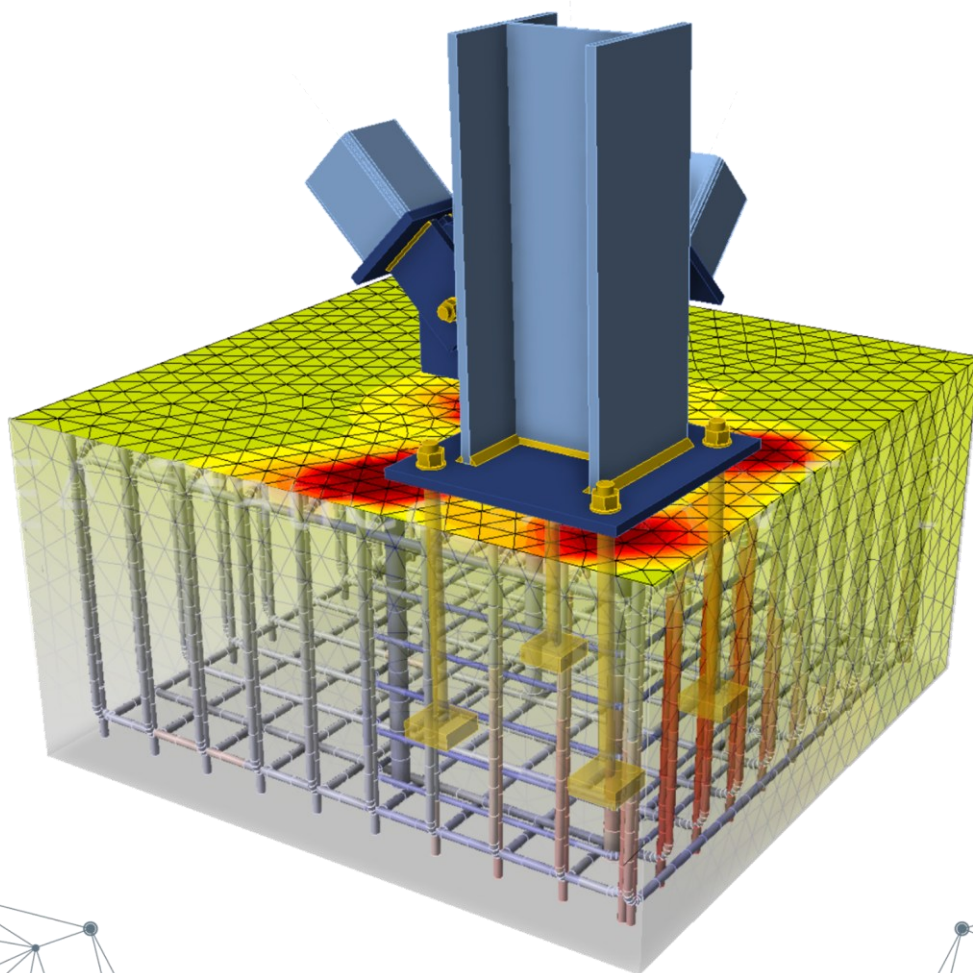
CONNECTION



DETAIL

MANUALE COMPLETO

- Tutte le funzionalità di Detail 3D
- Importazione dell'ancoraggio da Connection a Detail 3D
- Le 10 domande più importanti sull'ancoraggio in Detail 3D
- Webinar



Indice

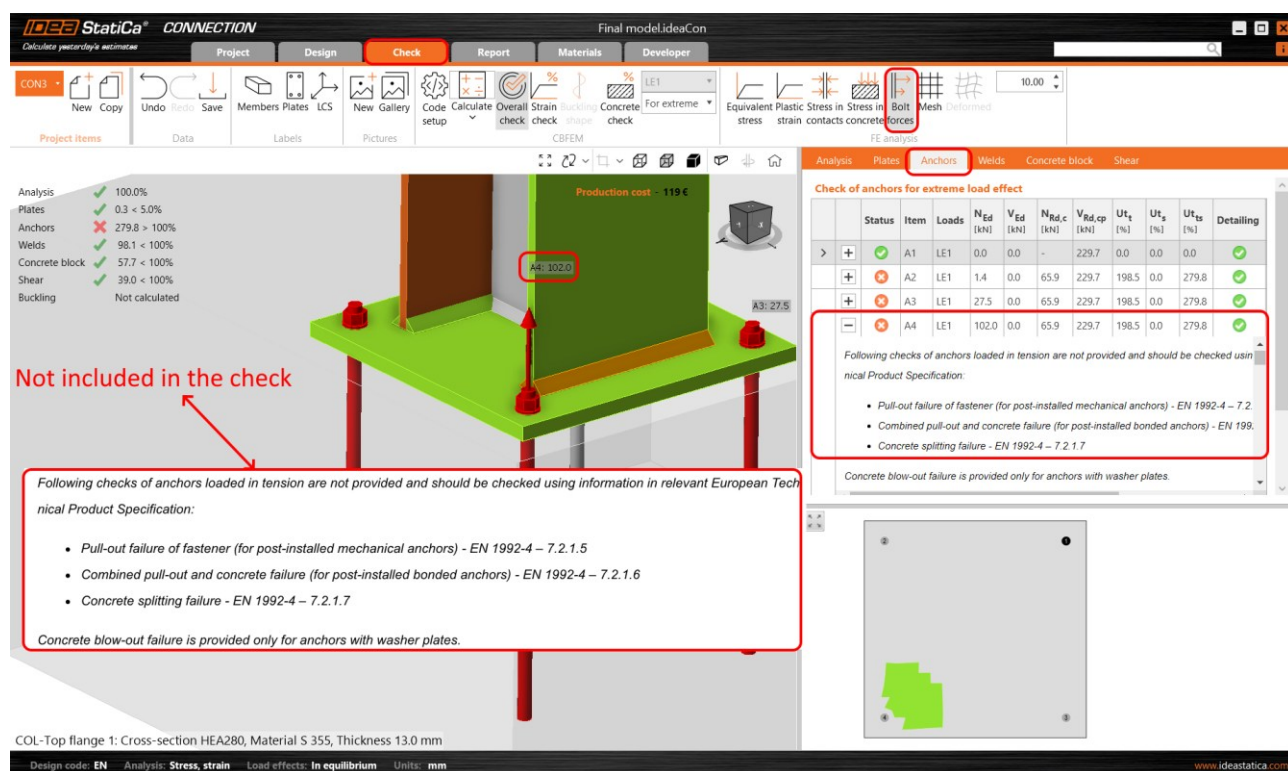
Verifica completa degli ancoraggi e dei blocchi in calcestruzzo in accordo al codice di progetto	1
Forza di trazione.....	1
Carico di taglio.....	6
Tutte le funzionalità di Detail 3D	9
Modellazione	10
Entità modello	10
Operazioni di modellazione: Volume negativo, Piano di taglio e Taglio	12
Forme complesse di ancoraggio	12
Fusione di blocchi di ancoraggio.....	13
L'operazione di taglio	13
Ancoraggi legati alla piastra di base e riferiti al centro	15
Tensione di aderenza per gli ancoraggi.....	17
Carichi e combinazioni	18
Carichi	18
Carichi superficiali.....	18
Gruppo di forze	19
Peso proprio	20
Carichi concentrati	20
Lo stub	21
Combinazioni	23
Griglie di modellazione e Peso proprio.....	24
Griglia per la progettazione di nuove entità.....	24
Calcolo automatico del peso proprio.....	25
Dispositivi di trasferimento del carico	26
Attrito	26
Ferro a taglio.....	26
Ancoraggio	27
Gettata in opera – Armatura.....	28
Post-installata – Armatura	28
Input per la definizione dell'armatura	29
Importazione dell'ancoraggio da Connection a Detail	33
Definizione dell'ancoraggio singolo	37
Gettato in opera.....	38
Ancoraggi post-installati.....	40

Opzioni per le piastre di base	42
Piastre Cast-in	46
Risultati	50
Risultati in sezione e la Verifica della tensione	54
Rappresentazione avanzata dei risultati	55
"Colori arcobaleno" per l'armatura	55
Limiti personalizzati per la tavolozza dei risultati	56
Risultati solo per l'armatura selezionata	56
Relazione di calcolo	58
1. Perché il calcolo si è fermato prima?	60
2. Quali tipi di supporti possono essere utilizzati in Detail?	60
3. Perché è così importante seguire le regole di dettaglio?	61
4. Come si modella correttamente il trasferimento della forza di taglio?	62
5. Cosa considerare quando si esporta da Connection a Detail?	62
6. Quale rigidezza della piastra di base deve essere impostata?	63
7. Che dire della tensione di contatto?	64
8. Perché la tensione di aderenza supera il 99,9% così rapidamente?	65
9. Come si gestiscono le impostazioni della mesh?	65
10. È possibile importare più ancoraggi?	66
Limitazioni da conoscere per Detail 3D	67
Limitazioni dell'applicazione	67
Limitazioni dell'importazione da Connection	70
Webinar	73
Anchoring: All The Types Covered Yet?	73
Design of Steel Warehouse (BIM + Anchoring workflow)	73
3D Analysis and Verification of a Telecom Mast Anchoring System	73
Utilizing Reinforcement in Anchor Design	74
Anchor reinforcement in base plate design	74
10 Most Frequently Asked Questions for 3D anchoring in Detail app	74
Design of Joint Connections for Powerline Transmission Tower	75
How to take the reinforcement into account in anchor design?	75
Master your connections - BIM Links	75

Verifica completa degli ancoraggi e dei blocchi in calcestruzzo in accordo al codice di progetto

L'uso combinato di IDEA StatiCa Connection e Detail è un potente strumento per la valutazione degli ancoraggi. Che cosa deve essere valutato secondo l'Eurocodice e quali risultati si ottengono con queste applicazioni?

L'Eurocodice specifica diversi metodi di rottura degli ancoraggi e delle fondazioni in calcestruzzo e li suddivide ulteriormente in base al tipo di carico. In [IDEA StatiCa Connection](#), siamo stati in grado di valutare gli ancoraggi fino ad ora, ma con alcune limitazioni, le valutazioni dovevano essere fatte manualmente. In IDEA Connection non è possibile tenere conto dell'**armatura dei blocchi di calcestruzzo** perché considerato il **calcestruzzo semplice**.



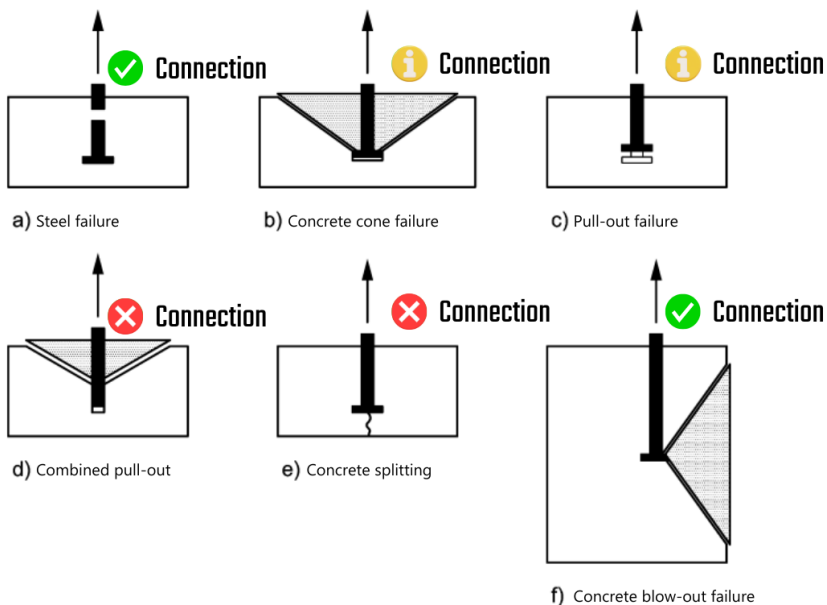
Grazie a IDEA StatiCa Detail 3D, con l'analisi agli elementi finiti, possiamo verificare che il **calcestruzzo armato** soddisferà il carico specificato e, in questo caso, **impedirà la rottura del calcestruzzo**, che corrisponderebbe a tali condizioni. Le applicazioni funzionano in modo indipendente e possono essere utilizzate separatamente, ma grazie al [collegamento tra Connection e Detail](#) è possibile utilizzare Detail anche solo come calcolo supplementare.

Forza di trazione

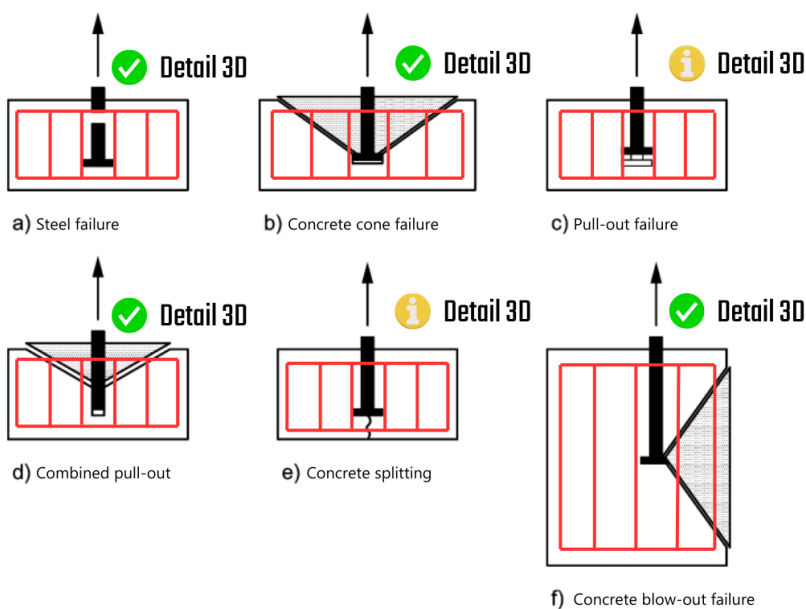
L'Eurocodice suddivide il primo tipo di carico, la **forza di trazione**, in 6 possibili casi di rottura dell'ancoraggio o del blocco di calcestruzzo (a, b, c, d, e, f) e in altri due per le fondazioni armate (g, h).

La figura seguente mostra schematicamente quale tipo di rottura è possibile valutare con l'applicazione IDEA Connection e quale comportamento può essere coperto dall'uso del calcestruzzo armato e, quindi, dall'analisi in IDEA Detail. **IDEA Connection** utilizza le formule empiriche dell'Eurocodice (EN

1992-4-7.2.1) per la progettazione degli ancoraggi (**CBFEM**), mentre **IDEA Detail** si basa completamente sul metodo degli elementi finiti (**CSFM 3D**). Alcune opzioni di valutazione si sovrappongono quindi in entrambe le applicazioni, ma sempre con un metodo diverso.



Per la natura dei metodi implementati nel software, **solo il calcestruzzo semplice può essere considerato nel Connection**, mentre **solo il calcestruzzo armato può essere valutato in Detail**.



I principali presupposti e limiti dell'analisi per IDEA Detail 3D sono indicati nel paragrafo [Limitazioni da conoscere per Detail 3D](#).

a) Rottura dell'acciaio

La rottura dell'acciaio degli ancoraggi caricati a trazione è verificata in entrambe le applicazioni Connection e Detail. La resistenza a trazione dell'ancoraggio è verificata in Connection secondo la seguente formula:

	Failure mode	Single fastener	Group of fasteners	
			most loaded fastener	group
1	Steel failure of fastener	$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	$N_{Ed}^h \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	

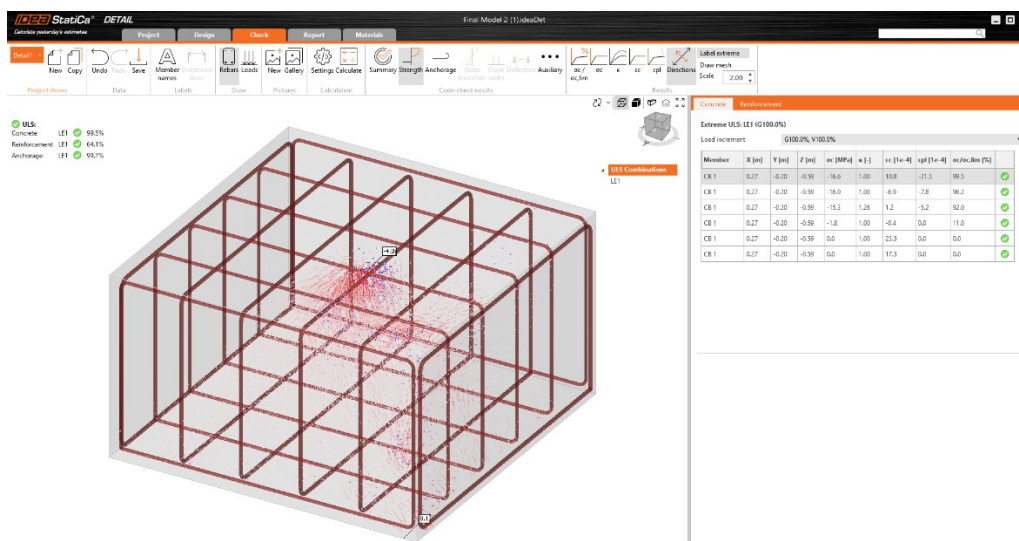
In Detail, gli ancoraggi sono verificati come le normali barre di armatura secondo i diagrammi tensione-deformazione definiti per i particolari materiali, utilizzando il valore di deformazione limite massimo del 5% (calcolato in base all'effetto di irrigidimento della tensione, come riportato nel Background teorico).

b) Rottura del cono di calcestruzzo

La rottura conica del calcestruzzo può essere verificata in Connection. Tuttavia, in Connection, l'applicazione può considerare solo il **calcestruzzo semplice**.

	Failure mode	Single fastener	Group of fasteners	
			most loaded fastener	group
2	Concrete cone failure	$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$

Pertanto, in caso di rottura del cono in calcestruzzo, è opportuno passare a IDEA Detail, dove viene fornita un'analisi dell'intero blocco armato. *La resistenza a trazione del calcestruzzo viene conservativamente trascurata, il che significa che la capacità portante per il cono è, in misura considerevole, determinata dalla quantità di armatura specificata.* Nell'immagine sottostante, si possono vedere le **direzioni delle tensioni principali** che indicano la forma del cono di cui sopra. Nella parte destra, si possono vedere i valori delle sollecitazioni del calcestruzzo, che sono valutati con i valori limite.

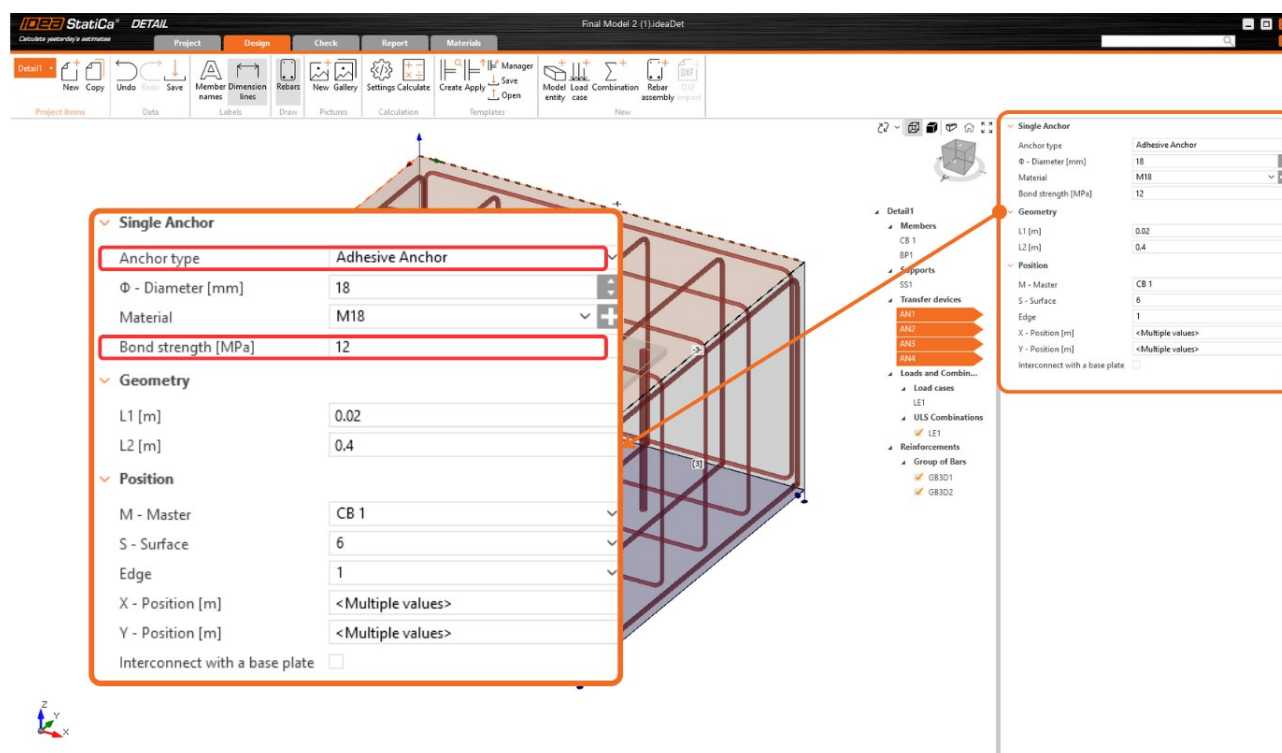


c) Rottura a pull-out

Questa verifica è prevista in IDEA Connection solo per alcuni casi. Un'ulteriore valutazione è necessaria per gli ancoraggi meccanici post-installati.

	Failure mode	Single fastener	Group of fasteners	
			most loaded fastener	group
3	Pull-out failure of fastener ^a	$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	$N_{Ed}^h < N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	

In Detail, è possibile impostare gli **ancoraggi chimici** e specificare la **forza di aderenza** di progetto in base agli specifici parametri tecnici. Gli ancoraggi verranno quindi verificati in base a questi parametri (applicabile solo per il calcestruzzo armato).

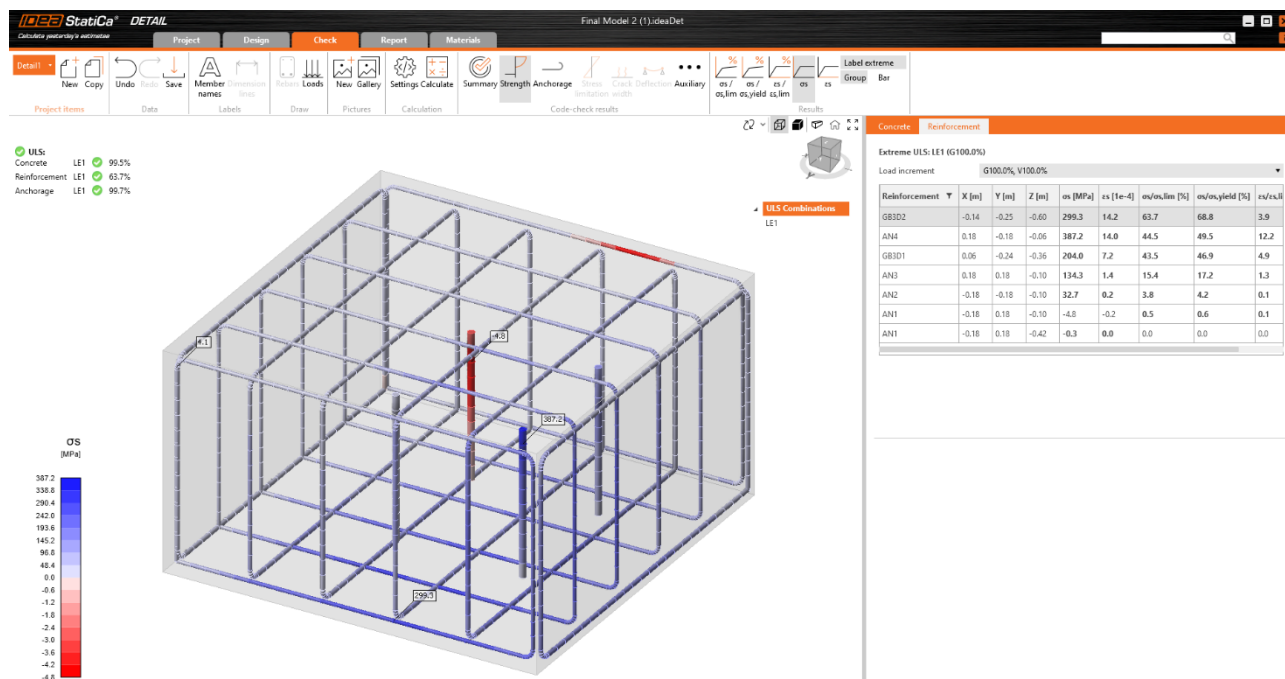


d) Rottura combinata del calcestruzzo e a pull-out di elementi di fissaggio inghisati

Questo tipo di rottura può essere rilevato **solo nel Detail**, dove le tensioni del calcestruzzo e le aree di ancoraggio sono valutate con il CSFM 3D. Il meccanismo combinato di estrazione (pull-out) e rottura del calcestruzzo è in Detail basato sui principi definiti sopra e la sua valutazione fa parte della verifica della resistenza del calcestruzzo e dell'ancoraggio (applicabile solo per il calcestruzzo armato).

e) Rottura del calcestruzzo per splitting

Non è possibile valutarla nel Connection. Nel Detail, la rottura a spacco (per splitting) è di solito un problema del calcestruzzo semplice, pertanto l'uso dell'armatura impedisce il verificarsi di tale meccanismo. È possibile visualizzare le tensioni e le deformazioni dell'armatura in compressione o in trazione e le tensioni del calcestruzzo in compressione nell'applicazione Detail.



f) Rottura del calcestruzzo per blow-out

Per il calcestruzzo semplice, nel Connection è possibile una verifica empirica secondo in accordo all'Eurocodice.

	Failure mode	Single fastener	Group of fasteners	
			most loaded fastener	group
6	Concrete blow-out failure ^c	$N_{Ed} \leq N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$		$N_{Ed}^g \leq N_{Rd,cb}^g = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$

Per gli elementi strutturali in calcestruzzo armato è possibile utilizzare il Detail. La rottura per blow-out del calcestruzzo è coperta nell'analisi della resistenza del calcestruzzo. Dove le sollecitazioni di trazione sono trasferite solo dall'armatura.

Verifiche aggiuntive per blocchi in calcestruzzo armato:

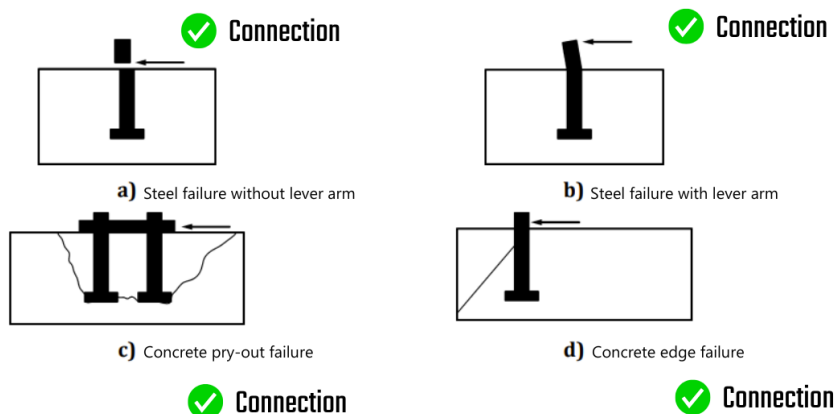
Per le fondazioni armate è necessaria un'ulteriore valutazione dell'armatura. La rottura dell'acciaio dell'armatura e la rottura dell'armatura di ancoraggio fanno parte della valutazione dell'armatura in Detail.

g) Rottura per crisi dell'acciaio

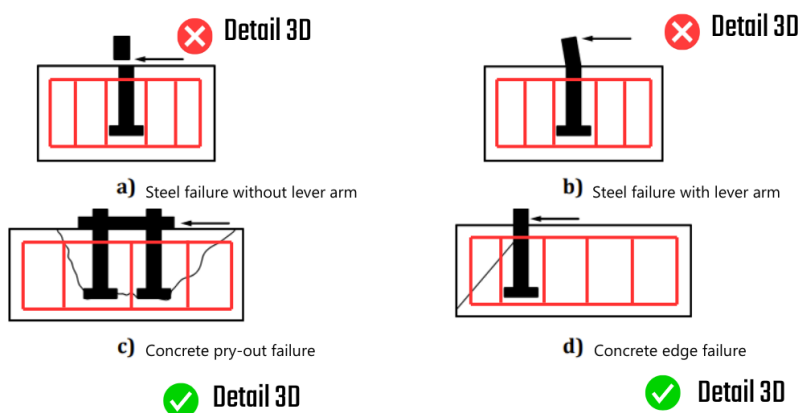
h) Rottura per sfilamento della barra d'armatura dall'ancorante

Carico di taglio

L'Eurocodice divide il secondo tipo di carico (**forza di taglio**) in 4 possibili casi di rottura dell'ancoraggio o del blocco di calcestruzzo (a, b, c, d) e altri due per plinti armati (e, f).



La figura seguente mostra schematicamente quale tipo di rottura è possibile valutare con l'app Connection e anche quale comportamento può essere coperto utilizzando il calcestruzzo armato e, quindi, l'analisi in Detail. IDEA StatiCa Connection utilizza formule empiriche dell'Eurocodice (**EN 1992-4-7.2.2**) per la **progettazione degli ancoraggi (CBFEM)**. **Tutti i tipi di rottura causati dalla forza di taglio possono essere coperti nell'app Connection.**



a) Rottura nell'acciaio senza braccio di leva

La rottura dell'acciaio senza braccio di leva degli ancoraggi caricati a taglio viene verificato solo nel Connection. La resistenza a taglio dell'ancoraggio viene verificata in IDEA Connection secondo la seguente formula:

	Failure mode	Single fastener	Group of fasteners	
			most loaded fastener	group
1	Steel failure of fastener without lever arm	$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	$V_{Ed}^h \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	

Poiché in Detail non è disponibile alcuna opzione per caricare l'ancoraggio con una forza di taglio, la valutazione nell'applicazione non è possibile.

b) Rottura nell'acciaio con braccio di leva

La rottura dell'acciaio con braccio di leva degli ancoraggi carichi a taglio viene verificato solo nel Connection. La resistenza a taglio dell'ancoraggio viene verificata in IDEA StatiCa Connection secondo la seguente formula:

	Failure mode	Single fastener	Group of fasteners	
			most loaded fastener	group
2	Steel failure of fastener with lever arm	$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}}$	$V_{Ed}^h \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}}$	

Poiché in Detail non è disponibile alcuna opzione per caricare l'ancoraggio con una forza di taglio, la valutazione nell'applicazione non è possibile.

c) Rottura del calcestruzzo per pry-out

La rottura del calcestruzzo per pry-out degli ancoraggi carichi a taglio viene verificato solo nel Connection. La resistenza a taglio dell'ancoraggio viene verificata in IDEA StatiCa Connection secondo la seguente formula:

	Failure mode	Single fastener	Group of fasteners	
			most loaded fastener	group
3	Concrete pry-out failure	$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$		$V_{Ed}^g \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}^a$

La capacità del calcestruzzo di resistere a taglio attraverso la piastra di base viene quindi valutata nell'applicazione Detail.

d) Rottura del bordo del calcestruzzo

La rottura del bordo del calcestruzzo degli ancoraggi carichi a taglio viene verificato solo nel Connection. La resistenza a taglio dell'ancoraggio viene verificata in IDEA StatiCa Connection secondo la seguente formula:

	Failure mode	Single fastener	Group of fasteners	
			most loaded fastener	group
4	Concrete edge failure	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		$V_{Ed}^g \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$

La capacità del calcestruzzo di resistere a taglio può essere valutata nell'applicazione Detail solo se è presente una piastra di base che dovrebbe trasferire la forza di taglio.

Verifiche aggiuntive per blocchi in calcestruzzo armato:

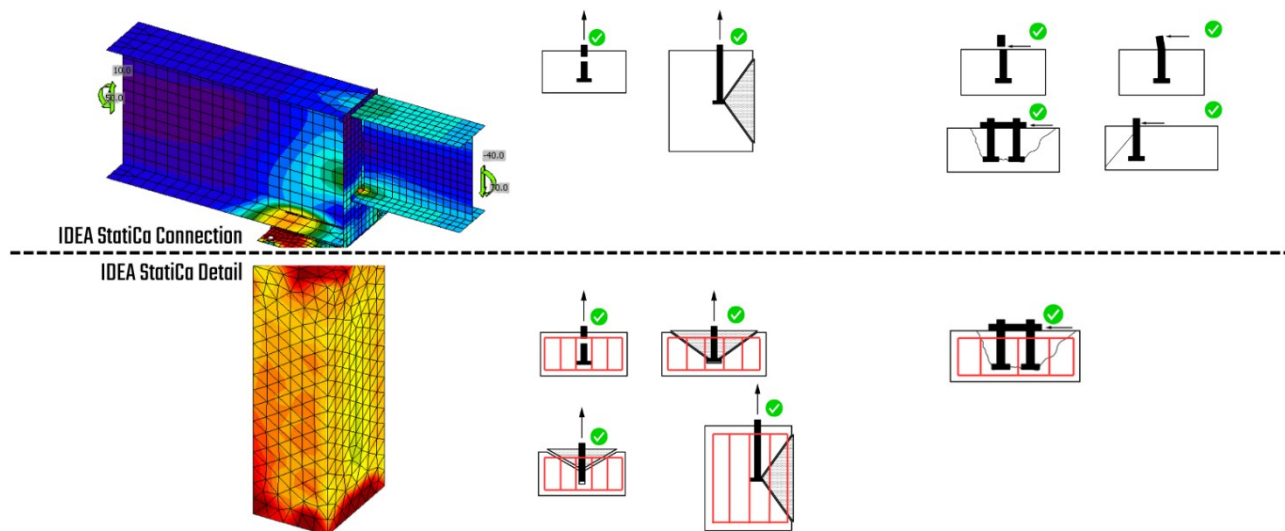
Per le fondazioni armate, è necessaria un'ulteriore valutazione dell'armatura. La crisi dell'armatura in acciaio e dell'ancoraggio fa parte della valutazione dell'armatura in IDEA Detail.

e) Rottura per crisi dell'acciaio dell'armatura supplementare

f) Rottura per sfilamento dell'armatura supplementare dall'ancorante

Conclusioni

Il vantaggio più significativo si riscontra in esempi quali l'**ancoraggio vicino a un bordo** e altri **casi in cui il calcestruzzo semplice non soddisfa il carico richiesto**. Si noti che gli ancoraggi e il ferro a taglio devono essere ulteriormente valutati in Connection, ma insieme questi due strumenti software forniscono una soluzione completa.

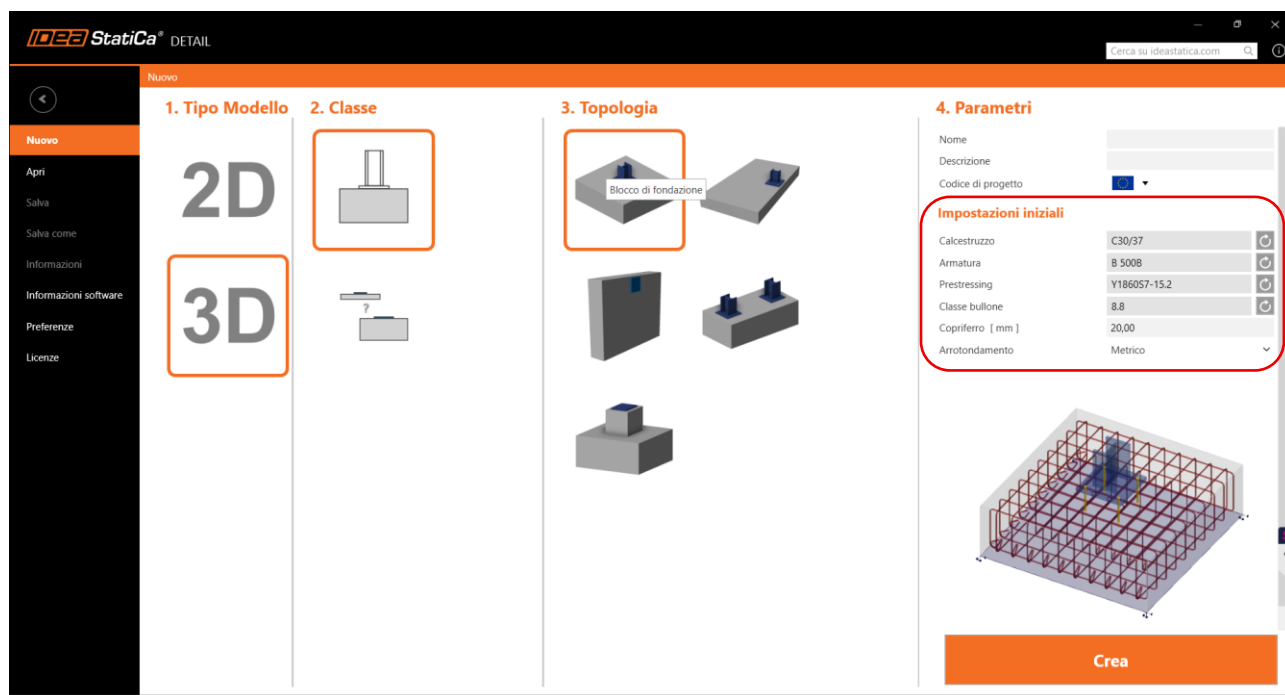


A causa del metodo e del modo in cui è progettata l'applicazione, **Detail è adatto solo per la verifica di fondazioni in calcestruzzo armato.**

Tutte le funzionalità di Detail 3D

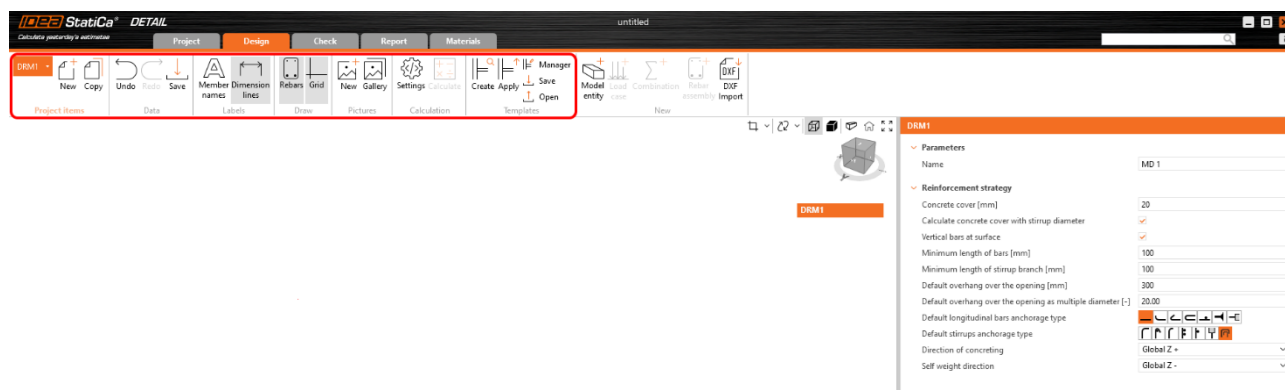
Detail 3D è essenzialmente un'estensione dell'attuale applicazione IDEA Detail che è nata nella parte 2D. Aggiunge un nuovo tipo di **Modello 3D** e con esso l'implementazione di un metodo per il calcolo dei campi di sollecitazione nello spazio 3D chiamato **CSFM 3D**. I calcoli e le verifiche sono implementati per lo **Stato Limite Ultimo**.

Nella prima fase, l'utente può selezionare un nuovo **tipo di modello** nella schermata iniziale (nella procedura guidata), dove sono disponibili diversi modelli, oppure, l'opzione di inserire e creare un modello da zero.

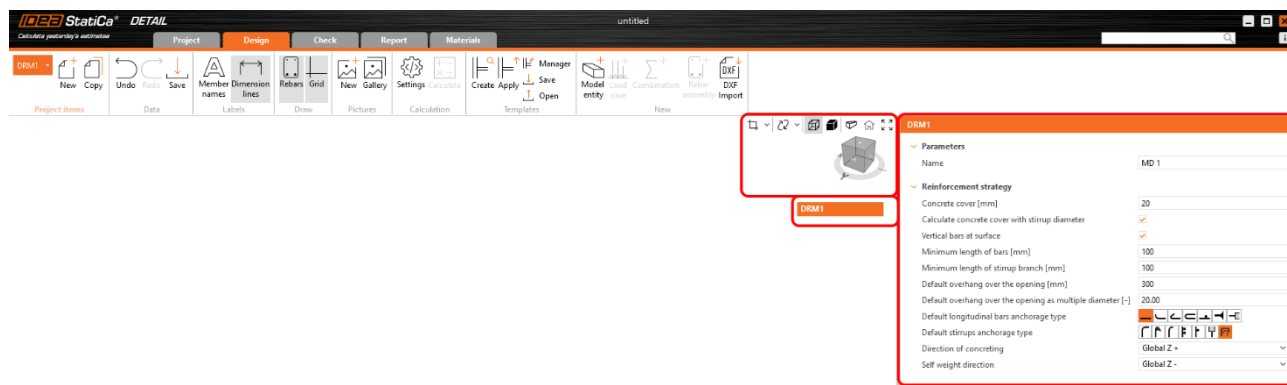


Come per i modelli 2D, è possibile modificare le **impostazioni iniziali** nella parte destra, come il codice di progetto, i materiali e il copriferro del calcestruzzo. Dopo aver creato un modello vuoto o un modello utilizzando uno dei modelli disponibili, sono disponibili le opzioni come nell'ambiente di modellazione 2D.

Le opzioni per lavorare con più elementi del progetto si trovano nella barra multifunzione superiore, così come i pulsanti Annulla/Ripristina ormai standard, le opzioni di visualizzazione delle etichette, la gestione delle immagini della Galleria, le impostazioni di calcolo e la gestione dei modelli.



Il pannello di controllo è stato creato per inizializzare la struttura ad albero, il cui primo elemento, chiamato per default DRM1, contiene le impostazioni predefinite per l'elemento di progetto vero e proprio. Sopra l'albero si trovano gli strumenti per la modifica del modello.



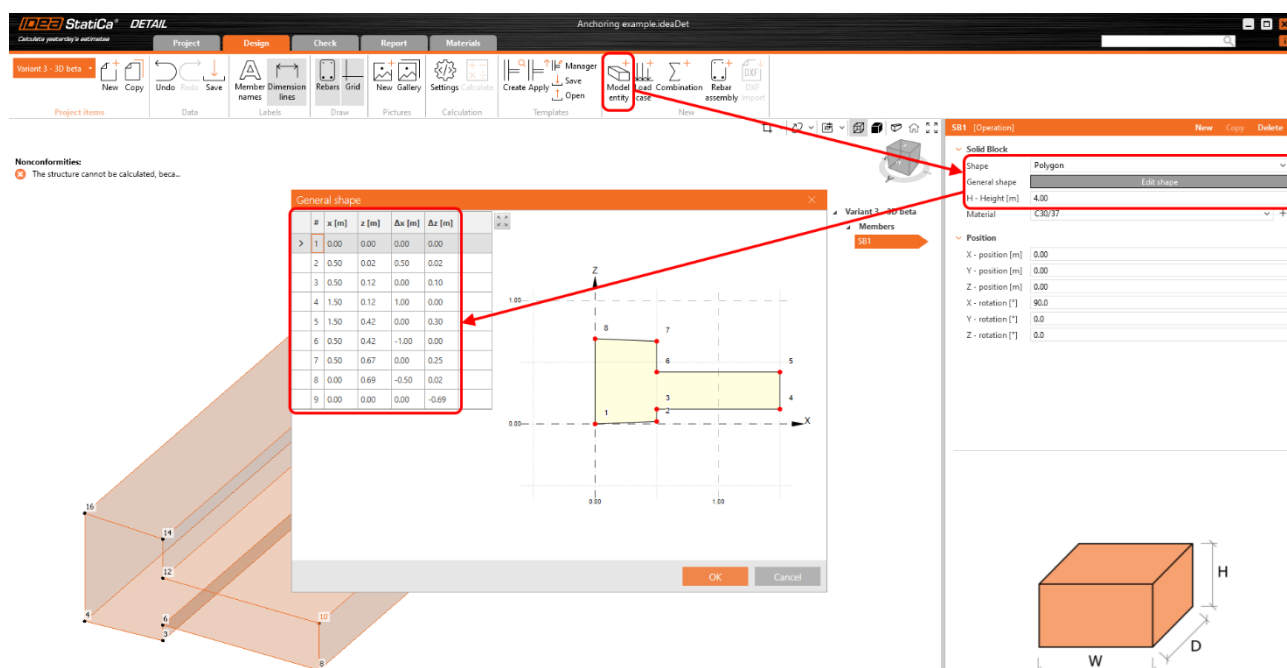
Modellazione

Entità modello

Nella categoria **Entità modello** sono incluse:

- **Membrature**
- **Supporti**
- **Dispositivi di trasferimento del carico**

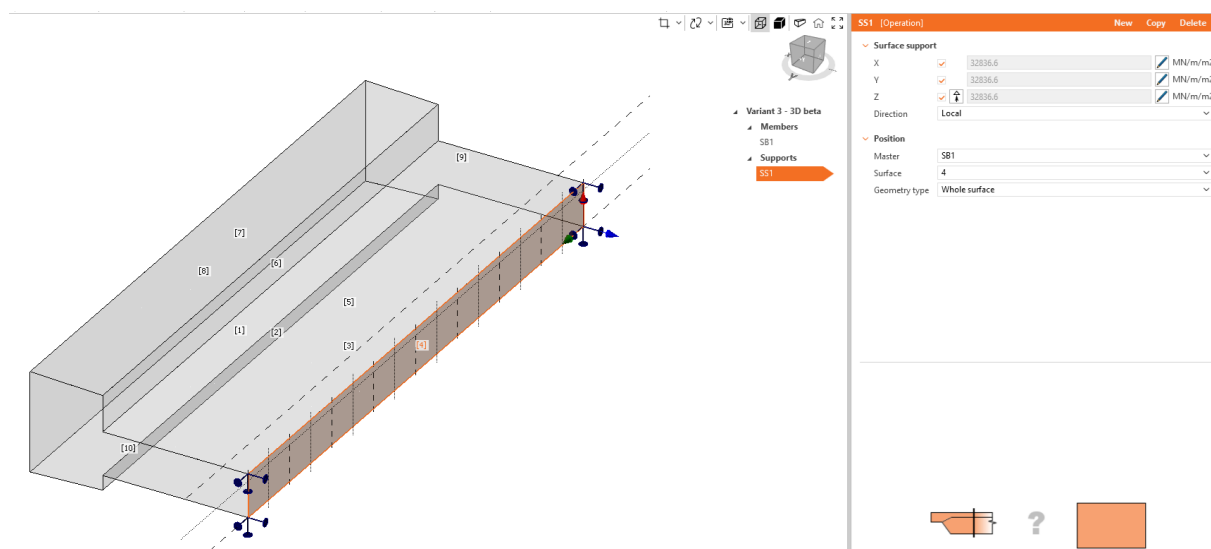
La membratura può essere definita con forma di **rettangolo** o **poligono**. Una forma rettangolare è definita da tre dimensioni, mentre per l'opzione Poligono, la forma nello spazio 2D viene inserita in una tabella utilizzando le coordinate, che possono poi essere estratte nello spazio. Per definire la forma generale di un poligono, è possibile inserire le singole coordinate nella tabella o utilizzare un copia-incolla da un programma di foglio elettronico (come Microsoft Excel).



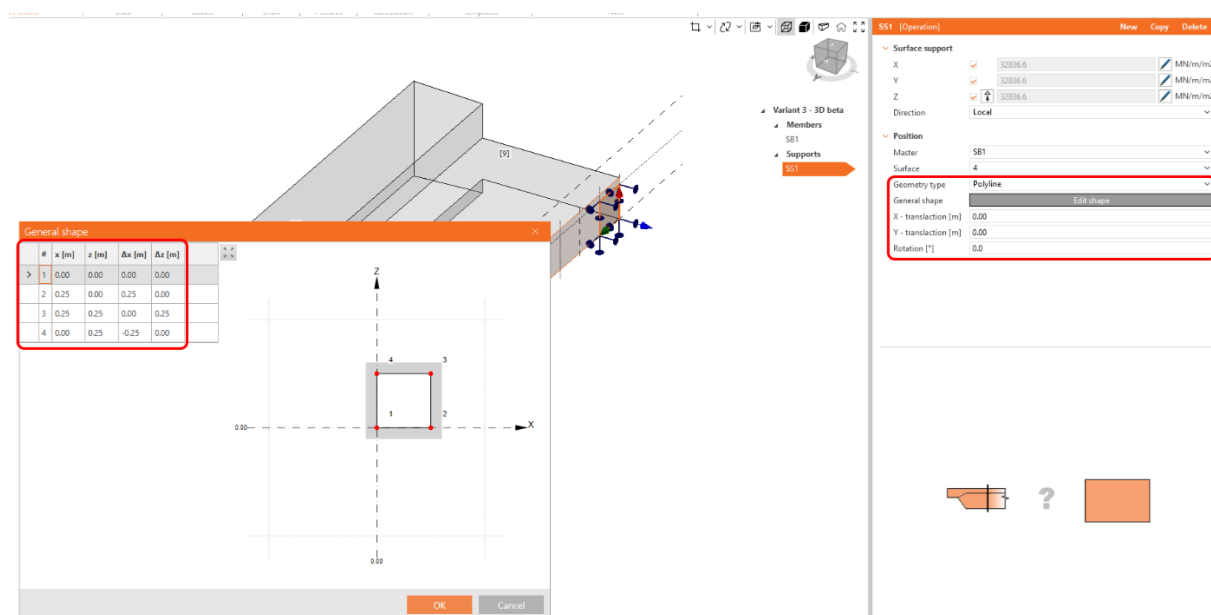
Il **supporto di superficie** viene utilizzato per sostenere il modello. Questo tipo di supporto può essere specificato in due modi: due tipi di geometria.

- **Superficie intera**
- **Polilinea**

In entrambi i casi, è necessario scegliere una **superficie di riferimento** e, naturalmente, definire i **gradi di libertà**. Il supporto può essere definito elastico e il tipo di compressione può essere utilizzato per una direzione perpendicolare alla superficie specificata. Nella figura seguente, possiamo vedere l'input del supporto sulla superficie intera numero 4 e l'opzione di sola compressione disattivata.



Per la seconda opzione di inserimento delle polilinee, è disponibile la stessa tabella dell'inserimento delle membrature. Anche in questo caso, è possibile utilizzare la funzionalità di copia-incolla o inserire manualmente le coordinate. La forma inserita può essere spostata lungo la superficie di riferimento utilizzando le coordinate X e Y o ruotata inserendo un angolo.



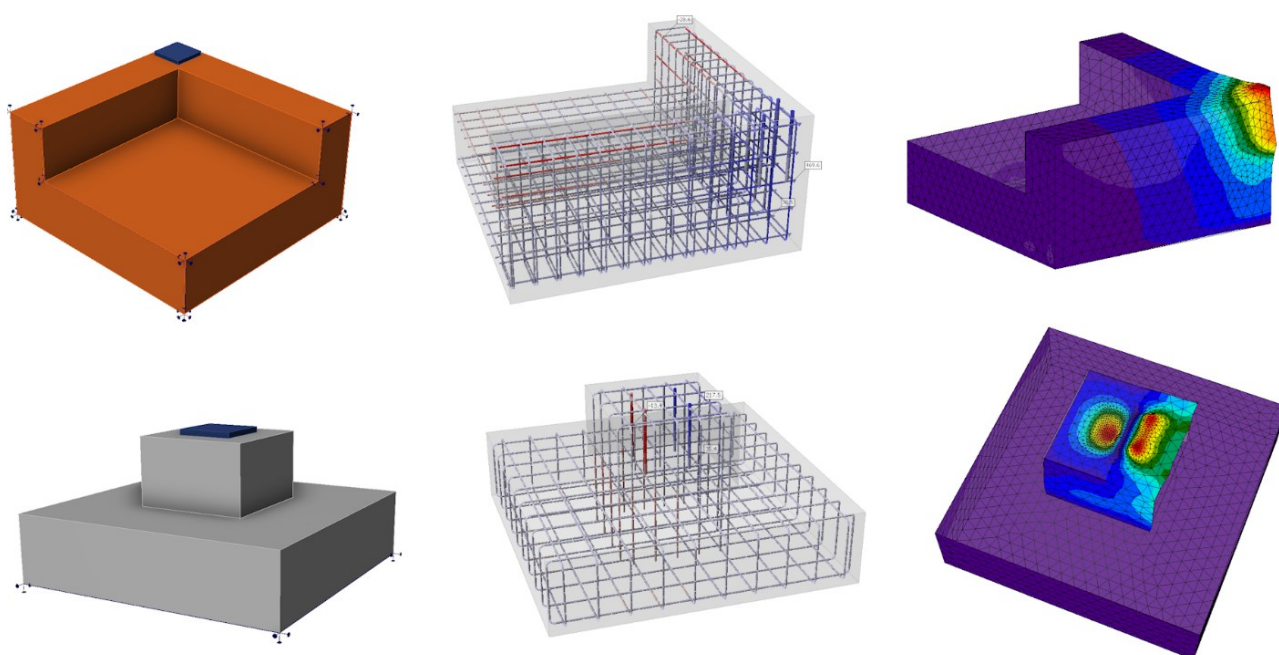
È possibile specificare una polilinea in modo che l'origine delle coordinate si trovi nel baricentro della forma desiderata. La posizione sarà quindi riferita dalle coordinate X e Y a tale baricentro.

Operazioni di modellazione: Volume negativo, Piano di taglio e Taglio

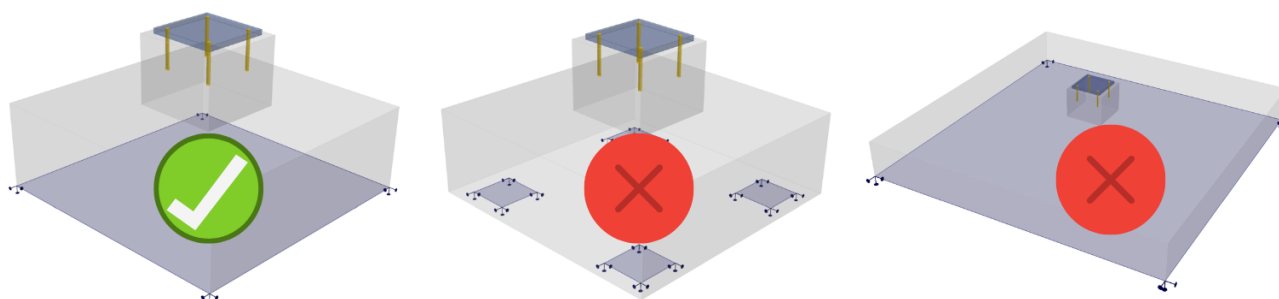
IDEA Detail 3D consente un utilizzo più generico dell'applicazione grazie alla possibilità di modificare un blocco di ancoraggio utilizzando Volumi negativi, Piani di taglio, Operazioni di taglio ecc. per modellare i casi più complicati e atipici.

Forme complesse di ancoraggio

Ulteriori operazioni di modellazione consentono di creare forme più complesse e di ampliare le potenziali applicazioni, tra cui piedistalli, blocchi di ancoraggio non rettangolari, estensioni della fondazione e ancoraggi in prossimità di aperture. Tuttavia, è importante notare che **l'applicazione è adatta solo ai casi di ancoraggio per i quali è stata validata** con esempi di verifica.



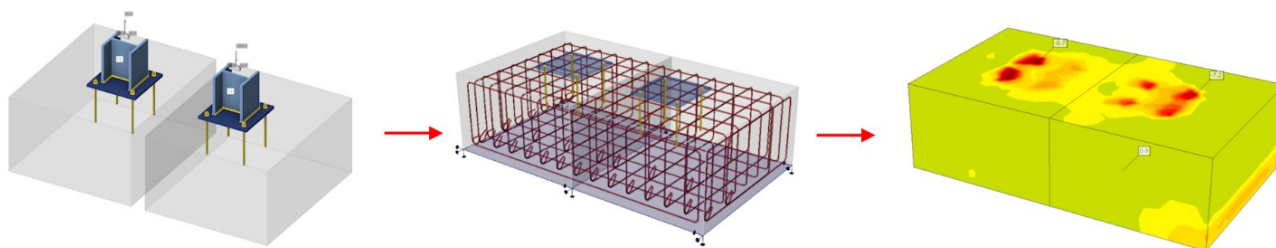
Sono necessari ulteriori sviluppi e verifiche per valutare la punzonatura e altri casi più complessi e generici. Questi casi non sono supportati nelle versioni 25.0 e 25.1.



Nota bene: nel caso di supporto superficiale, il cedimento avviene sempre nell'area di ancoraggio e il punzonamento non ha alcun ruolo. Solo nel caso di terreni con bassa rigidezza può verificarsi il punzonamento, o anche nel caso di teste di pali. Per queste situazioni, il software non è ancora adatto all'uso.

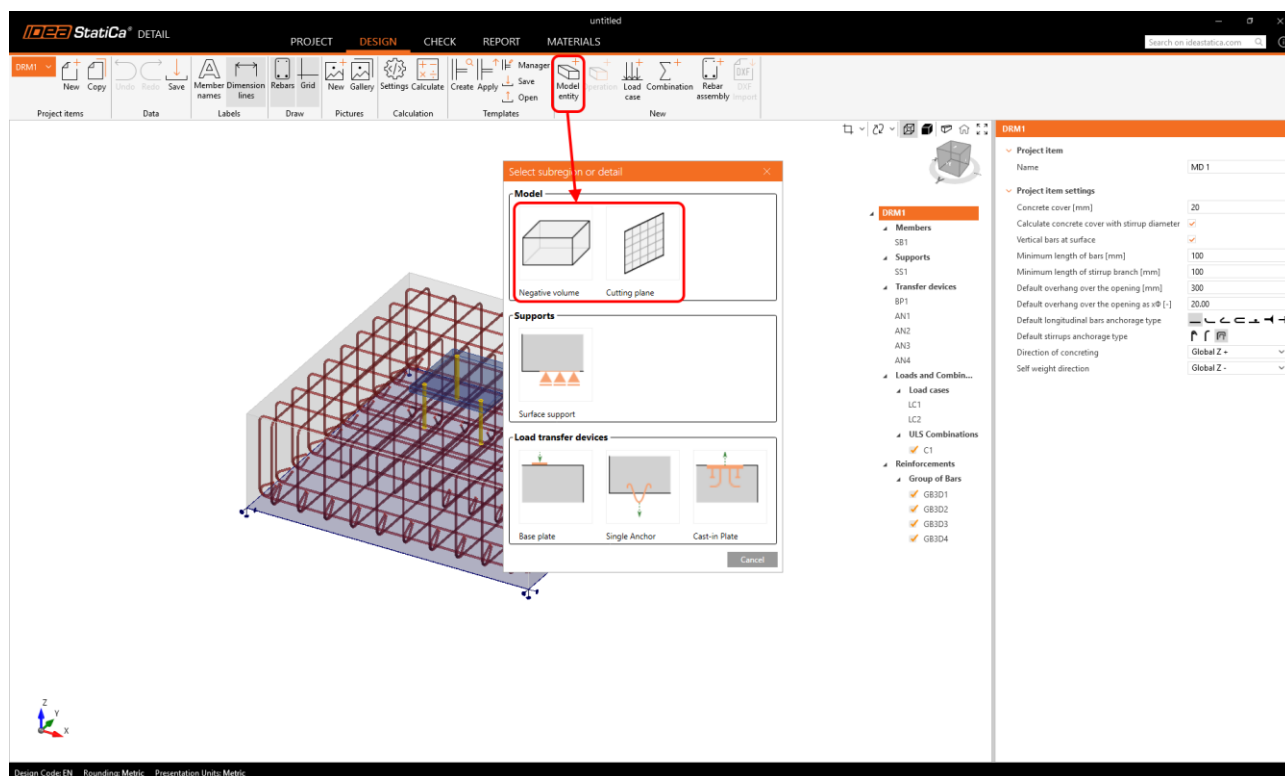
Fusione di blocchi di ancoraggio

Detail 3D supporta un solo blocco di ancoraggio. Tuttavia, poiché è possibile creare più blocchi in IDEA Connection, ora è possibile importare questi i multipli in Detail, dove possono essere uniti con l'operazione di taglio e poi armati. Nel caso di blocchi sovrapposti, è necessario eliminare uno dei blocchi e assegnare le piastre di base allo stesso blocco.

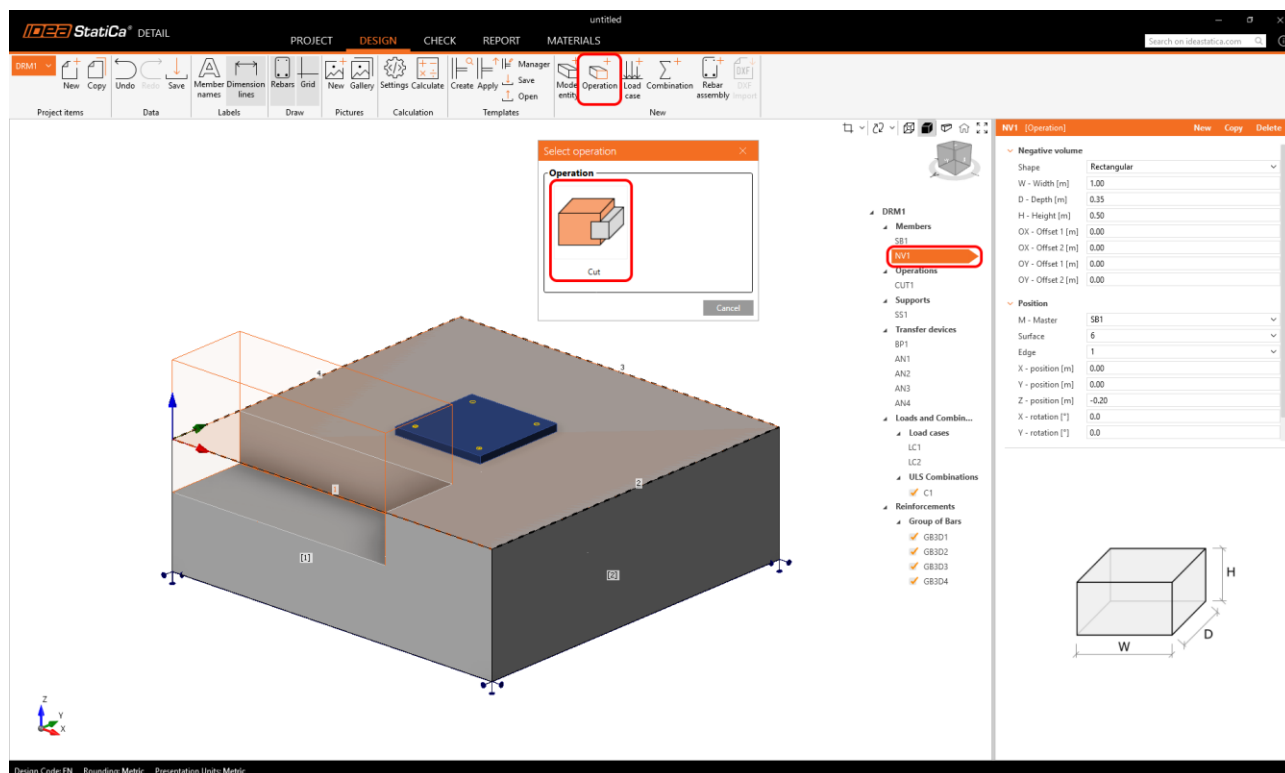


L'operazione di taglio

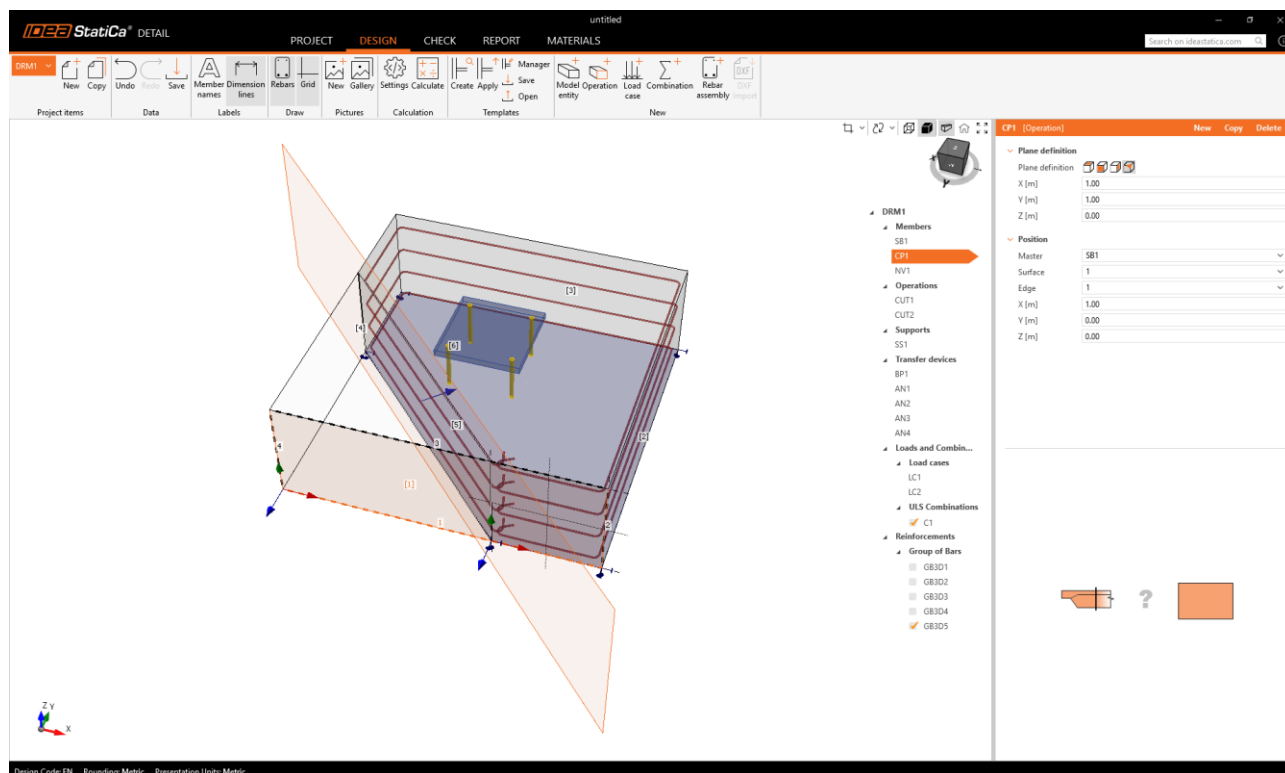
L'operazione per sagomare la forma del blocco è l'operazione di taglio. Il taglio può essere effettuato in base a un **volume negativo** o a un **piano di taglio**, che si trovano sotto il pulsante "Entità modello".



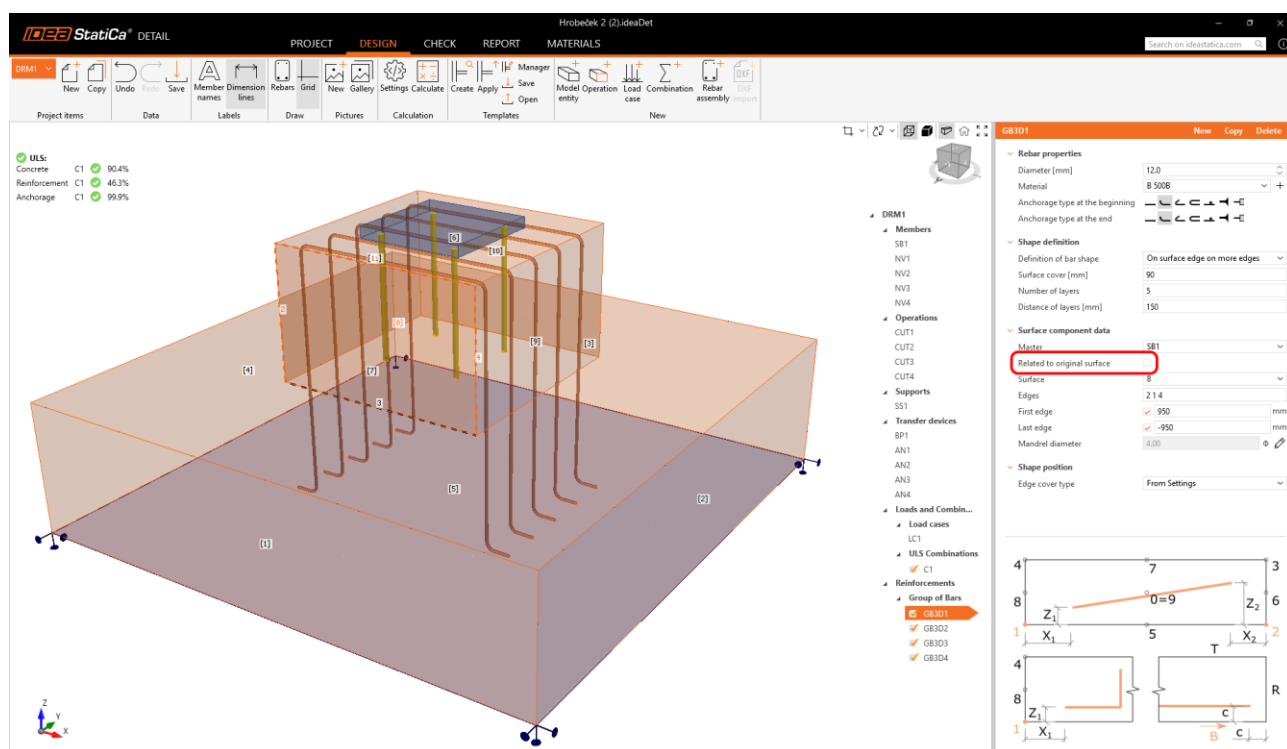
- L'**operazione di taglio** viene applicata al volume negativo o al piano di taglio per adattare il blocco utilizzando l'operazione.



- Un **piano di taglio** funziona in modo simile: ogni taglio genera nuovi spigoli e superfici che possono servire come riferimenti per il posizionamento di armature.

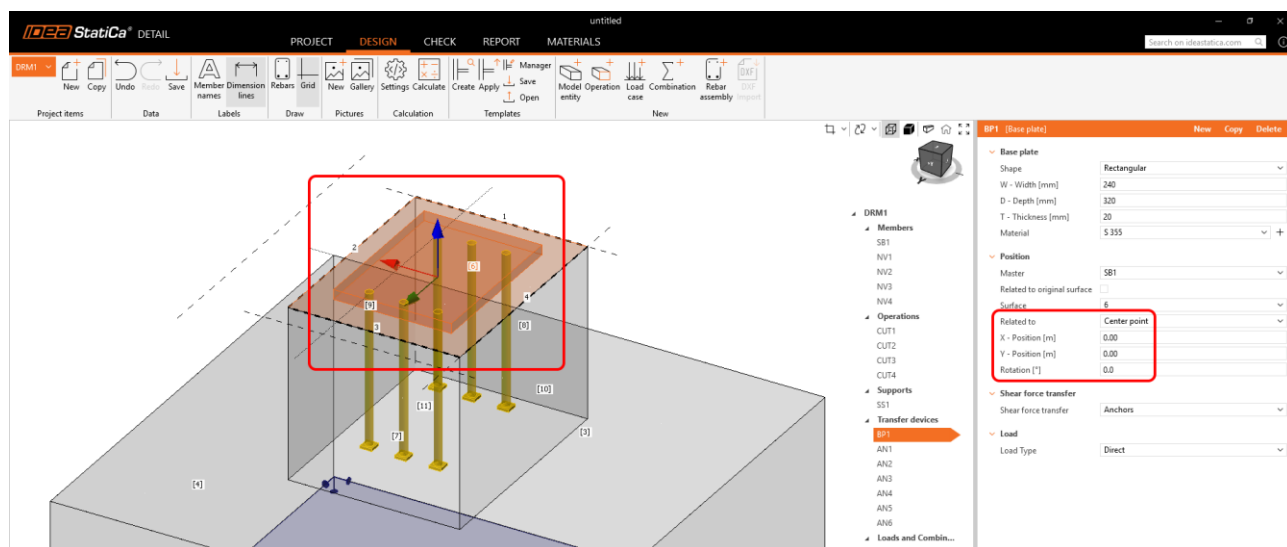


- Dopo l'applicazione della prima operazione di taglio, l'armatura può essere riferita alle facce e agli spigoli originali o a quelli appena creati. Ciò è controllato da una nuova impostazione nella griglia delle proprietà.



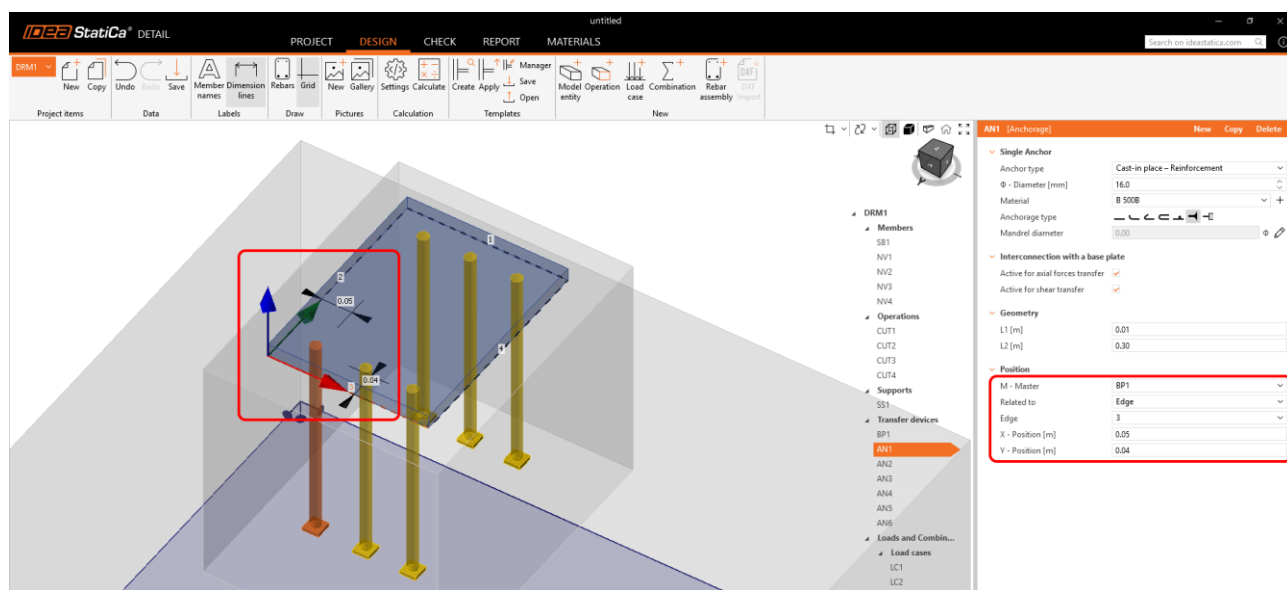
Ancoraggi legati alla piastra di base e riferiti al centro

Con il sistema di riferimento di Detail 3D, gli utenti possono posizionare le entità del modello - come piastre di base, ancoraggi, supporti e carichi - rispetto al **punto centrale** della loro **entità master**, anziché solo da un bordo. Ciò significa che **gli ancoraggi possono essere posizionati direttamente in relazione alla piastra di base** e tutte le componenti collegate si adattano automaticamente quando la geometria cambia. L'opzione **"Relativo a: Bordo / Punto centrale"** nella Griglia delle proprietà rende la modellazione più veloce e intuitiva e garantisce un allineamento coerente senza riposizionamenti manuali.



Le seguenti **entità** supportano il **riferimento al centro**:

- Piastra di base (riferita al centro della superficie del blocco solido)
- Supporto definito da polilinea (in relazione al centro della superficie del blocco solido)
- Carico concentrato (solo per la [piastra Cast-in](#))
- Carico superficiale definito da una polilinea (riferito al centro della superficie del blocco solido)
- Ancoraggio singolo (riferito al centro della superficie del blocco solido o della piastra di base, come da immagine sotto).



Tensione di aderenza per gli ancoraggi

Dove trovare la tensione di aderenza di progetto necessaria come parametro del materiale per gli **ancoraggi post-installati** nel Detail 3D?

La proprietà della tensione di aderenza di un singolo ancoraggio nel Detail 3D è **il valore di progetto della tensione di aderenza dell'ancoraggio chimico** (post-installato). È un parametro fondamentale per la progettazione degli ancoraggi in Detail 3D.

The screenshot shows the 'AN1 [Ancoraggio Singolo]' form in the EISEKO software. The form has a header bar with 'AN1 [Ancoraggio Singolo]', 'Nuovo', 'Copia', and 'Elimina' buttons. Below the header, there is a section titled 'Ancoraggio Singolo' with several input fields: 'Processo di installazione' (Post-installato), 'Tipo di ancoraggio' (Armatura), 'Φ - Diametro [mm]' (20,00), 'Materiale' (B 500B), and 'Filettatura tagliata' (unchecked). The 'Tensione di aderenza [MPa]' field is highlighted with a red box and contains the value '5,00'. Below this, there is a section titled 'Interconnessione con una piastra di base' with two checked checkboxes: 'Attivo per il trasferimento di forze assiali' and 'Attivo per il trasferimento del taglio'.

In base alla norma EN 1992-4, possiamo definire la tensione di aderenza di progetto come $\tau_{Rd} = \tau_{Rk} / \gamma_{Mp}$

γ_{Mp} è il coefficiente di sicurezza parziale definito dalla tabella 4.1 della norma EN 1992-4

$$\gamma_{Mp} = \gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_{inst}$$

$$\gamma_c = 1.5$$

γ_{inst} - fattore che tiene conto della sensibilità all'installazione degli elementi di fissaggio post-installati. Si può trovare nella specifica tecnica di prodotto europea relativa al prodotto specifico.

τ_{Rk} - è la resistenza caratteristica di un elemento di fissaggio chimico post-installato. Dipende dalla classe di resistenza del calcestruzzo e dallo stato del calcestruzzo - fessurato o non fessurato. Si può trovare nel certificato della resina da iniezione, ad esempio ETA - European Technical Assessment.

Consulta l'esempio pratico nel quale è spiegato come definire la tensione di aderenza di progetto:

[Tensione di aderenza per gli ancoraggi nel Detail 3D](#)

Carichi e combinazioni

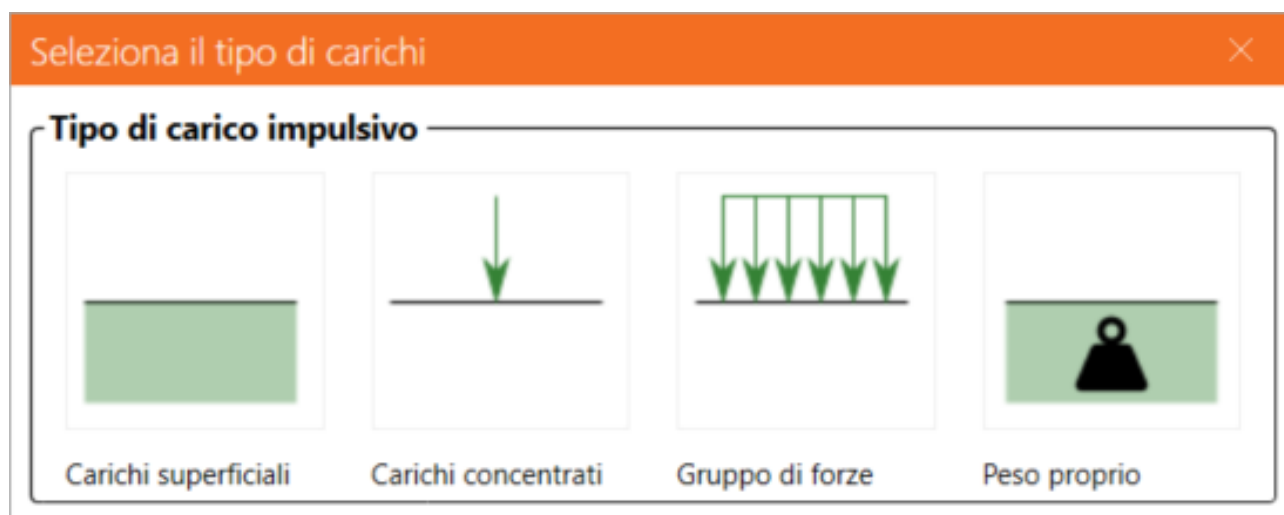
Carichi

I casi di carico possono essere definiti come per gli elementi 2D in c.a., a ciascun **caso di carico** può essere assegnato un tipo di **carico permanente** o **variabile**. I casi di carico permanenti vengono applicati al modello per primi e, dopo un calcolo riuscito, vengono applicati i casi di carico variabili.

Tipo di carico impulsivo

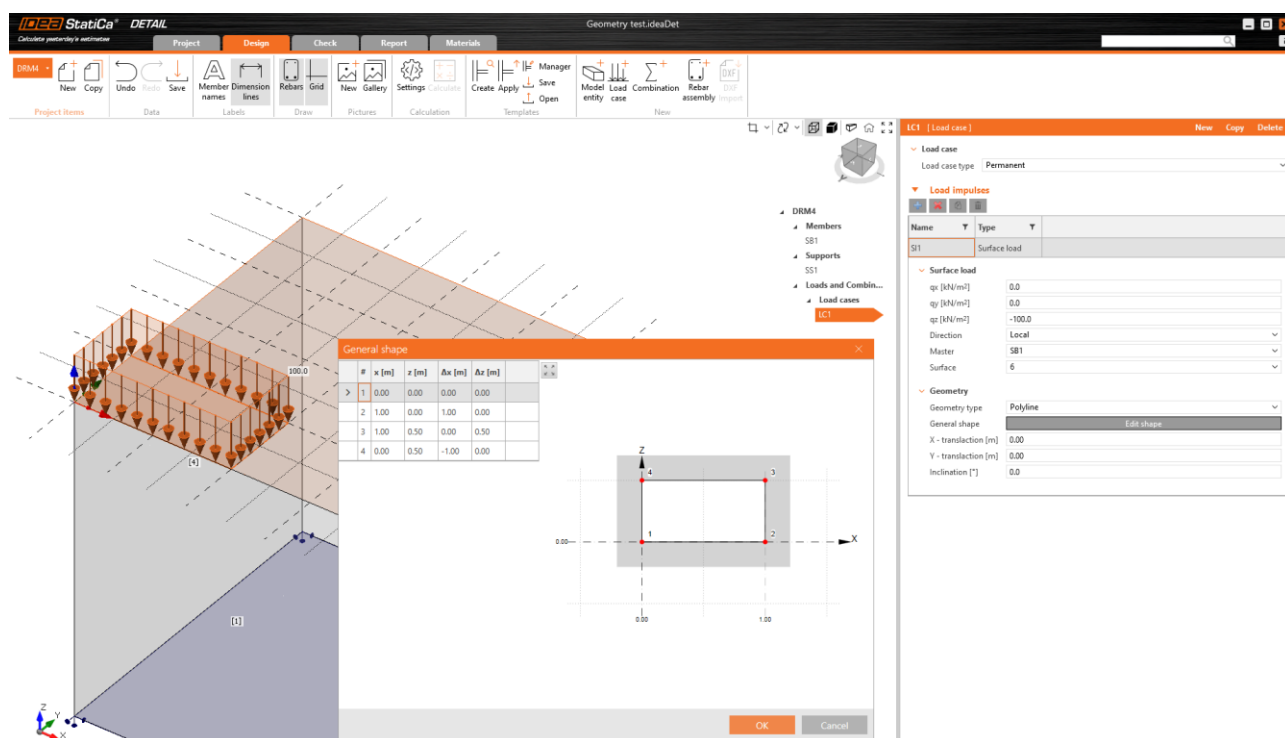
A ciascun caso di carico è possibile aggiungere un totale di 4 tipi di carico impulsivo:

- **Carichi superficiali**
- **Carichi concentrati**
- **Gruppo di forze**
- **Peso proprio**



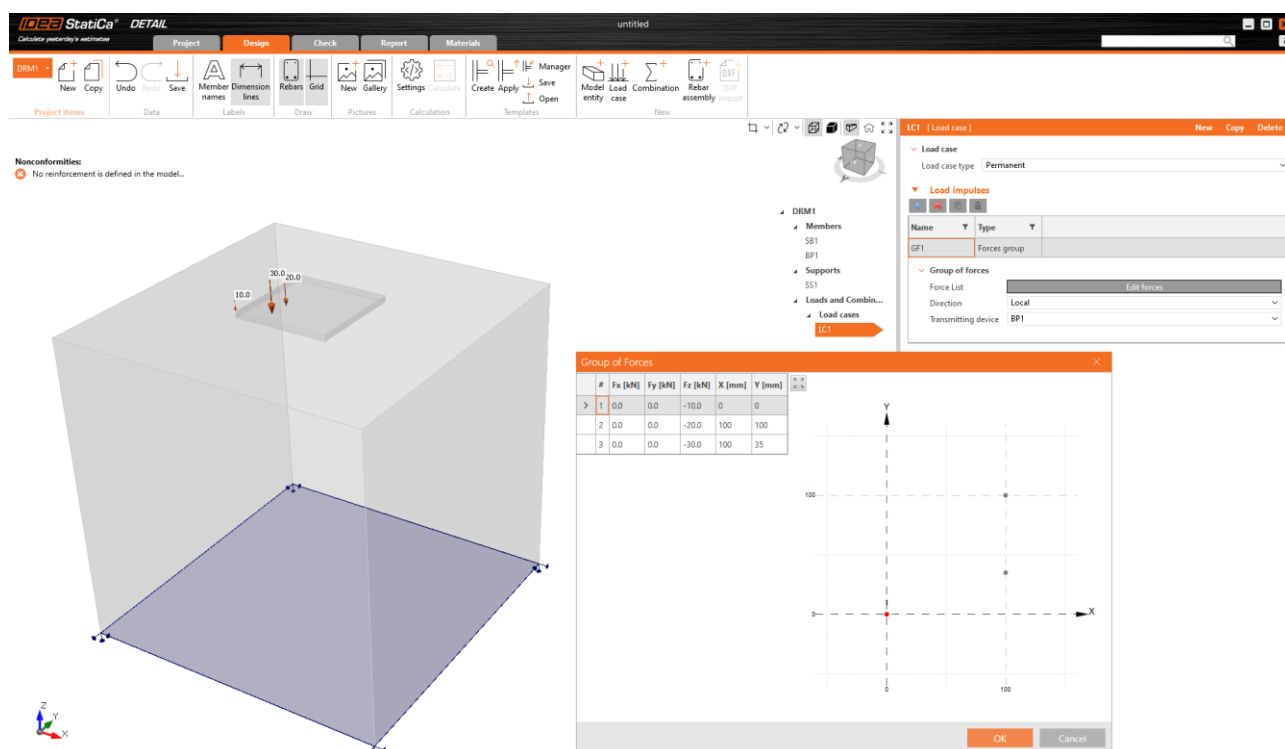
Carichi superficiali

La definizione dei **carichi superficiali** è identica a quella dei supporti di superficie. Ciò significa che è possibile specificarlo in due modi: Superficie intera e Polilinea. Nel caso dei carichi di superficie, naturalmente, l'intensità del carico viene inserita nelle tre direzioni globali.



Gruppo di forze

Il **gruppo di forze** è un'entità di carico che consente di specificare le forze in tre direzioni in qualsiasi punto del modello utilizzando una tabella. Può essere riferito alla piastra di base o alla superficie di un blocco di cemento. Per l'immissione di tabelle, è possibile utilizzare la funzionalità di copia-incolla dal programma di foglio elettronico.






Peso proprio

Il **peso proprio** deve essere incluso in ogni modello. Viene calcolato automaticamente in base alla forma del blocco di calcestruzzo. Ad esempio, le fondazioni in calcestruzzo caricate con un momento flettente non si ribaltano facilmente.

LC1 [Caso di carico] Nuovo Copia Elimina

▼ **Caso di carico**
Tipo di caso di carico: Permanente

▼ **Carichi impulsivi**
+   

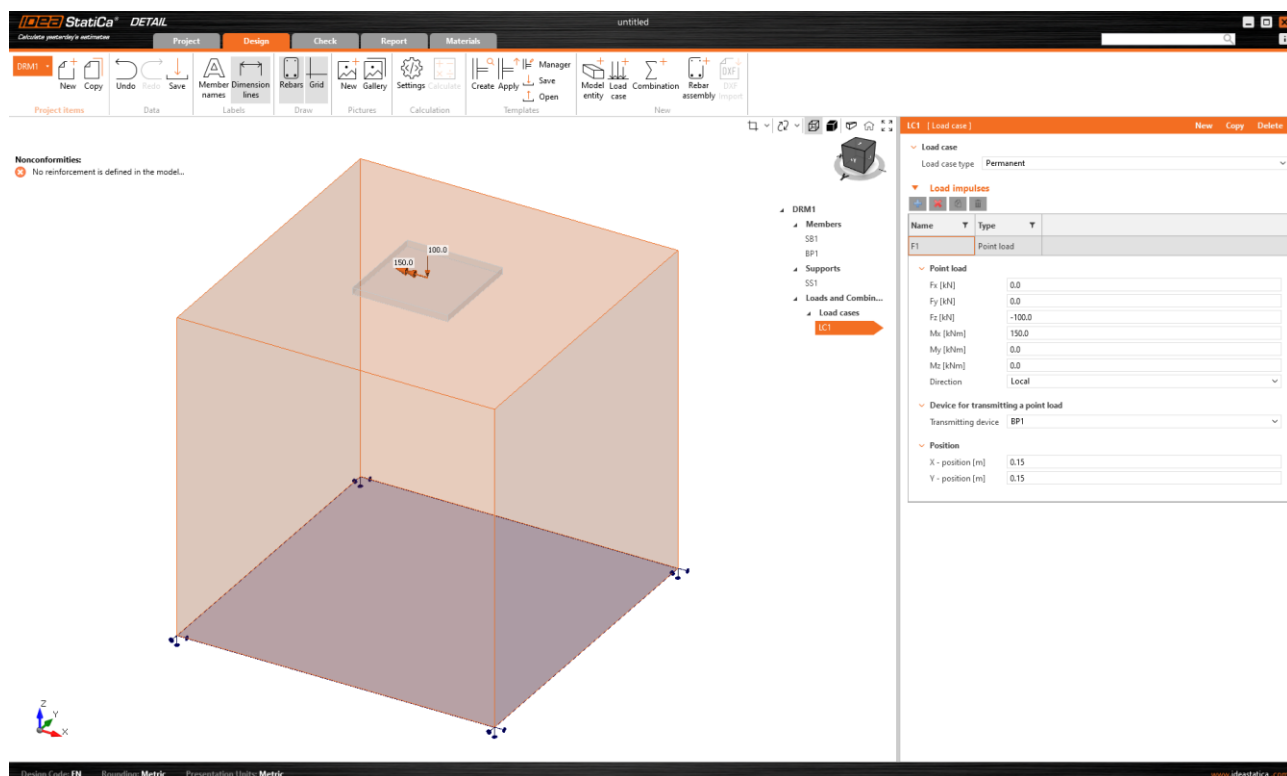
Nome	Tipo
SW1	Peso proprio

▼ **Proprietà**
Self weight: ☒

▼ **Posizione**
Agente su: SB1

Carichi concentrati

I **carichi concentrati** possono essere caricati direttamente sulla piastra di base con sei forze interne F_x , F_y , F_z , M_x , M_y e M_z nella posizione generale.



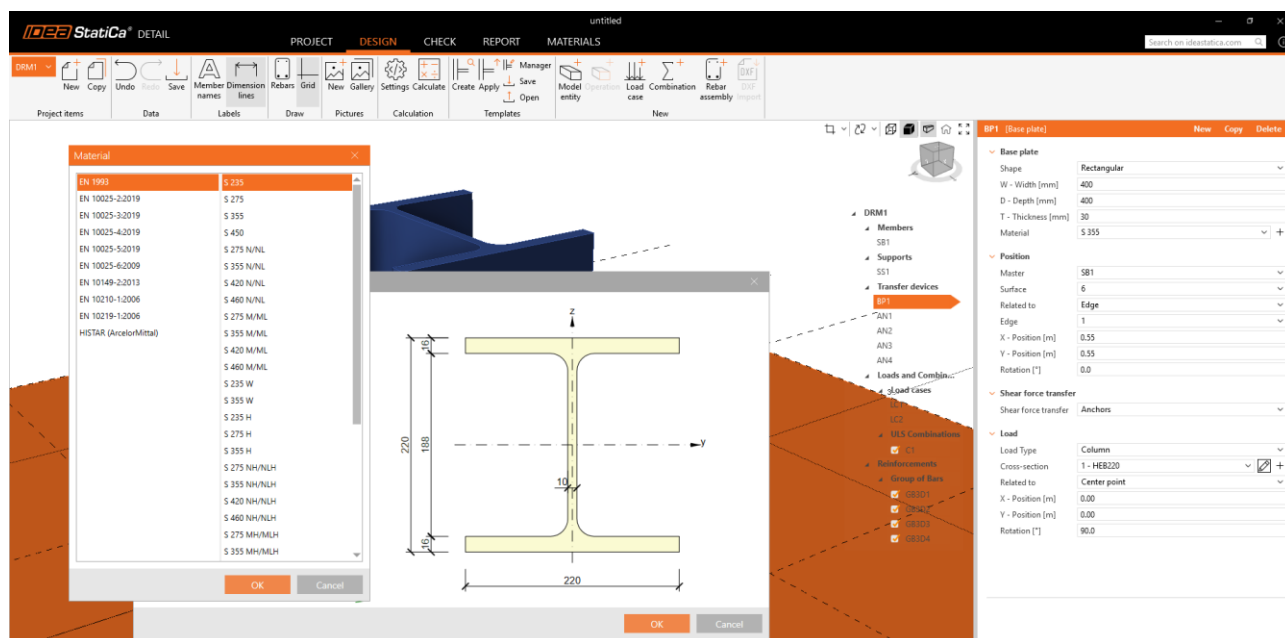
The screenshot shows the IDEA StatiCa DETAIL software interface. The main window displays a 3D model of a foundation with a point load applied. The 'Load cases' panel on the right shows the following settings:

- Load case:** Permanent
- Load impulses:**
 - Name:** F1
 - Type:** Point load
 - Point load:**
 - F_x (kN): 0.0
 - F_y (kN): 0.0
 - F_z (kN): -100.0
 - M_x (kNm): 150.0
 - M_y (kNm): 0.0
 - M_z (kNm): 0.0
 - Direction:** Local
 - Device for transmitting a point load:**
 - Transmitting device:** BP1
 - Position:**
 - X - position (m):** 0.15
 - Y - position (m):** 0.15

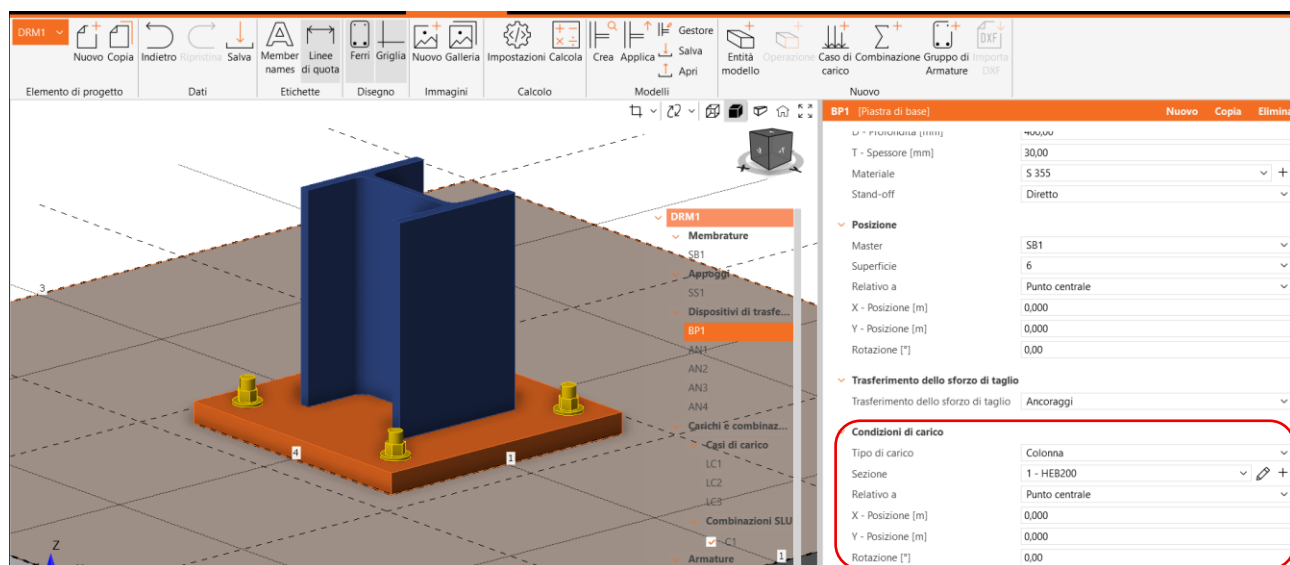
Quando si utilizza una piastra di base, l'applicazione di questa forza direttamente a una piastra di base realistica e deformabile può portare a una ridistribuzione non realistica delle sollecitazioni sulla piastra, sugli ancoraggi e sul calcestruzzo. È quindi più appropriato utilizzare la seconda opzione - lo stub.

Lo stub

Lo stub è rappresentato da una breve parte della colonna al di sopra della piastra di base, che viene modellata come una **struttura a elementi shell** e si comporta come un'interfaccia fisicamente accurata tra le forze interne e la piastra. Si utilizza un database di sezioni standard.

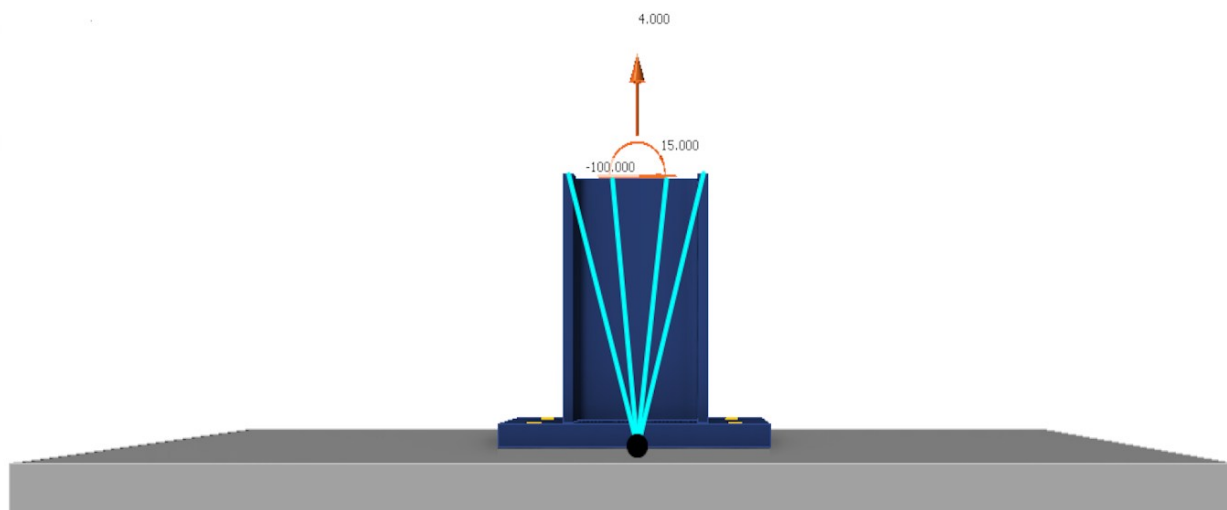


L'insieme delle forze interne a 6 componenti (forze e momenti) è applicato in un **singolo punto della faccia inferiore dello stub**, ovvero la base della colonna.



I vincoli **trasferiscono le forze alla faccia superiore dello stub**, da dove vengono naturalmente **ridistribuite attraverso lo stub** nella piastra di base, negli ancoraggi e nel calcestruzzo.

Questo approccio preserva l'interazione realistica della rigidità tra colonna e piastra ed elimina la necessità di una ridistribuzione manuale o di ipotesi artificiali.

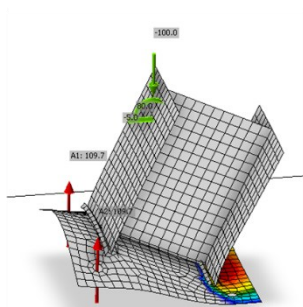


Carico trasferito attraverso lo stub

Quando il progetto viene creato direttamente in Detail, lo stub assicura l'interazione realistica della rigidità tra colonna e piastra ed elimina la necessità di una ridistribuzione manuale o di ipotesi artificiali.

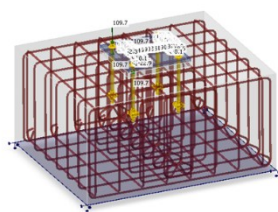
DISTRIBUZIONE DEL CARICO

CONFRONTO CONNECTION / DETAIL

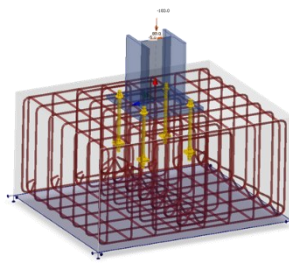
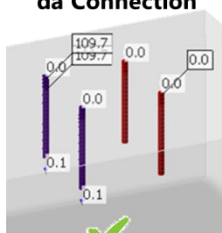


Connection

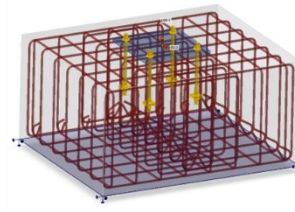
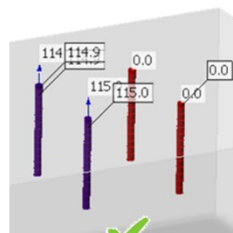
$F_{ANCHOR} = 110 \text{ kN}$



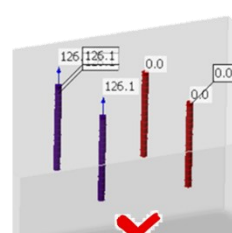
Detail
Importato automaticamente da Connection



Direttamente in Detail
Stub caricato



Direttamente in Detail
Piastra caricata

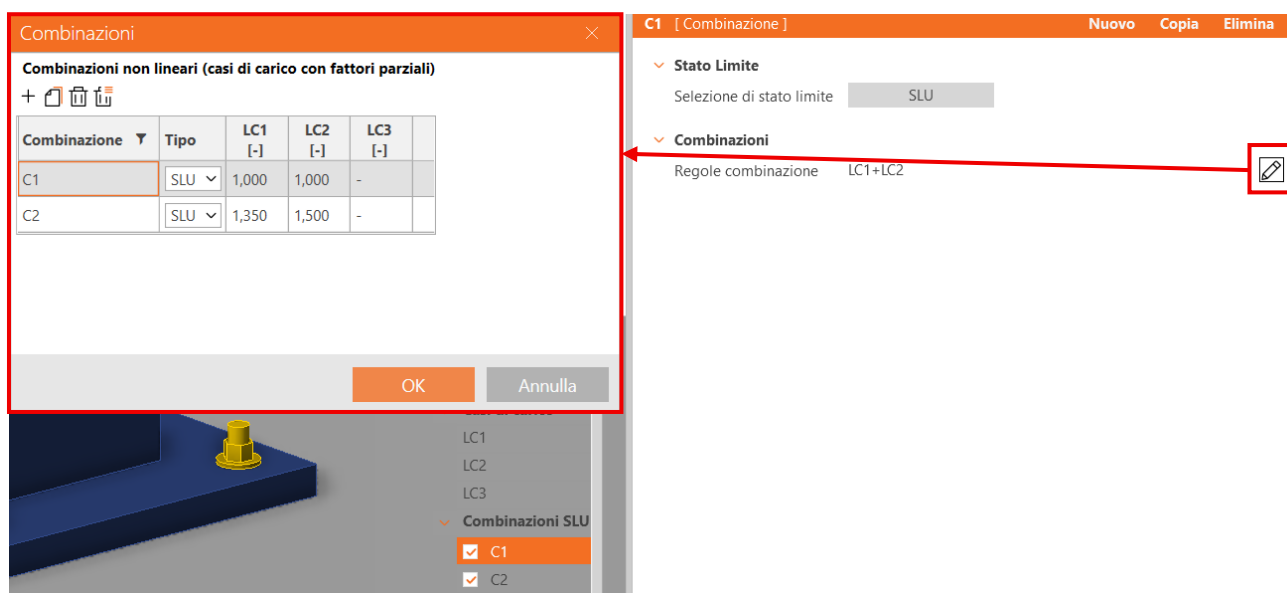


Combinazioni

Poiché l'analisi in IDEA Detail è **non lineare**, vengono utilizzate le cosiddette **combinazioni non lineari**. Ciò significa che i singoli casi di carico non vengono calcolati e i risultati non vengono sommati.

Al contrario, i casi di carico dello stesso tipo vengono sommati prima del calcolo, ovviamente con i rispettivi coefficienti definiti nelle combinazioni, e le singole combinazioni vengono poi calcolate. Per questo motivo, l'esistenza di almeno una combinazione è un prerequisito per avviare il calcolo.

È possibile definire solo combinazioni allo SLU.



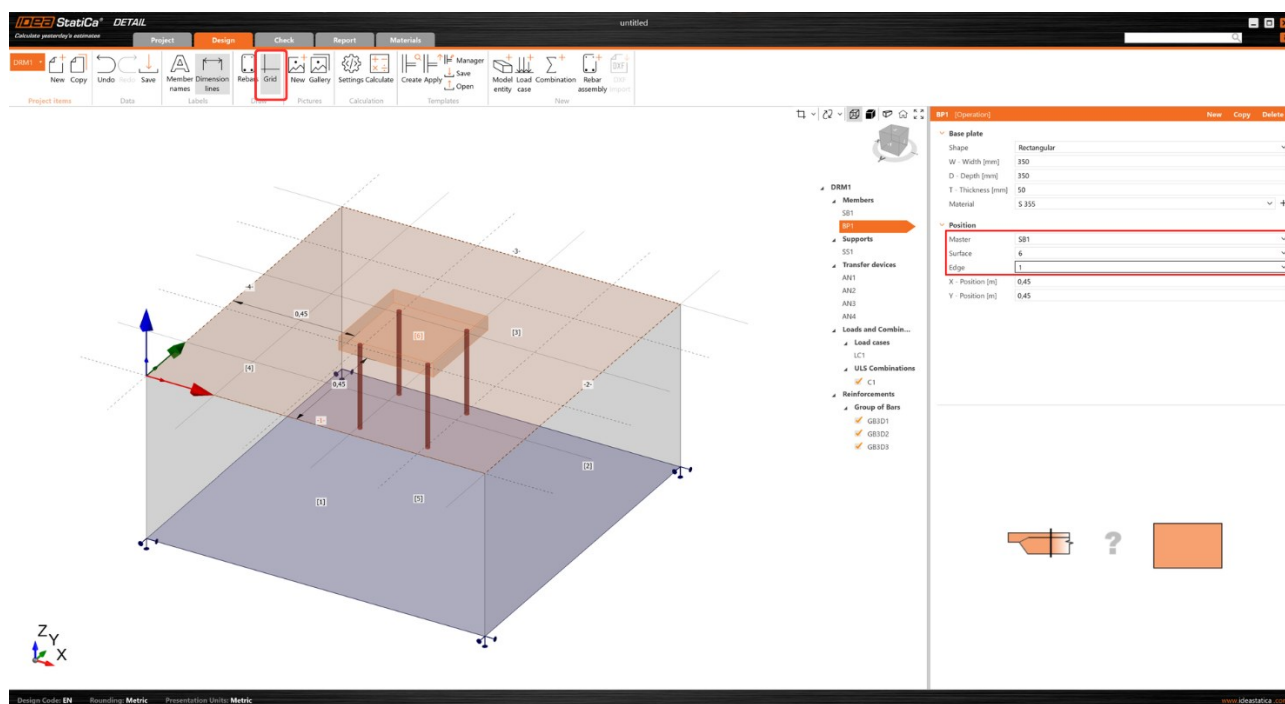
Griglie di modellazione e Peso proprio

Lo sviluppo non riguarda solo la verifica e i calcoli sempre più precisi e stabili, ma anche la creazione di un'applicazione di facile utilizzo. Per un inserimento e una modellazione rapidi, è disponibile la **Griglia per la progettazione** di entità e il tipo di carico **Peso proprio**.

Griglia per la progettazione di nuove entità

Quando si progettano o si modificano entità in un modello che include un blocco solido, la **griglia nel sistema di coordinate locali** viene visualizzata nella scena, migliorando l'orientamento all'interno del modello 3D. Questa griglia viene visualizzata per le piastre di base, i supporti, gli ancoraggi, i carichi superficiali e le [sezioni dei risultati](#).

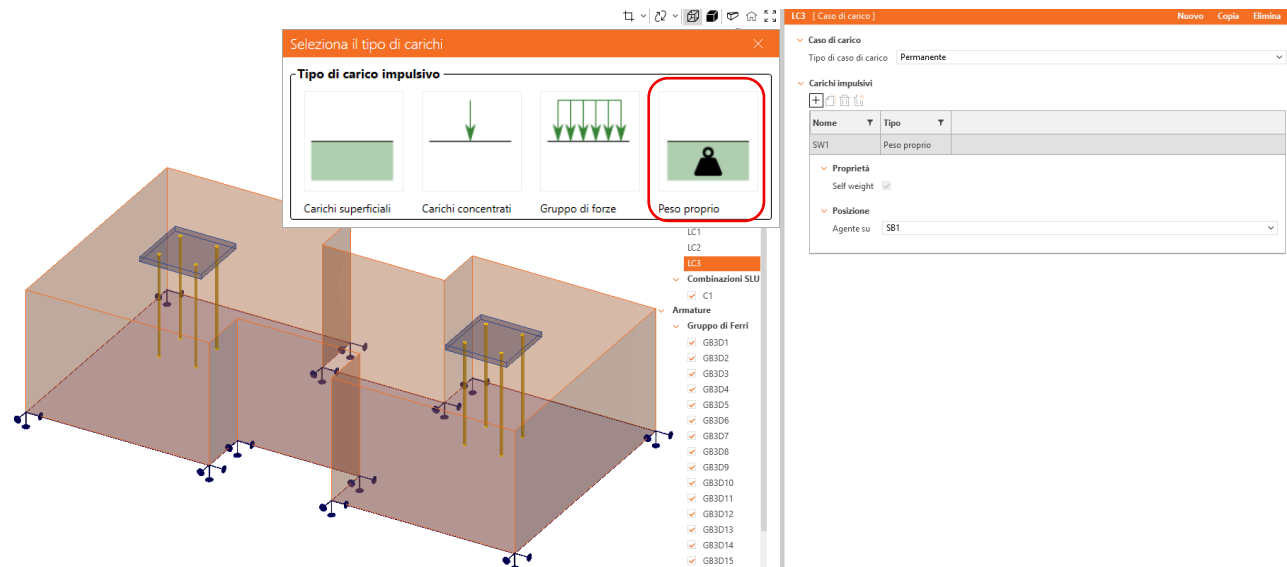
L'utente può attivare o disattivare la visualizzazione della griglia utilizzando il pulsante **Griglia** della barra multifunzione. Il sistema di coordinate locali viene stabilito tramite le impostazioni della griglia delle proprietà. Il piano XY è definito dalla superficie selezionata, mentre la direzione dell'asse X è determinata dal bordo scelto. Le dimensioni della griglia sono fisse con un passo di 0,25 m.



Calcolo automatico del peso proprio

L'applicazione Detail calcola automaticamente il **peso proprio** degli elementi strutturali in base alle loro dimensioni e alle proprietà dei materiali selezionati.

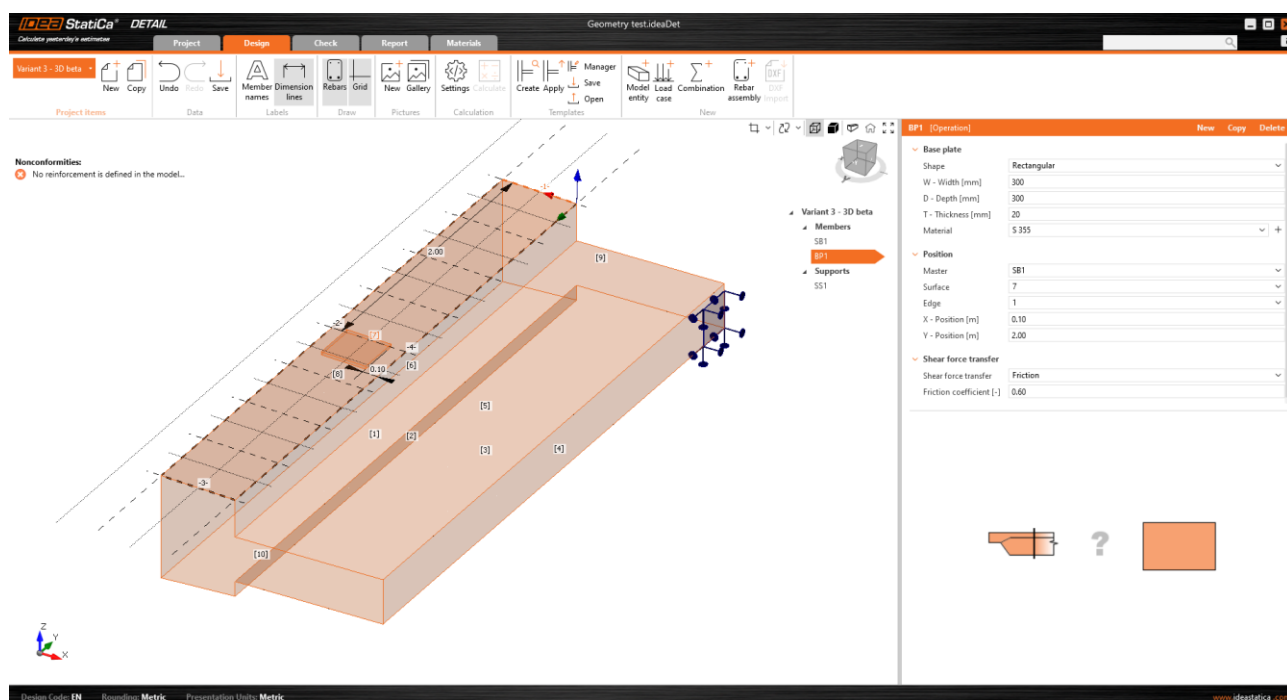
È possibile inserire quattro tipi di carichi: Carico distribuito, Carico concentrato, Gruppo di forze e Peso proprio.



Altri suggerimenti e descrizioni di funzionalità, non solo relative alla modellazione, sono disponibili nel seguente articolo: [Tutte le funzionalità di Detail 3D](#).

Dispositivi di trasferimento del carico

I **dispositivi di trasferimento del carico** contengono due entità: la **Piastra di base** e l'**Ancoraggio singolo**. Per specificare la posizione della **Piastra di base**, è necessario selezionare una **superficie** e un **bordo di riferimento**. Questi parametri definiscono l'origine delle coordinate in base alle quali vengono misurate le distanze X e Y. Sono disponibili due opzioni di definizione della forma, **Rettangolare** e **Poligono**.



La piastra di base è collegata all'elemento in calcestruzzo attraverso un contatto che trasferisce le sollecitazioni di compressione e, a scelta dell'utente, può trasmettere anche le sollecitazioni di taglio.

È possibile selezionare tre meccanismi di trasferimento delle sollecitazioni di taglio:

- per **attrito**
- per **ferro di taglio**
- per **ancoraggio**

Il software non consente di combinare questi meccanismi di trasferimento del taglio.

Attrito

Per l'opzione per **attrito**, è necessario inserire il valore di progetto del **coefficiente di attrito**.

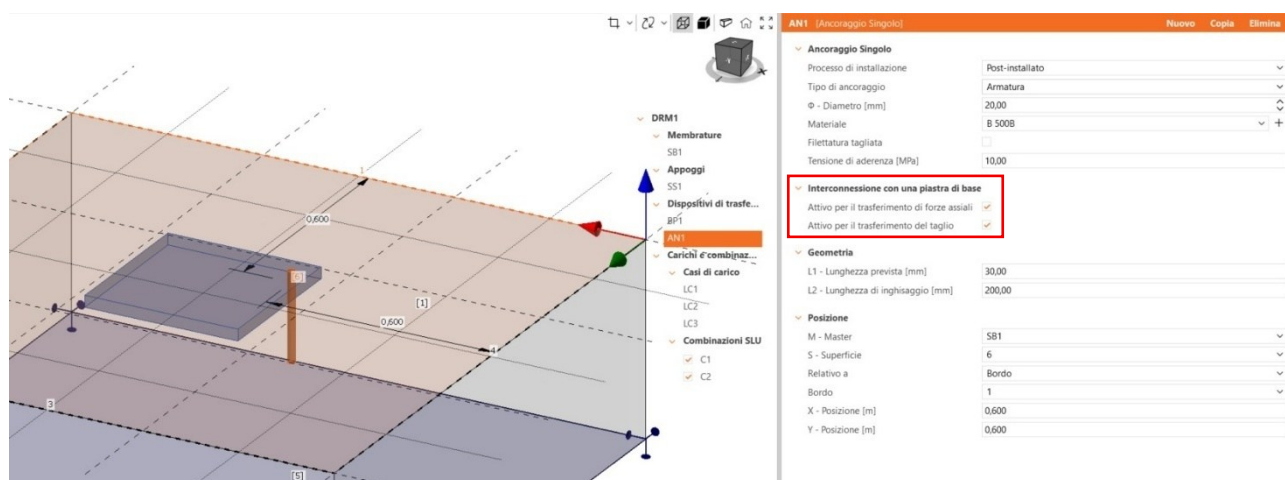
Ferro a taglio

Per l'opzione con **ferro a taglio**, è necessario inserire il **profilo** dell'acciaio, compresa la **geometria** e la **posizione**.

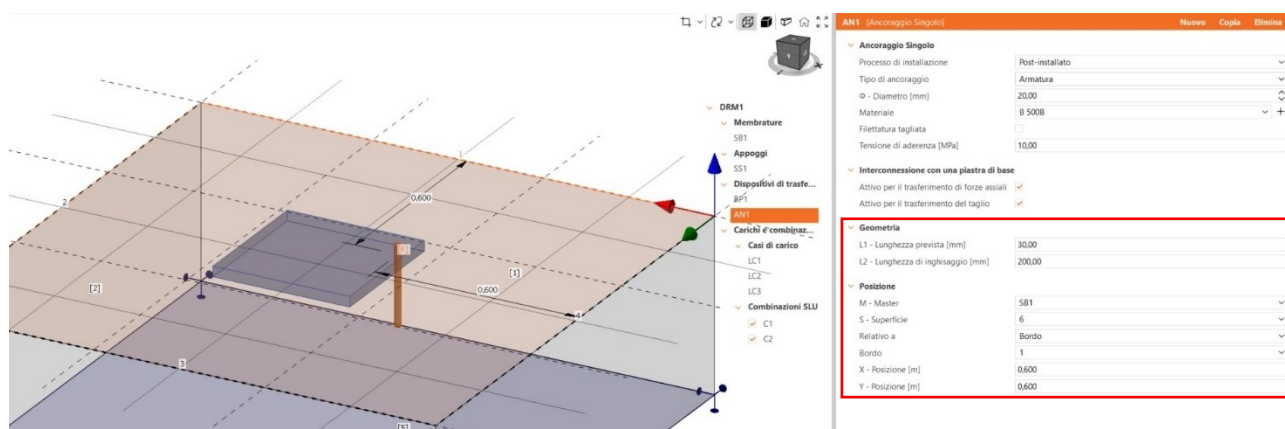
La piastra di base può trasmettere un carico concentrato o un gruppo di forze. Per un **carico puntuale**, il modello può essere caricato con sei forze interne (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y e M_z) in qualsiasi posizione della piastra di base. Per un **gruppo di forze**, l'utente può inserire le posizioni, le intensità e le direzioni delle forze in una tabella, che consente un posizionamento generico sulla piastra di base.

Ancoraggio

Un secondo dispositivo di trasferimento del carico, l'**ancoraggio singolo**, può essere aggiunto e **interconnesso con la piastra di base** per creare, ad esempio, una piastra di base della colonna ancorata con quattro ancoraggi (vedere la figura seguente). È anche possibile modellare ancoraggi separati senza piastra di base.



In termini di posizione e geometria, gli ancoraggi sono riferiti alla superficie e al bordo del blocco, compresa la determinazione della posizione relativa come nel caso della piastra di base. Naturalmente, è possibile specificare la lunghezza dell'ancoraggio nel calcestruzzo e la lunghezza sopra la superficie del calcestruzzo.



Gli ancoraggi possono essere definiti di due tipi:

- **Gettato in opera – Armatura**
- **Post-installato (Ancoraggi chimici)**

Gettata in opera – Armatura

Per l'armatura gettata in opera, la tensione di aderenza viene utilizzata in base alla norma EN 1992-1-1 cap. 8.4.2. Inoltre, per questo tipo di ancoraggio è possibile specificare il tipo di ancoraggio come per le armature convenzionali.

▼ Ancoraggio Singolo

Processo di installazione	Gettato in opera	▼
Tipo di ancoraggio	Armatura	▼
Φ - Diametro [mm]	20,00	↕
Materiale	B 500B	▼ +
Filettatura tagliata	<input type="checkbox"/>	

Post-installata – Armatura

Per gli ancoraggi chimici, è possibile inserire direttamente la [tensione di aderenza](#), che l'utente può ricavare dalla scheda tecnica della ancorante chimico applicato. Si noti che **è necessario inserire il valore di progetto della [tensione di aderenza](#)**.

▼ Ancoraggio Singolo

Processo di installazione	Post-installato	▼
Tipo di ancoraggio	Armatura	▼
Φ - Diametro [mm]	20,00	↕
Materiale	B 500B	▼ +
Filettatura tagliata	<input type="checkbox"/>	
Tensione di aderenza [MPa]	10,00	

Input per la definizione dell'armatura



Gruppo di Armature

Il modello può essere armato con il **Gruppo di barre 3D**.

Questo tipo di armatura contiene molte opzioni, che verranno analizzate di seguito.

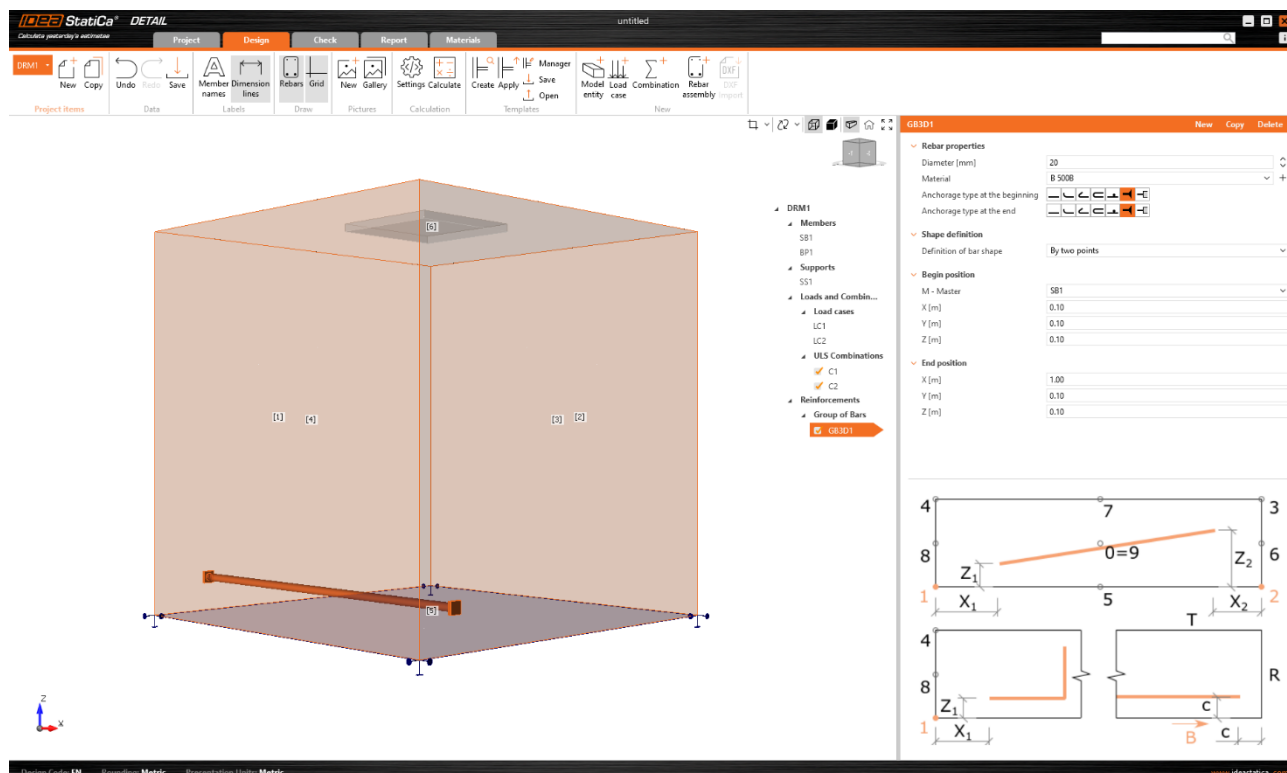


È possibile specificare 4 tipi di **Definizione della forma** delle armature:

- **Per due punti**
- **Sul bordo della superficie**
- **Sul bordo della superficie su più bordi**
- **Su polilinea**

Per ciascuno di questi elementi si possono naturalmente specificare il **diametro** e il **materiale**, compreso il **tipo di ancoraggio all'inizio e alla fine delle barre**.

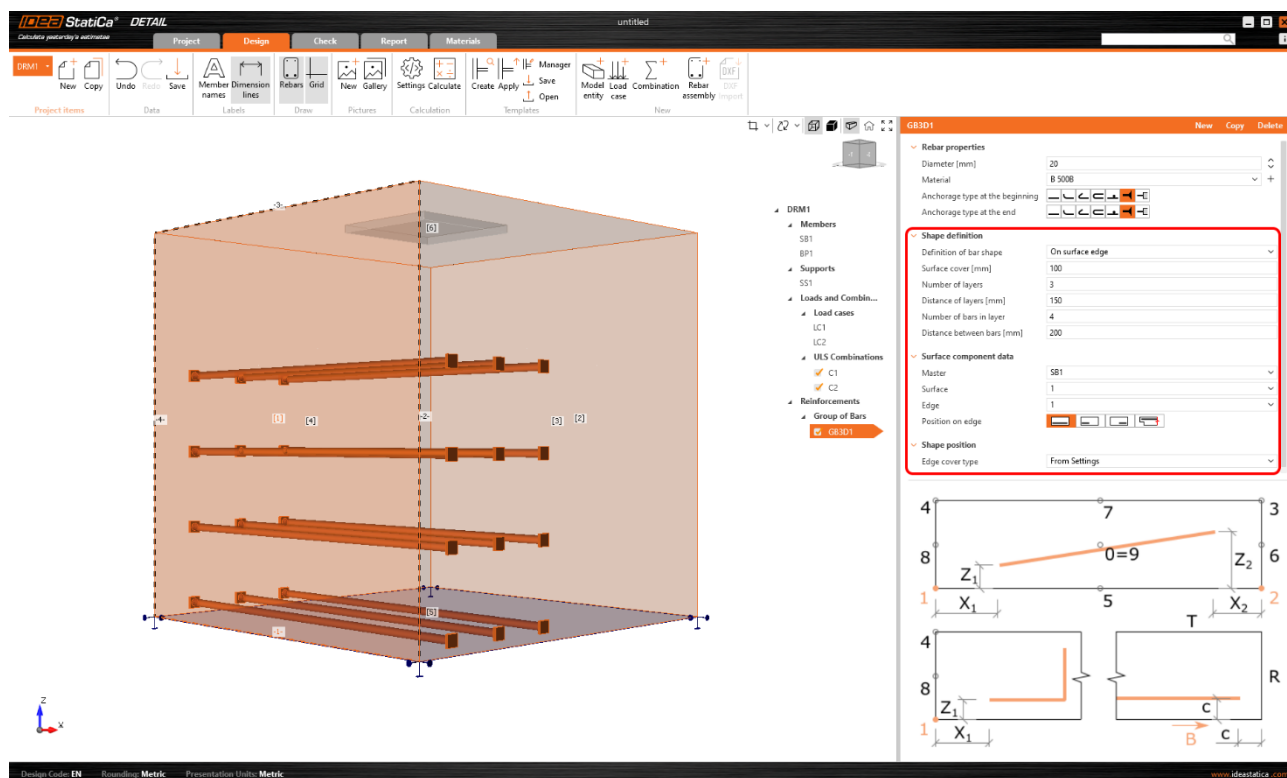
La definizione della forma della barra **Per due punti** è intuitiva. È necessario inserire due serie di coordinate cartesiane X, Y e Z.



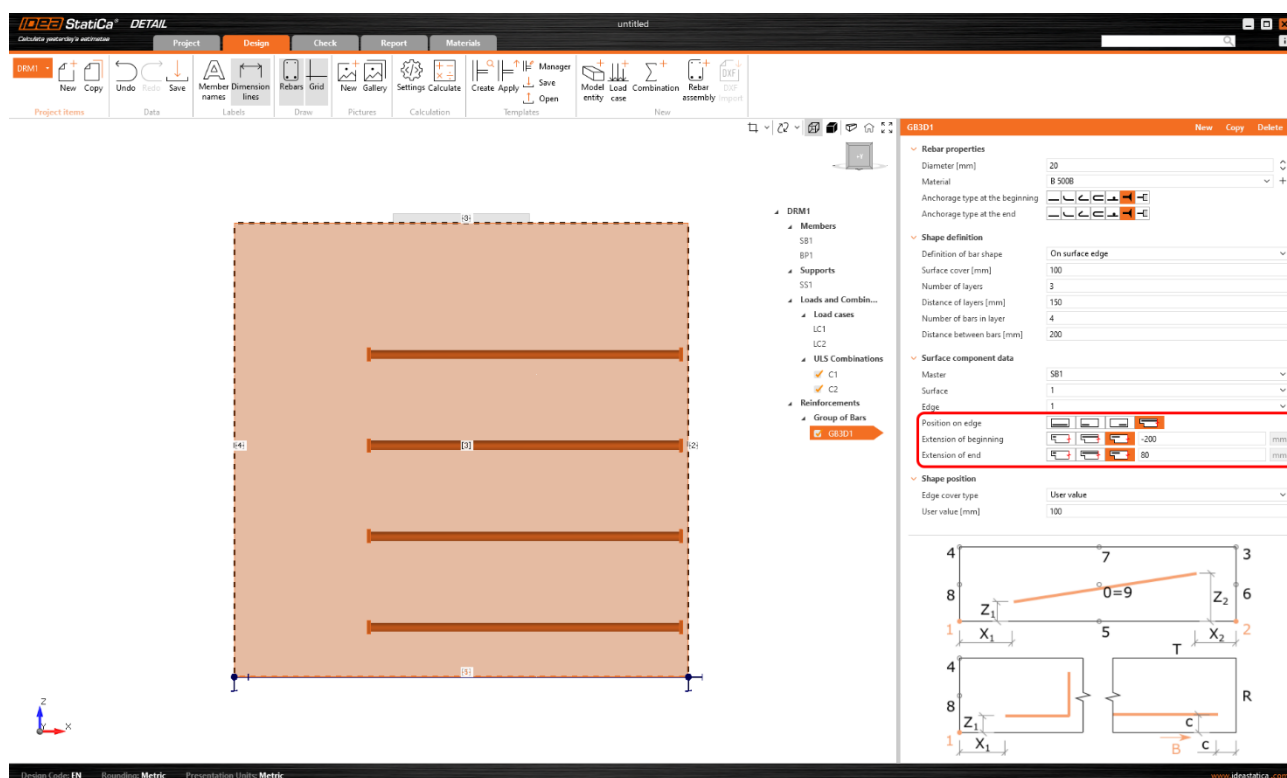
Definizione **Sul bordo della superficie** offre più controllo nella disposizione delle barre di armatura nella posizione desiderata. È possibile inserire le barre di armatura in più layers, con più barre in un layer e con distanze specifiche tra le barre all'interno e tra i layers. Naturalmente, è necessario specificare anche la superficie e il bordo di riferimento.

Successivamente è necessario specificare il **Copriferro** della superficie, che definisce la distanza dalla superficie di riferimento (dalla superficie [1] nella figura seguente) e Copriferro del bordo, che definisce la distanza degli inserti dalle superfici laterali (dalle superfici [4], [5] e [2] nella figura seguente), può essere specificato come **Da impostazioni** predefinite o da **Valore utente**.

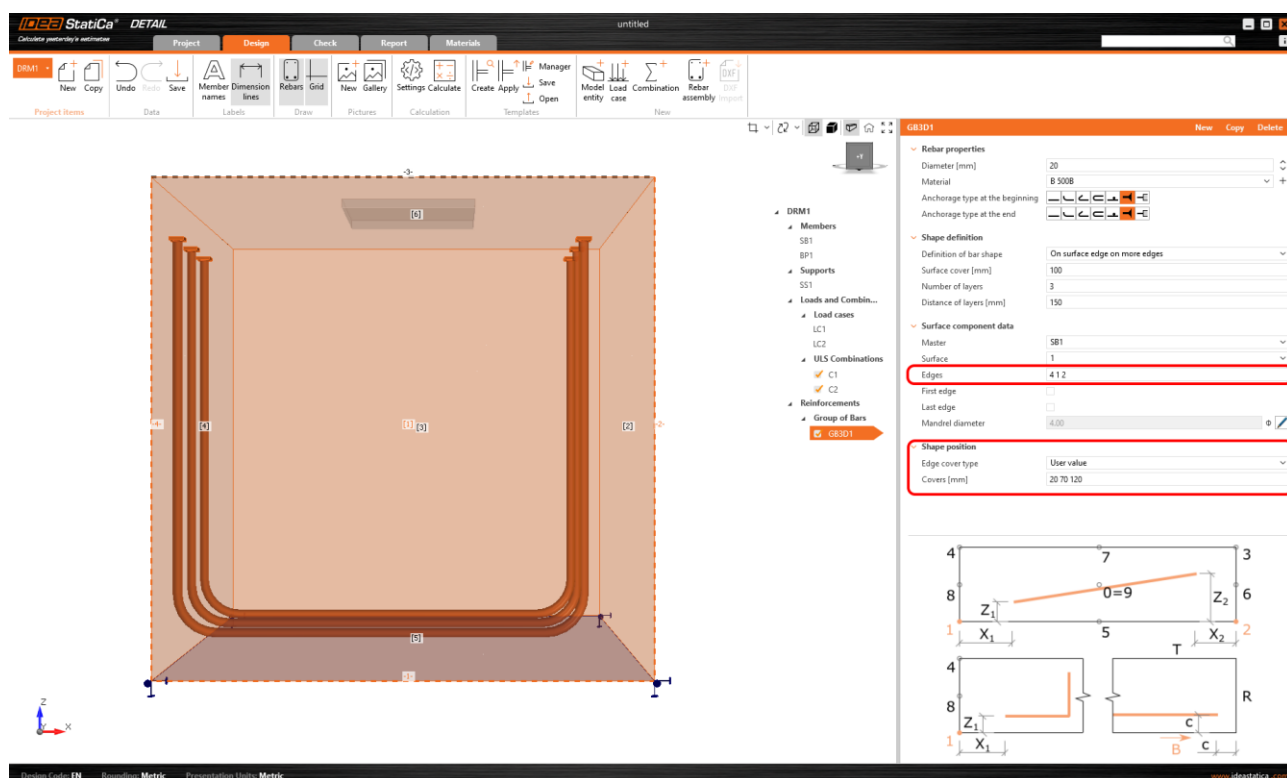
Il valore di copriferro predefinito (Da impostazioni predefinite) per l'elemento attivo del progetto si trova nel primo elemento dell'albero (chiamato per default DRM1) dell'albero. Il copriferro del bordo può essere impostato come valore unico per ogni Gruppo di barre.



Infine, la Posizione sul bordo può essere modificata per questo tipo di voce. Ad esempio, come mostrato nella figura seguente, è possibile specificare l'armatura in modo che il copriferro del bordo definito dall'utente sia applicato solo alla superficie inferiore [5]. Le superfici laterali sono controllate dall'**Estensione** dell'inizio e della fine.

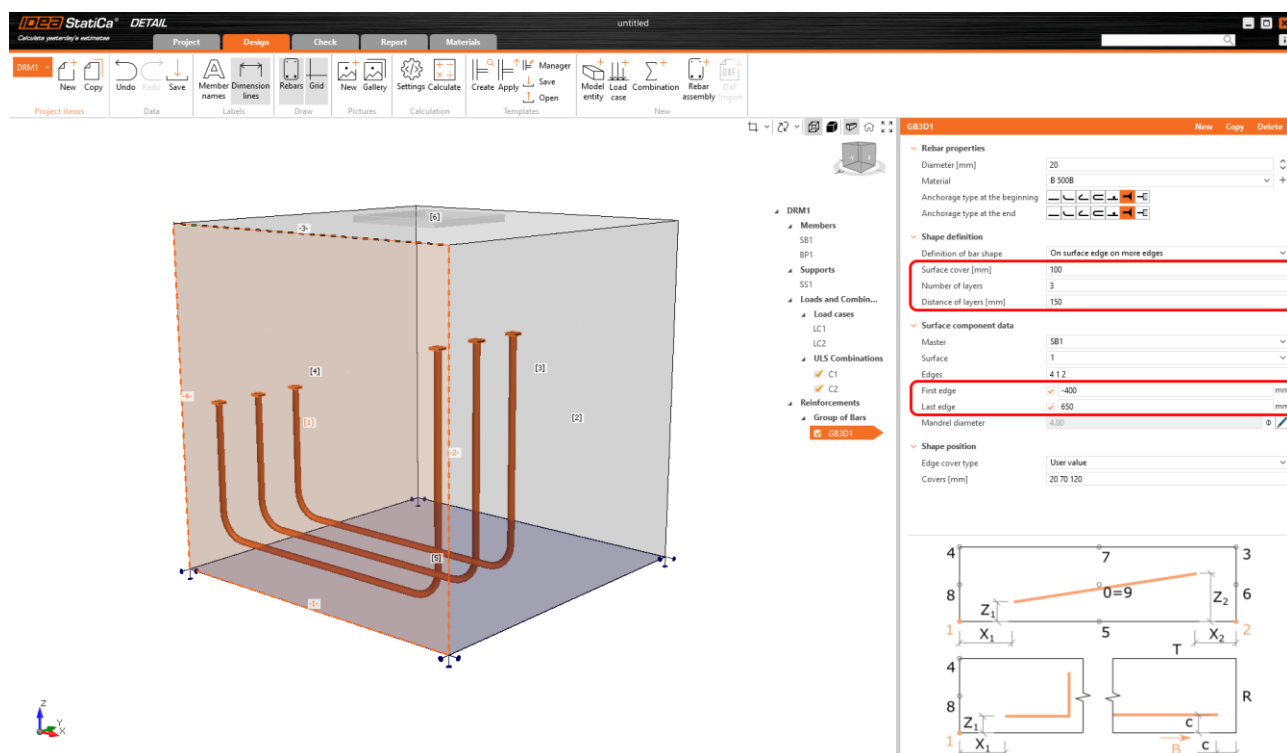


Un altro tipo di definizione è quella di **Estensione della superficie su più bordi**. In questo caso è possibile specificare un elenco di bordi o superfici su cui verrà posizionato il rinforzo, insieme a un elenco di strati di copertura per ciascuna superficie, come mostrato nella figura seguente.

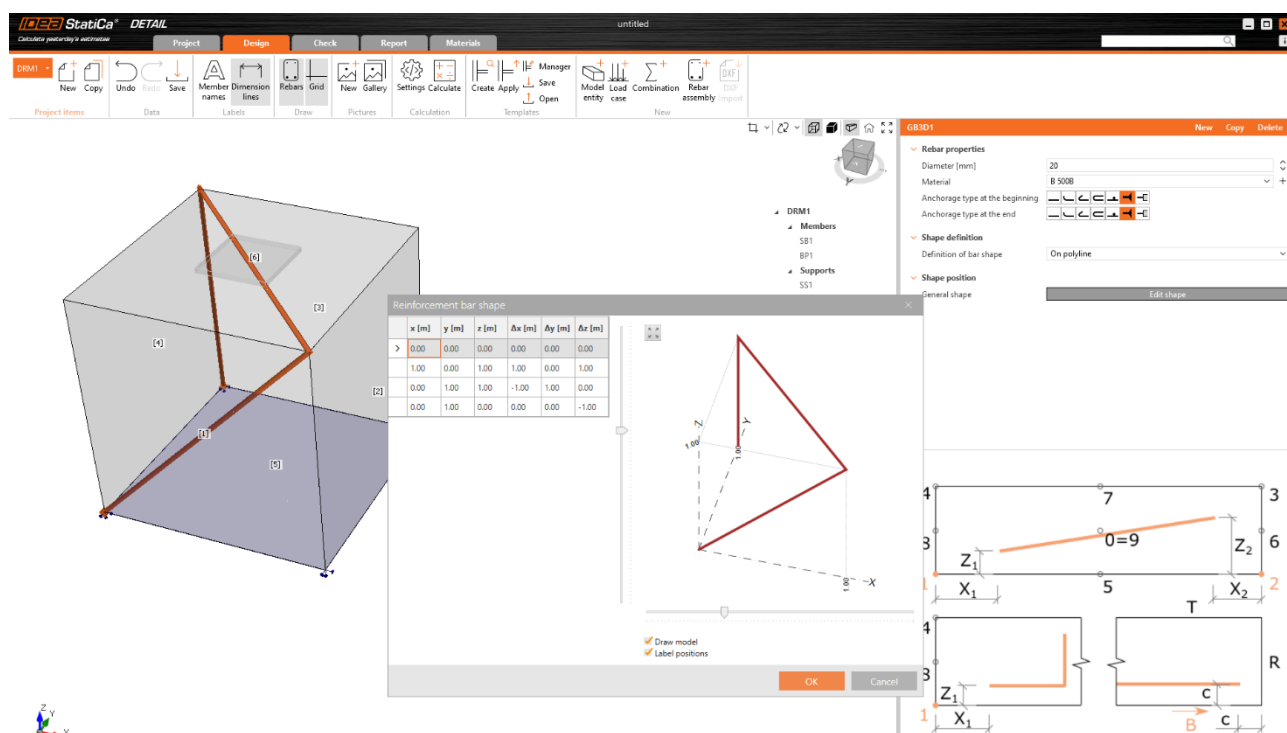


Il coprifermo può essere specificato anche utilizzando l'opzione Da impostazioni, come nel caso precedente. Anche in questo caso è possibile sfalsare l'armatura rispetto alla superficie di riferimento

utilizzando la copertura Superficie e specificando il **Numero** e la **Distanza dei layers**. È inoltre possibile allungare o accorciare le estremità dal Primo bordo e dall'Ultimo bordo.

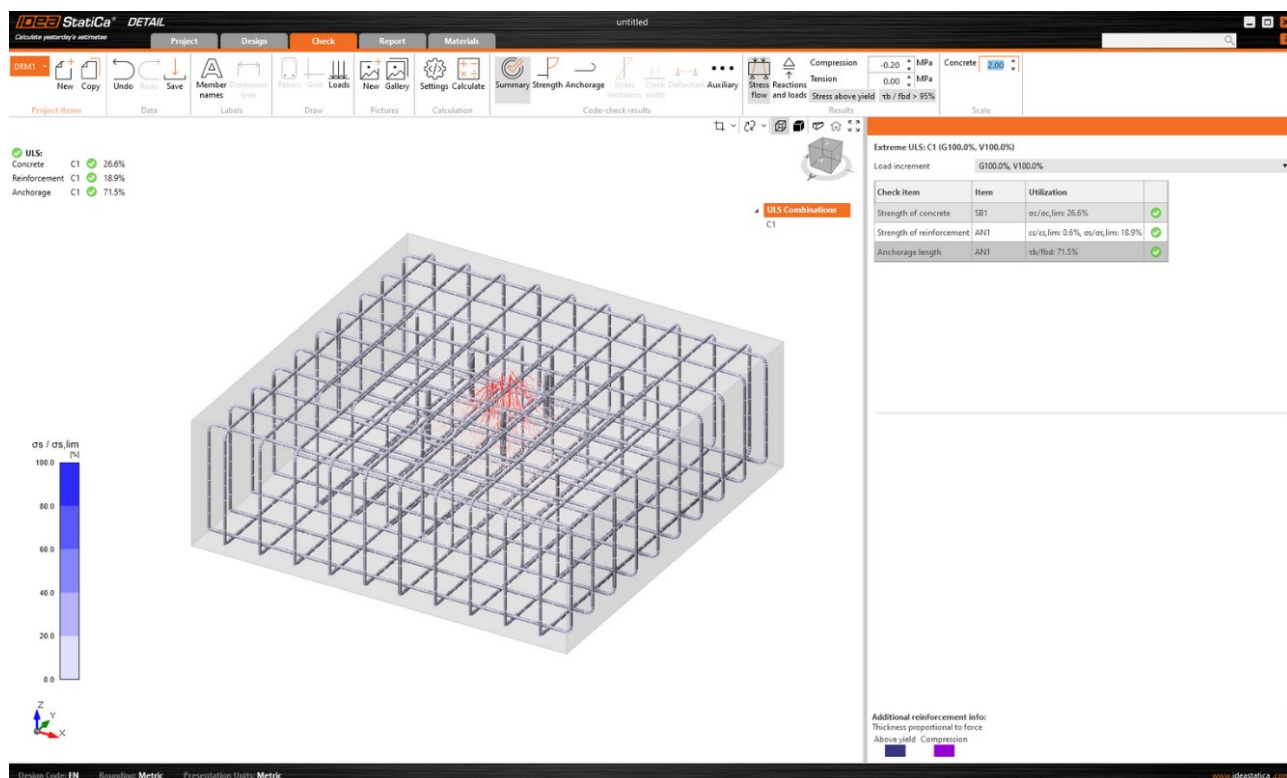


L'ultimo modo per definire l'armatura è **Sulla polilinea**. Come per le entità modello menzionate in precedenza, l'armatura può essere specificata utilizzando un elenco di coordinate copiate da un foglio di calcolo. In questo caso, per un migliore orientamento è disponibile anche una scena 3D con l'armatura visualizzata, che consente rotazioni attorno a due assi.



Importazione dell'ancoraggio da Connection a Detail

L'ancoraggio in un blocco di calcestruzzo semplice, non armato, può essere modellato e verificato con IDEA Connection. A volte può essere utile o necessario armare il blocco di calcestruzzo. Sebbene questa funzionalità non sia disponibile all'interno dell'applicazione Connection, è possibile passare alle verifiche in Detail 3D che si concentra sulla risoluzione degli ancoraggi nei blocchi di calcestruzzo e sull'analisi sia degli elementi di ancoraggio che del blocco di calcestruzzo stesso. È stato implementato un **collegamento diretto tra le applicazioni Connection e Detail** per semplificare il processo.



Gli utenti del Connection che progettano **ancoraggi secondo l'Eurocodice** possono **importare il loro modello da Connection al Detail 3D avanzato con un solo clic**.

Come funziona l'importazione automatica da Connection a Detail?

- L'importazione è consentita solo in modelli con ancoraggi. Se nel modello di Connection non è presente alcun blocco di calcestruzzo, l'esportazione nel Detail è disabilitata ("**Verifica CA**").
- Il modello in Connection deve essere calcolato. Se i risultati non sono disponibili, l'icona di esportazione ("**Verifica CA**") è disabilitata.
- È possibile importare più blocchi di calcestruzzo.

La connessione viene importata, compresi:

- **blocco di calcestruzzo**
- **ancoraggi**
- **piastra di base**
- **carichi**

Informazioni e parametri aggiuntivi che vengono impostati in base alle corrispondenti impostazioni della Connessione:

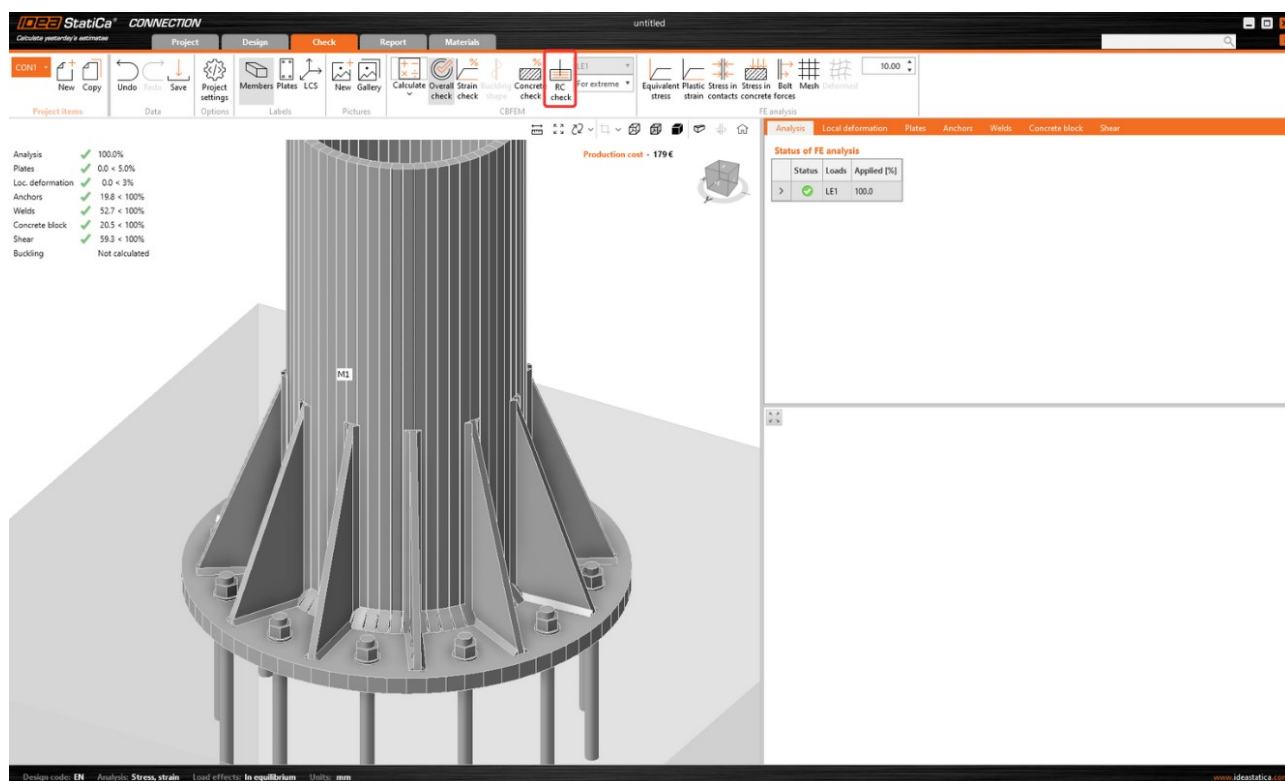
- **trasferimento a taglio (tramite Ancoraggi, Ferro a taglio e Attrito)**
- **materiale**
- **tipo di ancoraggio: chimico/in opera**
- **tipo di ancoraggio all'estremità: Rondella/Dritto/Uncino**
- **coefficiente di attrito**

Tuttavia, è necessario conoscere e considerare alcune limitazioni, pertanto consultare il paragrafo [Limitazioni da conoscere per Detail 3D](#).

Come esportare l'ancoraggio da Connection a Detail

Dopo aver creato il modello con ancoraggi in IDEA Connection (secondo **Eurocodice** o **normativa americana ACI**), fare clic sul pulsante Calcola per calcolare il modello.

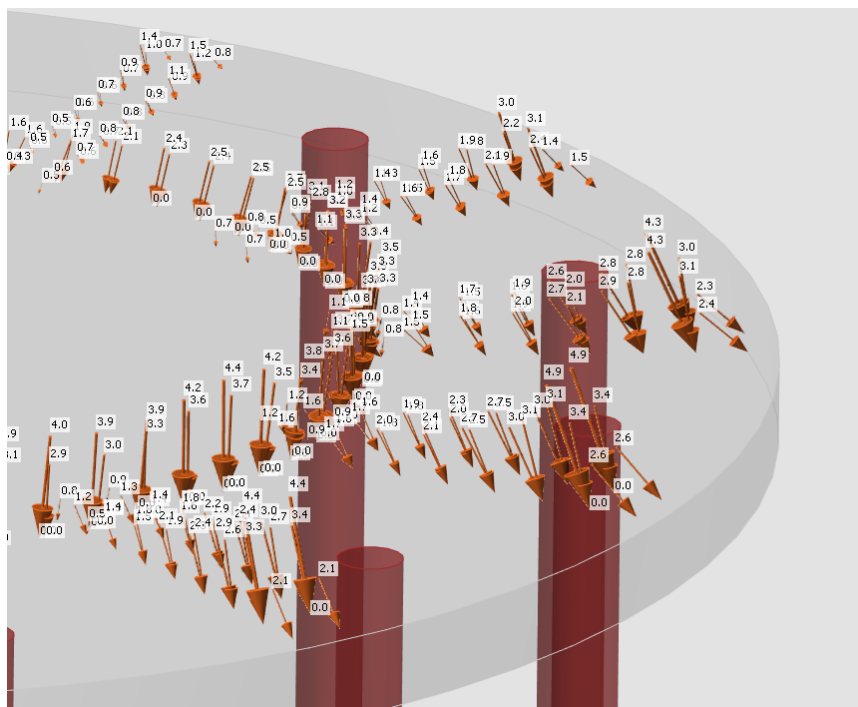
Una volta ottenuti i risultati, si attiva l'esportazione degli ancoraggi. Facendo clic sul pulsante "**Verifica CA**" nella barra multifunzione, viene visualizzata una finestra di dialogo che richiede la posizione e il nome del file di dettaglio appena creato.



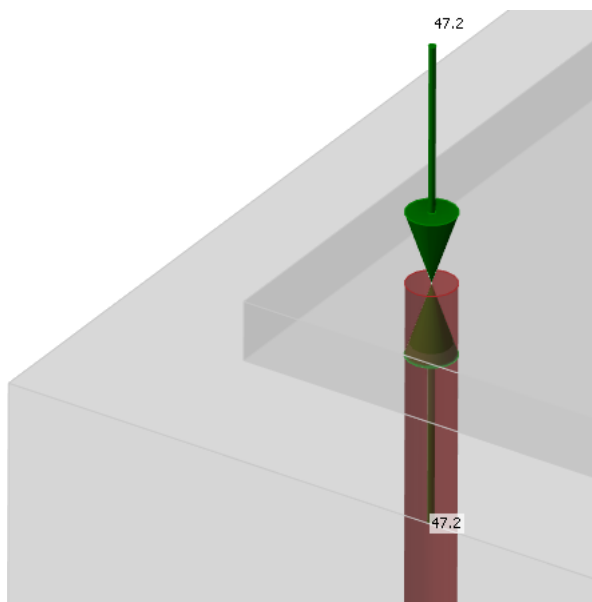
Dopo un'esportazione riuscita, viene creato il progetto in Detail. La geometria del blocco di calcestruzzo e della piastra di base, la posizione e le proprietà degli ancoraggi e il carico vengono trasferiti automaticamente in Detail. Il supporto di superficie posto sulla superficie inferiore del blocco di calcestruzzo viene creato automaticamente.

Per ogni **effetto di carico** calcolato in Connection, il caso di carico corrispondente e la **combinazione SLU** vengono creati automaticamente in Detail.

- La piastra di base è caricata dalle **forze nelle saldature**, che sono modellate come un **gruppo di forze**. Per il carico della piastra di base stessa, il carico importato è rappresentato da un gruppo di forze che seguono le sollecitazioni nelle saldature tra la piastra di base e gli elementi in acciaio nel modello Connection.



- Gli **ancoraggi** sono modellati e caricati indipendentemente dalla piastra di base e sono **caricati assialmente da carichi puntuali**. Il carico degli ancoraggi è rappresentato da una doppia freccia in direzioni opposte. Una freccia rappresenta la forza di trazione che agisce solo sulla parte superiore dell'ancoraggio. L'altra rappresenta la forza di compressione che agisce sulla piastra di base.



Quando il modello viene importato automaticamente da IDEA Connection, la casella di controllo "Trasferimento delle forze assiali" è deselezionata per impostazione predefinita, poiché **gli ancoraggi sono caricati direttamente dalle forze**.

Nota: la figura seguente non si applica alle piastre gettate in opera, dove il trasferimento della forza assiale viene verificato correttamente dopo l'esportazione. Il motivo è spiegato nel [Background teorico](#).

AN1 [Operation] New Copy Delete

Single Anchor

Anchor type: Cast-in place – Reinforcement

Φ - Diameter [mm]: 20

Material: B 500B

Anchorage type: [Diagram]

Mandrel diameter: 0.00

Interconnection with a base plate

Transfer of axial forces: ☐

Transfer of shear: ☒

1. Transfer of axial forces OFF - For Import from Connection
(Anchors loaded directly by forces to each anchor).

AN2 [Operation] New Copy Delete

Single Anchor

Anchor type: Cast-in place – Reinforcement

Φ - Diameter [mm]: 20

Material: B 500B

Anchorage type: [Diagram]

Mandrel diameter: 0.00

Interconnection with a base plate

Transfer of axial forces: ☒

Transfer of shear: ☒

2. Transfer of axial forces ON - For loading in Detail by force
on the base plate (Anchors loaded through the base plate).

- Il **taglio** viene trasferito in base all'impostazione in IDEA Connessione tramite una delle opzioni: ancoraggi, ferro a taglio o attrito. **Se la forza di taglio viene trasferita da ancoraggi, è possibile disattivare ancoraggi specifici deselezionando la casella di controllo "Trasferimento del taglio".**
- Se sono impostati **attrito** o **ferro a taglio**, il **taglio negli ancoraggi non viene mai considerato nel modello (anche se la casella di controllo è selezionata).**

Quindi basta aggiungere l'armatura necessaria utilizzando gli strumenti sopra menzionati e calcolare il modello. **Non dimenticare di impostare la [tensione di aderenza](#) per gli ancoraggi chimici (post-installati) in base ai parametri del produttore.**

È inoltre opportuno verificare che il carico indicato non ribalti il blocco di calcestruzzo. Il **ribaltamento** può essere impedito dal peso proprio o da una sufficiente forza normale di compressione. Se la forza verticale risultante è positiva (il blocco verrà sollevato dal supporto), anche il calcolo fallirà.

Poiché il calcestruzzo non agisce in trazione, il copriferro tra l'armatura inferiore e il supporto verrà staccato.

Definizione dell'ancoraggio singolo

Ancoraggi in opera o post-installati? IDEA Detail offre tutte le possibilità per i blocchi in calcestruzzo armato, consentendo di progettare e analizzare sistemi di ancoraggio complessi, tra cui ancoraggi con rosetta (piastra a rondella), headed studs e barre filettate.

Possono essere definiti tutti i seguenti tipo di ancoraggi in base al processo di installazione:

Gettato in opera

1. Armatura

Geometria	
Forma	Dritto
L1 - Lunghezza prevista [mm]	
L2 - Lunghezza di inghisaggio [mm]	Forma L
Rotazione [°]	Forma U

2. Piastra a rondella

Geometria	
L1 - Lunghezza prevista [mm]	20,00
L2 - Lunghezza di inghisaggio [mm]	300,00
Forma piastra rondella	Rettangolare
Dimensione piastra rondella [mm]	75,00

3. Headed stud

L1 - Lunghezza prevista [mm]	20,00
L2 - Lunghezza di inghisaggio [mm]	300,00
Diametro della testa [mm]	40,00

Ancoraggi post-installati (chimici)

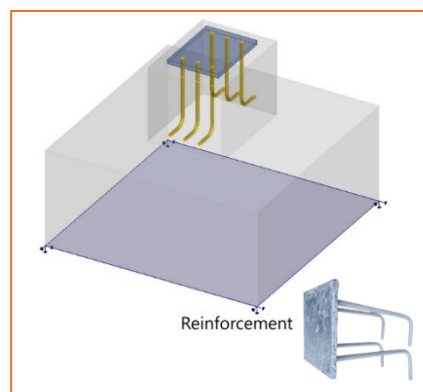
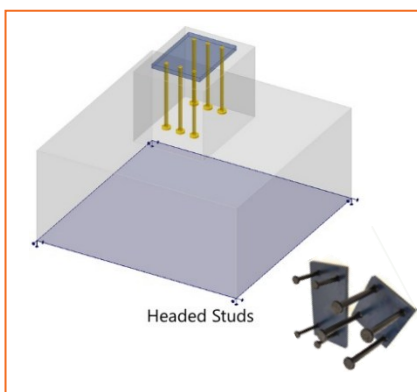
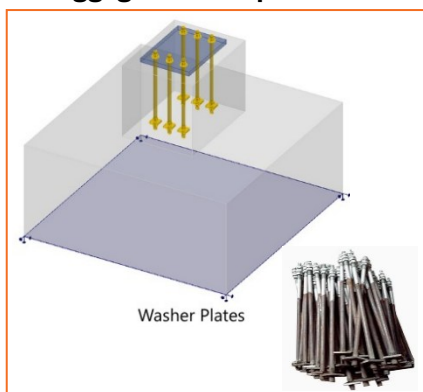
1. Armatura

Processo di installazione	Post-installato
Tipo di ancoraggio	Armatura
Φ - Diametro [mm]	20,00
Materiale	B 500B
Filettatura tagliata	<input type="checkbox"/>
Tensione di aderenza [MPa]	8,00

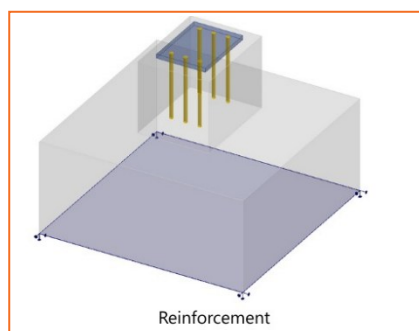
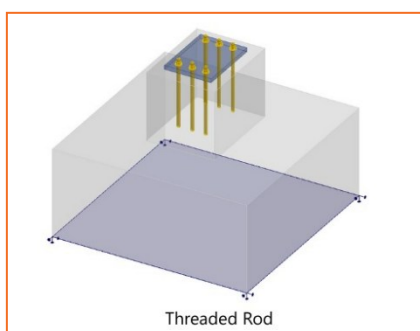
2. Barra filettata

Processo di installazione	Post-installato
Tipo di ancoraggio	Asta filettata
Φ - Diametro [mm]	20,00
Materiale	8.8
Filettatura tagliata	<input type="checkbox"/>
Tensione di aderenza [MPa]	8,00

Ancoraggi gettati in opera



Ancoraggi post-installati

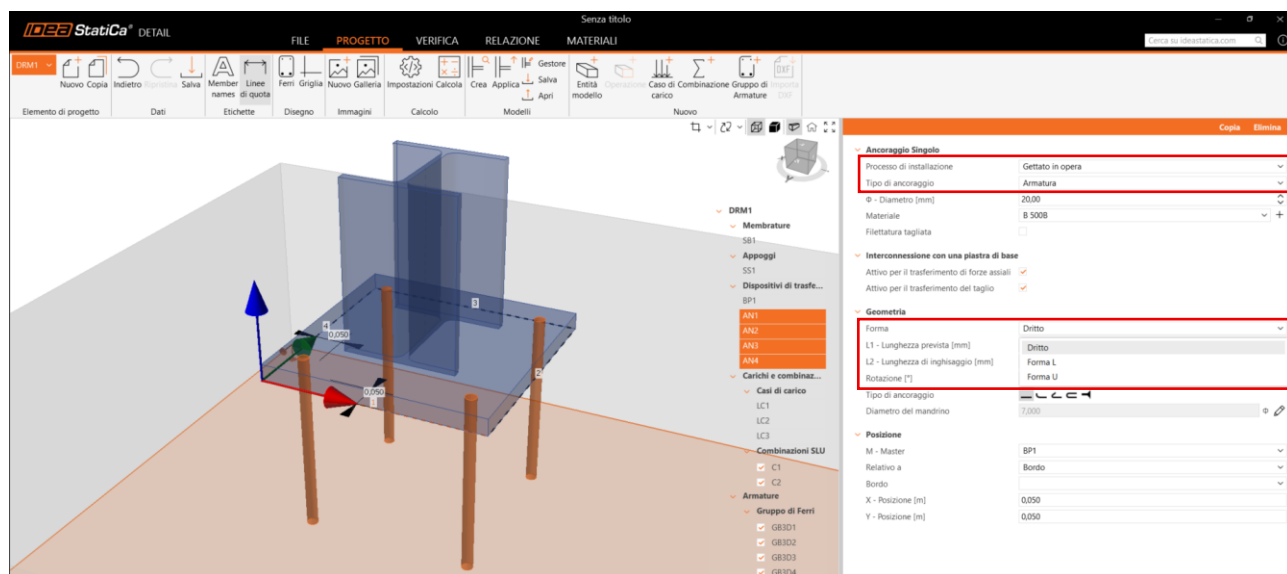


Gettato in opera

1. Armatura

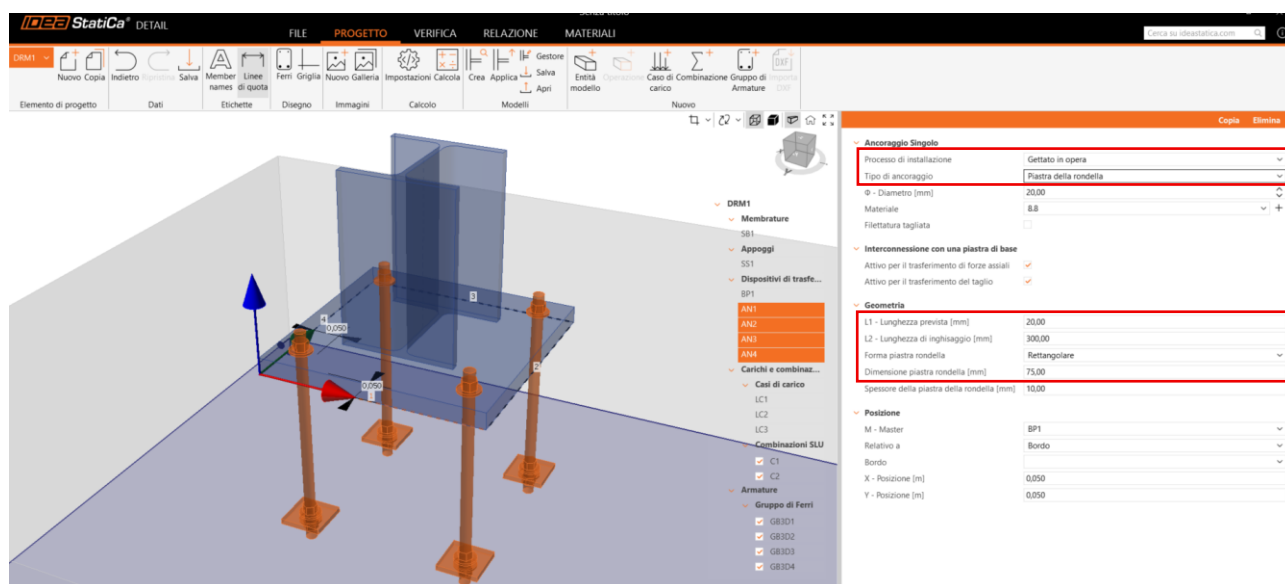
I dispositivi di fissaggio possono essere definiti direttamente per ogni specifica piastra. Gli utenti possono aggiungere un numero illimitato di elementi di fissaggio e persino combinare diversi tipi all'interno di una singola piastra. Questi sono modellati come armature nervate annegate nel calcestruzzo, con una resistenza di legame calcolata secondo le disposizioni del codice, come per le armature standard. All'estremità dell'ancoraggio, è possibile specificare un tipo di ancoraggio che funziona in modo identico all'ancoraggio dell'armatura. In questo caso, viene applicata una molla di ancoraggio, con il fattore β determinato in base al codice di progettazione selezionato.

- **Dritto:** Gli ancoraggi possono essere disposti in file e posizioni seguendo una chiave predefinita (simile al posizionamento dei bulloni nelle connessioni). È possibile definire il materiale, la lunghezza e il diametro, nonché specificare un tipo di ancoraggio.
- **Forma a L:** La configurazione dell'estremità è definita a forma di L con una lunghezza del gancio modificabile.
- **Forma a U:** Una serie continua di rinforzi che formano una forma a U, collegati su entrambi i lati.



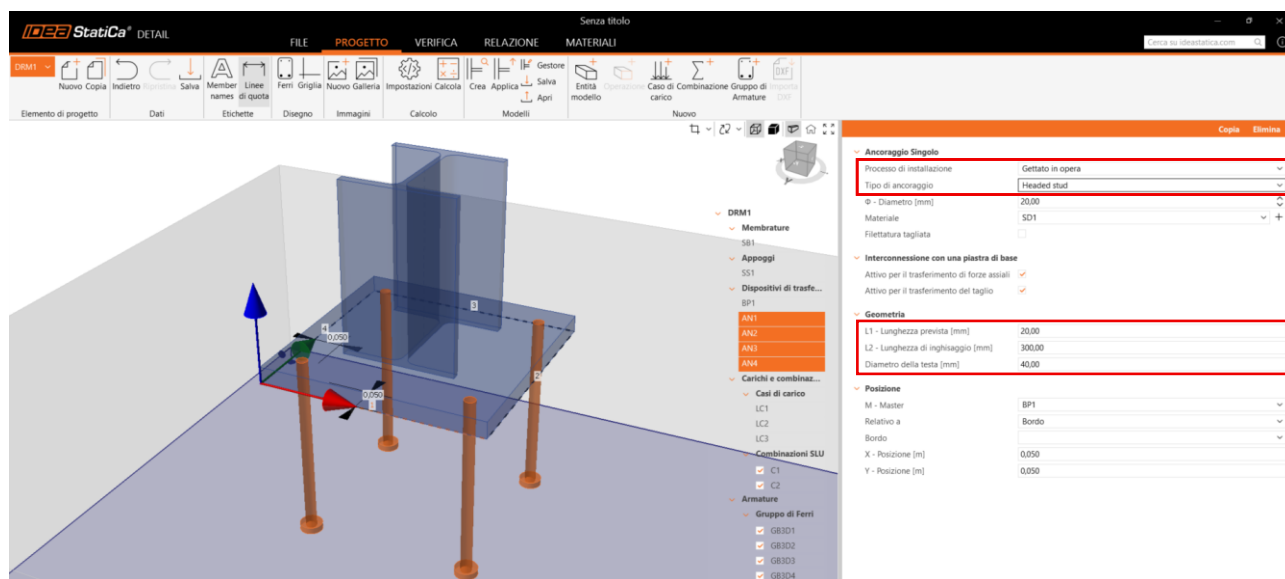
2. Piastra a rondella

La rondella è modellata come un elemento shell direttamente collegato al gambo dell'ancoraggio, che trasferisce il carico al calcestruzzo esclusivamente attraverso il contatto di compressione. Può essere definita in forma circolare o quadrata, con dimensioni completamente personalizzabili. La piastra stessa è modellata linearmente, senza plasticità, e non è soggetta a verifiche di resistenza. Poiché il gambo ha una **forza di aderenza nulla**, l'intero carico viene trasferito al calcestruzzo attraverso la piastra della rondella.

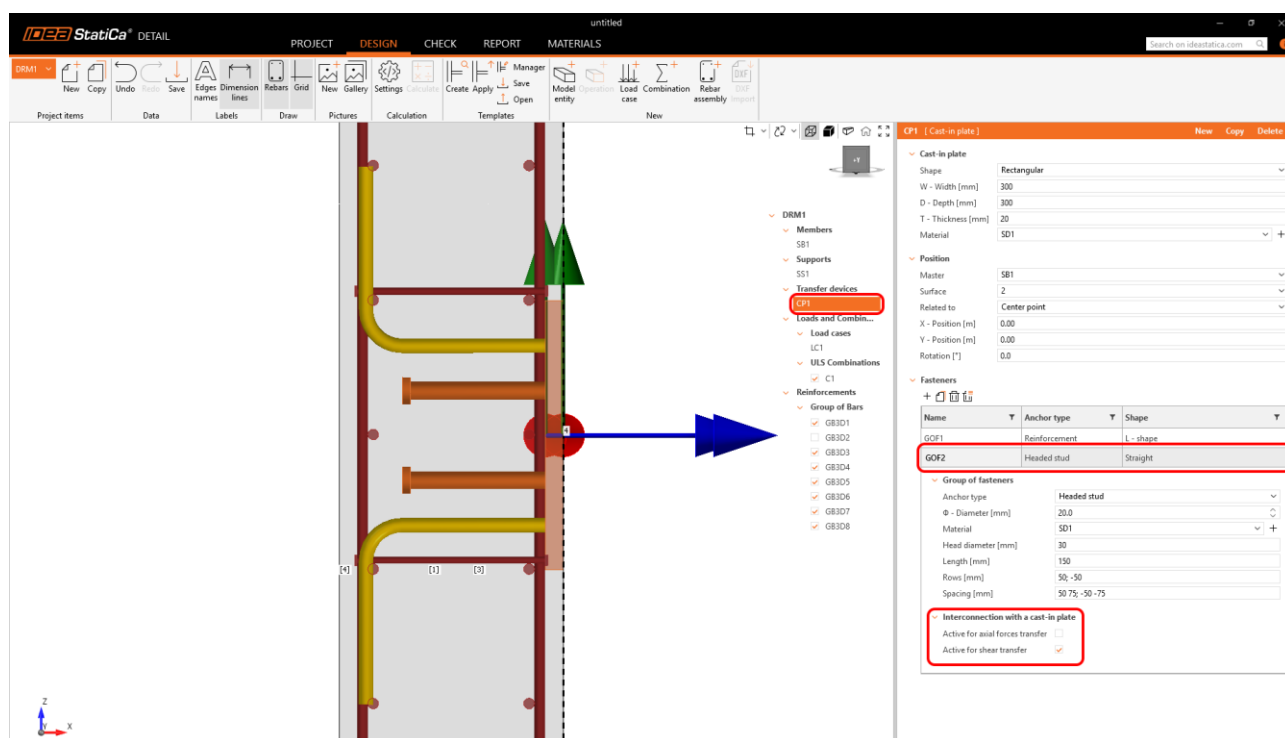


3. Headed stud (vite prigioniera con testa)

Questo elemento si comporta meccanicamente come una rondella, ma gli vengono assegnati classi di materiale corrispondenti disponibili nell'MPRL. Le vite prigioniera con testa possono anche essere disposte in gruppi all'interno dell'entità Cast-in place.



Una nuova opzione di controllo consente di definire quale gruppo di ancoraggi trasferisce tipi di carico specifici, ad esempio assegnando il taglio ai prigionieri mentre l'armatura trasporta la trazione e la compressione.



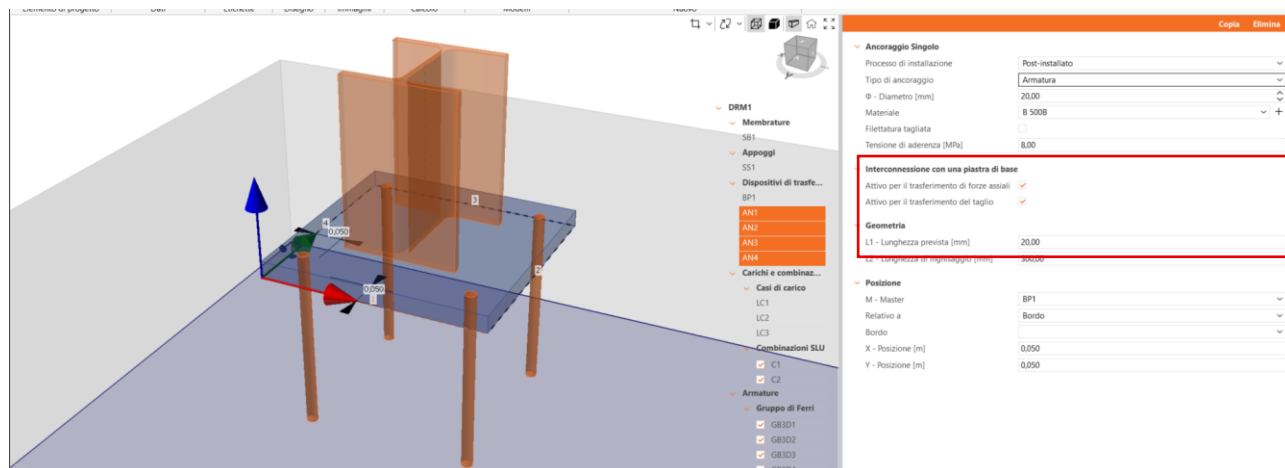
Inoltre, è stato introdotto un **criterio di arresto** per verificare la capacità di estrazione in conformità ai requisiti del codice. I valori limite per il contatto tra la testa e il calcestruzzo o tra la piastra della rondella e il calcestruzzo sono calcolati in base alle norme pertinenti e presentati in una tabella dedicata, che include il riferimento normativo e la formula che regola la tensione limite.

Code	Chapter	Equation	Calculation example	Note
EN 1992-4	7.2.1.5	$N_{Rd,p} = k_2 \cdot A_h \cdot f_{ck} / Y_c$	$7.5 \cdot A_h \cdot f_{ck} / 1.5$	According to the EN, there is the same Y_c for concrete and for pull-out.
ACI 318-19	17.6.3.2.2a	$N_{pn} = \phi \cdot \psi_{c,p} \cdot 8 \cdot A_{brg} \cdot f'_c$	$0.7 \cdot 1 \cdot 8 \cdot A_{brg} \cdot f'_c$	Strength reduction factor is according to Table 17.5.3c = 0.7
AS 5216:2021	6.3.4	$N_{Rd,p} = \phi_{Mp} \cdot k_2 \cdot A_h \cdot f_{cd}$	$1/1.5 \cdot 7.5 \cdot A_h \cdot f'_c$	ϕ_{Mp} is according to Table 3.2.4

Ancoraggi post-installati

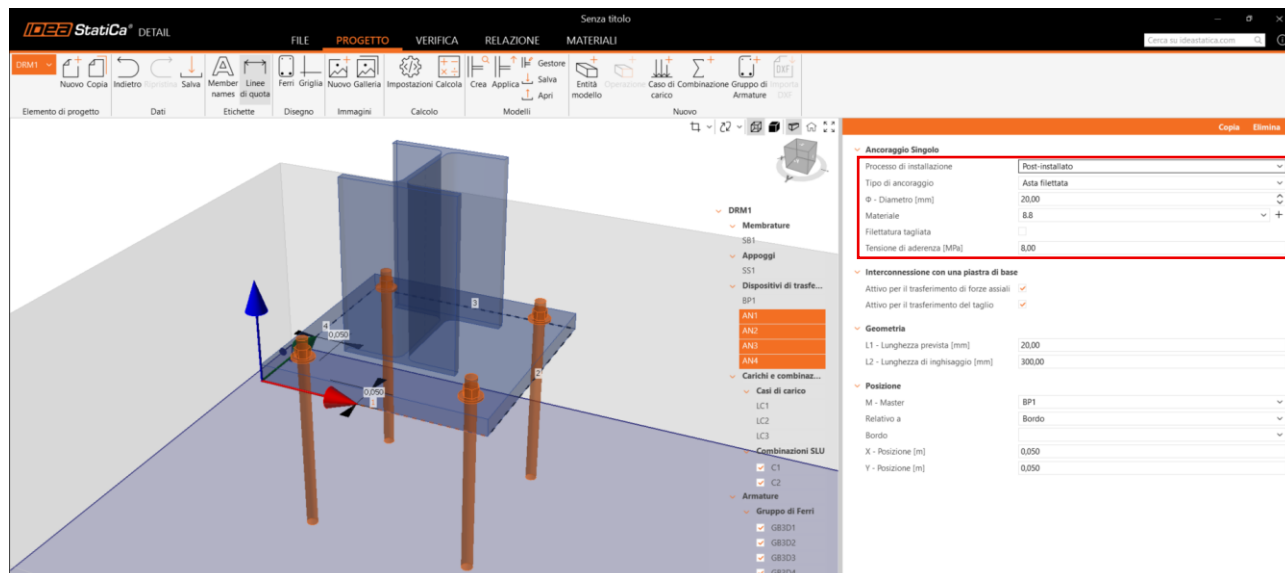
1. Armatura

Questi ancoraggi sono progettati come barre installate in fori e aderenti al calcestruzzo circostante mediante adesivo. La **tensione di aderenza di progetto** è specificata direttamente dall'ingegnere sulla base della documentazione tecnica del prodotto adesivo scelto.



2. Barra filettata

Funziona come l'armatura post-installata, ma con il vantaggio che l'MPRL offre classi di materiale standard predefiniti specifici per le barre filettate (Classe dalla 4.6 alla 12.9).



Integrazione con IDEA StatiCa Connection e codici di progettazione EN / ACI / AUS

Queste opzioni sono coerenti anche con IDEA StatiCa Connection. L'allineamento con i diversi standard è illustrato nella tabella seguente.

Installation process	Anchor type	Stand-off	Connection			Compatibility			3D Detail		
			EN	AISC	AUS	EN	AISC	AUS	EN	AISC	AUS
Cast-in-place	Reinforcement	Direct	✓	✓	□	□	□	□	✓	✓	✓
		Mortar	□	□	□	□	□	□	✓	✓	✓
		Gap	□	□	□	□	□	□	✓	✓	✓
	Washer plates	Direct	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Mortar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Stand-off	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Headed-studs	Direct	✓	✓	□	□	□	□	✓	✓	✓
		Mortar	□	□	□	□	□	□	✓	✓	✓
		Gap	□	□	□	□	□	□	✓	✓	✓
	Hooked threaded-rods	Direct	✓	✓	□	□	□	□	□	□	□
		Mortar	✓	✓	□	□	□	□	□	□	□
		Gap	✓	✓	□	□	□	□	□	□	□
Post-installed	Reinforcement	Direct	□	□	□	□	□	□	✓	✓	✓
		Mortar	□	□	□	□	□	□	✓	✓	✓
		Gap	□	□	□	□	□	□	✓	✓	✓
	Threaded-rods	Direct	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Mortar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Gap	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	General anchor	Direct	✓	□	□	□	□	□	□	□	□
		Mortar	□	□	□	□	□	□	□	□	□
		Gap	□	□	□	□	□	□	□	□	□

3D Detail	The functionality is implemented in the 3D Detail
Compatibility	The compatibility guarantee the transfer of the installation process, anchor type and stand-off between Connection and
Connection	The functionality is implemented in the Connection
Note 1)	Notification about not supported hooked anchors in Detail, and washer plate anchors are created in Detail instead
Note 2)	Functionality coming within Patch of 25.1 (25.1.1 expected)

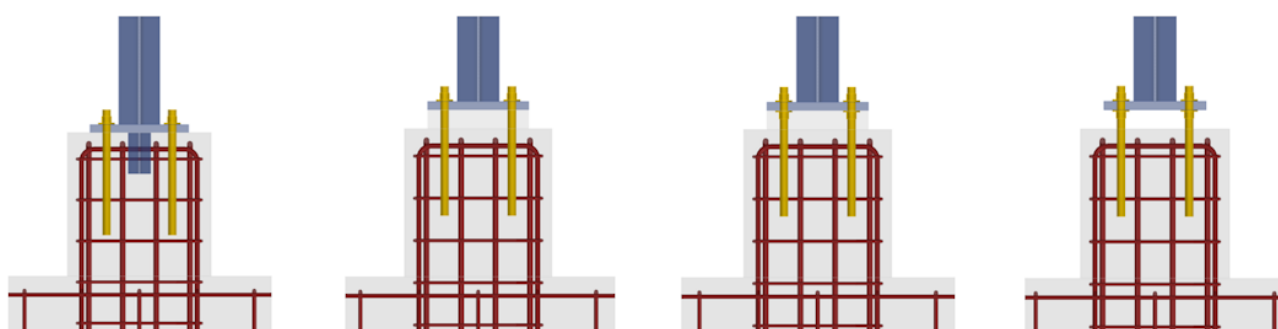
Compatibilità con le diverse normative (EN – ACI – AUS)

Opzioni per le piastre di base

IDEA Detail offre un controllo completo sullo stand-off delle piastre di ancoraggio, compresi i giunti di malta e i gap. Insieme alle piastre cast-in, offre agli utenti una soluzione completa per la maggior parte dei casi di ancoraggio.

Ecco una panoramica degli scenari più comuni, tra cui **giunti di malta, dadi e controdati e spazi vuoti**. Inoltre, la funzione **Cut threat** che, se usata correttamente, può aiutare a ottenere una rappresentazione accurata del comportamento delle piastre di ancoraggio incernierate rispetto a quelle rigide. Questa funzione migliora l'accuratezza fisica senza compromettere l'efficienza del calcolo.

Stand-off



Direct

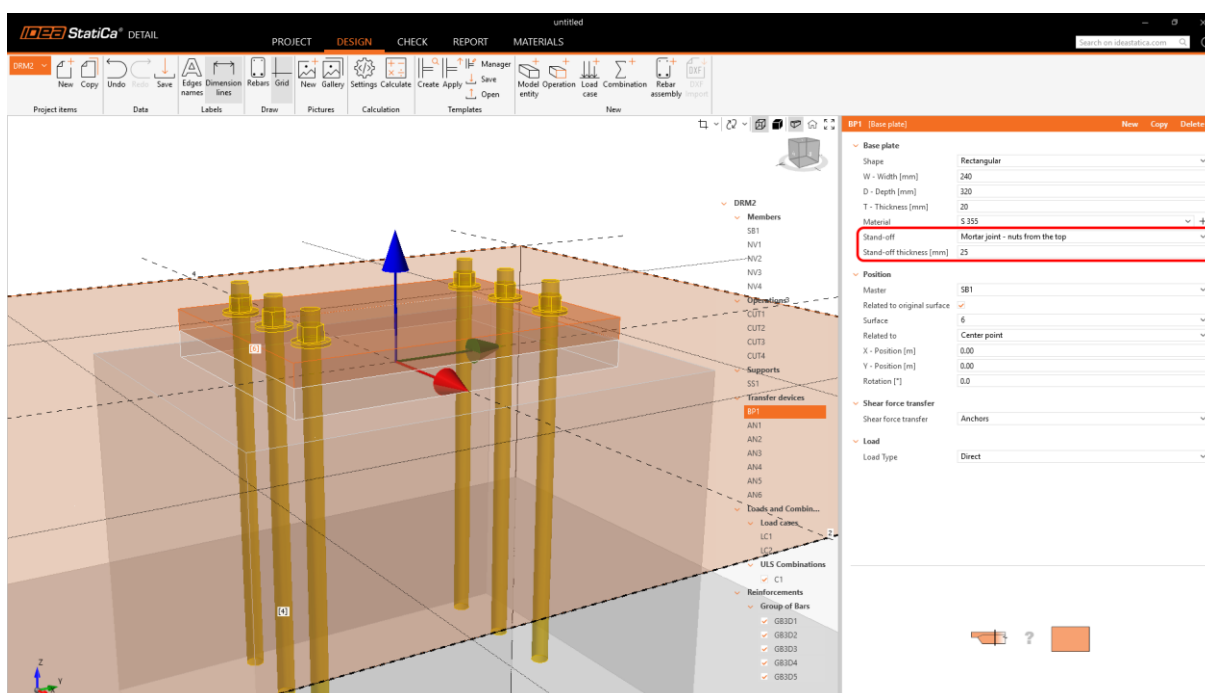
Mortar joint with
nuts from the top

Mortar joint with nuts
from the top and bottom

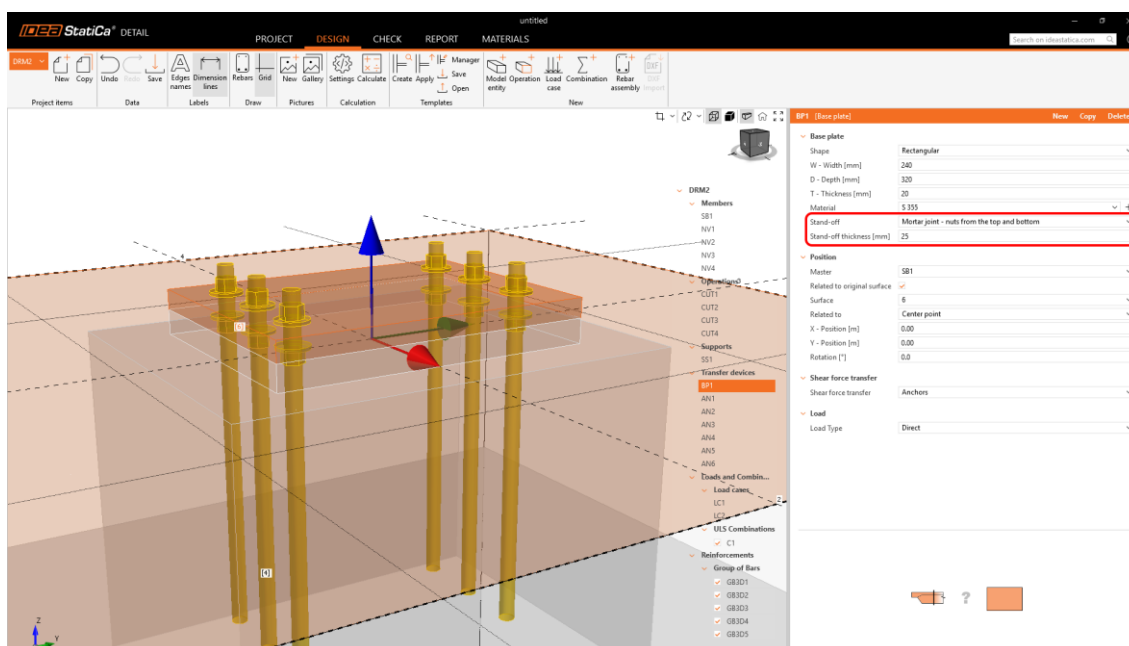
Gap

Stand-off

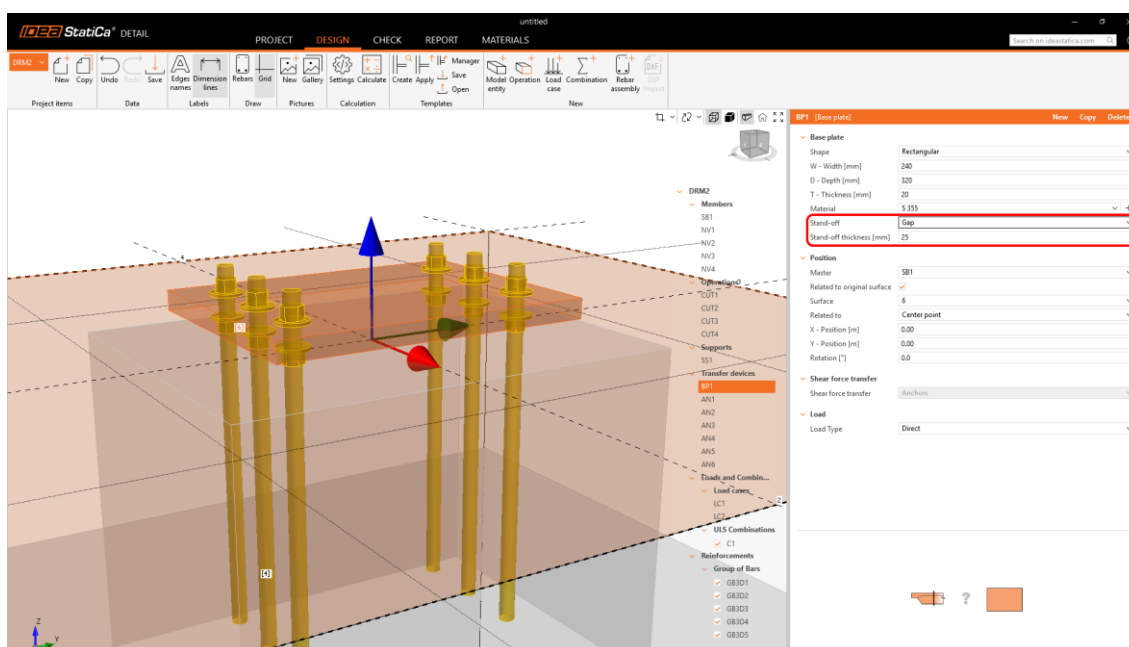
- **Giunto di malta - dadi dall'alto:** è possibile definire uno strato di malta con uno spessore specificato. Gli ancoraggi sono collegati solo dall'alto, modellando un comportamento a cerniera.



- **Giunto di malta - dadi dall'alto e dal basso:** uno strato di malta con dadi su entrambi i lati, che consente una connessione fissa tra ancoraggio e piastra.



- **Gap:** è possibile specificare uno spazio verticale sotto la piastra. Gli ancoraggi vengono quindi caricati direttamente, senza contatto tra piastra e calcestruzzo.



Tipi di ancoraggio

Gli utenti possono aggiungere **un numero illimitato** di elementi di fissaggio e persino combinare più tipi all'interno di una singola piastra e possono essere **gettati in opera** o **post-installati**.

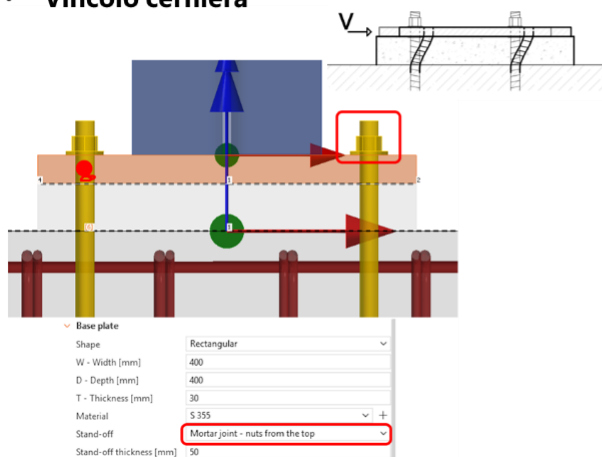
Opzione filettatura tagliata (Cut thread)

L'opzione **filettatura tagliata (Cut thread)** presente nelle proprietà dell'ancorante consente di controllare il modo in cui l'ancorante si collega alla piastra di base e definisce il comportamento da aspettarsi dalla connessione acciaio-calcestruzzo.

- Per i pilastri e l'armatura gettata in opera connessa alla piastra di base (non per le piastre Cast-in), si distingue tra una **connessione bullonata (cerniera)** e una **connessione saldata (rigida)** - visibile nella scena 3D.

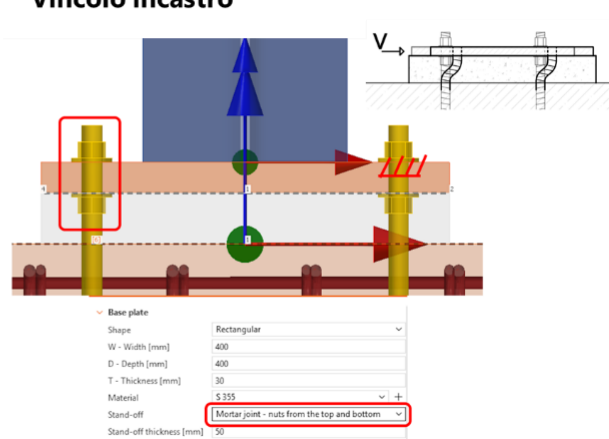
Giunto di malta – dado superiore

- Vincolo cerniera**

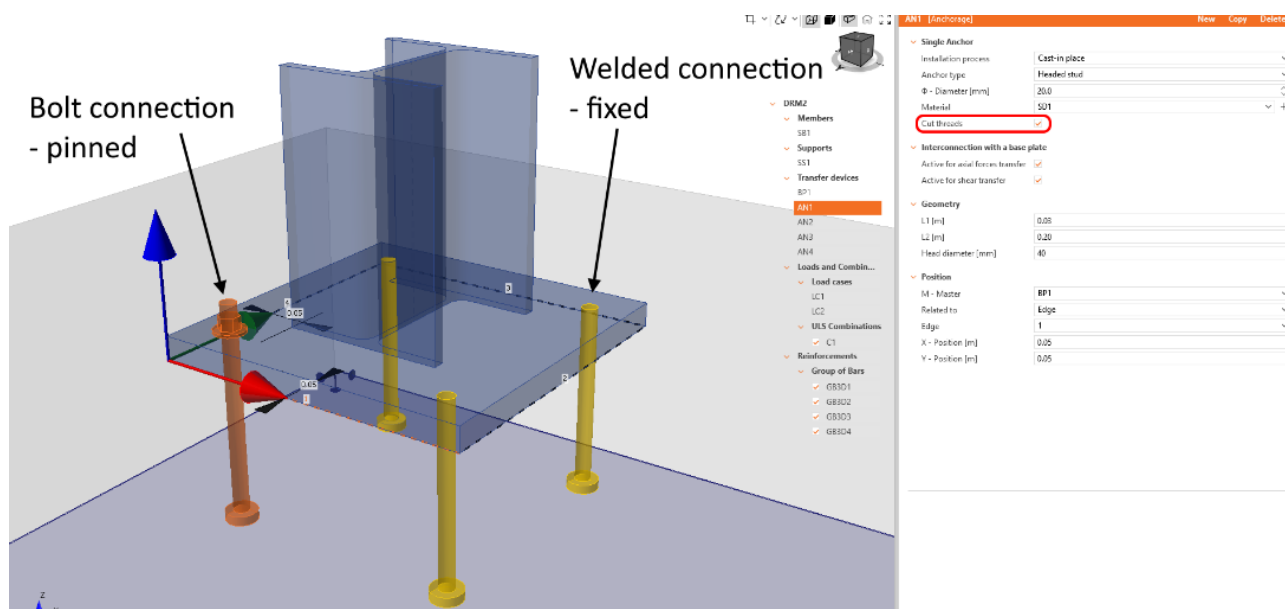


Giunto di malta – dado superiore e inferiore

- Vincolo incastro**



- La modalità di connessione ancoraggio-piastra ha un'influenza significativa sulla resistenza al taglio dal punto di vista dell'appoggio del calcestruzzo.



Per la EN, la resistenza dell'ancoraggio con filettatura tagliata è ridotta secondo la norma EN 1993-1-8 3.6.1 (3). Il coefficiente di riduzione per i filetti tagliati può essere impostato nella finestra Impostazioni del progetto.

Impostazioni del progetto

Codice di progetto EU

Cerca in Impostazioni

- ▼ **Solutore**
 - Analisi e verifiche
 - Impostazioni ancoraggio
 - Ottimizzazione topologia
 - Impostazioni Mesh
- ▼ **Verifica ancoraggio**
 - Selezione del codice di progettazione
- ▼ **EN 1992-1-1 ed. 2 (2015)**
 - Capitolo 2
 - Capitolo 3
 - Capitolo 5
 - Capitolo 7
 - Capitolo 8
- ▼ **EN 1992-4 (2018)**
 - Capitolo 4
 - Capitolo 7
- ▼ **EN 1993-1-8 (2005)**
 - Capitolo 2
 - Capitolo 3
- ▼ **EN 1994-1-1 (2004)**
 -

▼ **Capitolo 3**

Fattore di riduzione per filetti tagliati	0,85
α_v (per 4,6, 5,6 e 8,8)	0,6
α_v (per 4,8, 5,8, 6,8 e 10,9)	0,5
k_2	0,9

- Lo strato di malta è modellato come un **elemento shell**, con la sua rigidezza presa in considerazione, mentre è incompressibile. Ciò contribuisce a ridistribuire le forze locali sul calcestruzzo ed è valido per gli spessori di allettamento tipici utilizzati nella pratica (25-50 mm).
- La distinzione tra dadi solo dall'alto (interconnessione a cerniera tra ancoraggio e piastra di base) rispetto all'alto e al basso (interconnessione incastro tra ancoraggio e piastra di base) influenza fortemente la capacità di taglio dal punto di vista dell'appoggio del calcestruzzo.

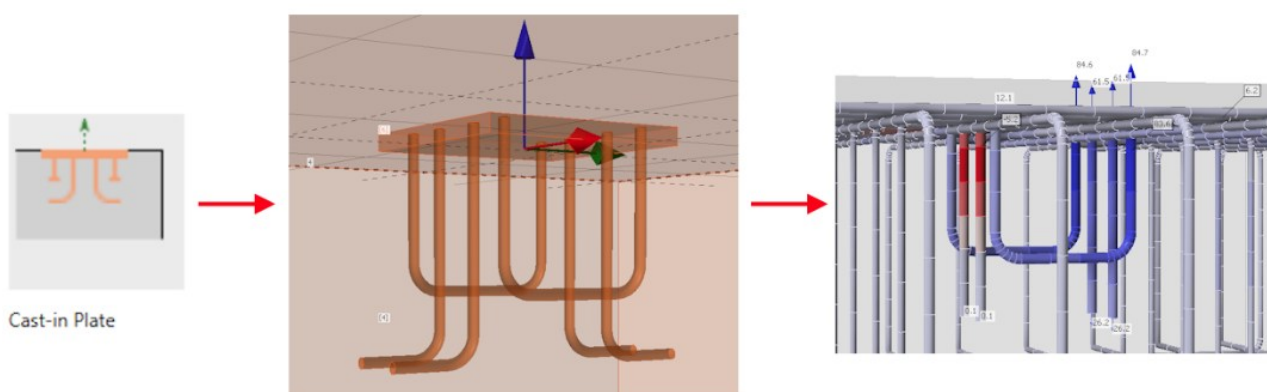
Di seguito è riportata una tabella riassuntiva che spiega i vincoli assiali e rotazionali tra la piastra di base e l'ancoraggio. Queste impostazioni di stand-off sono trasferibili quando si importano modelli da Connection. Sono disponibili anche **giunti di malta** e **spazi vuoti (gaps)**.

Base plate installation (stand-off)	"Cut threads" is active	Installation process	Anchor type	Presentation in the scene	Anchor - base plate constraint	
					Axial constraint	Rotational constraint
Direct + Mortar joint (nuts from the top)	Yes	Post-installed	Reinforcement	Top nut	Tension only	Hinged
			Threaded rod	Top nut	Tension only	Hinged
		Cast-in	Reinforcement	Top nut	Tension only	Hinged
			Washer plate	Top nut	Tension only	Hinged
			Headed stud	Top nut	Tension only	Hinged
	No	Post-installed	Reinforcement	Weld	Tension + Compression	Fixed
			Threaded rod	Top nut	Tension only	Hinged
		Cast-in	Reinforcement	Weld	Tension + Compression	Fixed
			Washer plate	Weld	Tension + Compression	Fixed
			Headed stud	Weld	Tension + Compression	Fixed
Mortar joint (nuts from the top and bottom) + Gap	Yes	Post-installed	Reinforcement	Top + bottom nuts	Tension + Compression	Fixed
			Threaded rod	Top + bottom nuts	Tension + Compression	Fixed
		Cast-in	Reinforcement	Top + bottom nuts	Tension + Compression	Fixed
			Washer plate	Top + bottom nuts	Tension + Compression	Fixed
			Headed stud	Weld	Tension + Compression	Fixed
	No	Post-installed	Reinforcement	Weld	Tension + Compression	Fixed
			Threaded rod	Weld	Tension + Compression	Fixed
		Cast-in	Reinforcement	Top + bottom nuts	Tension + Compression	Fixed
			Washer plate	Top + bottom nuts	Tension + Compression	Fixed
			Headed stud	Weld	Tension + Compression	Fixed

Piastre Cast-in

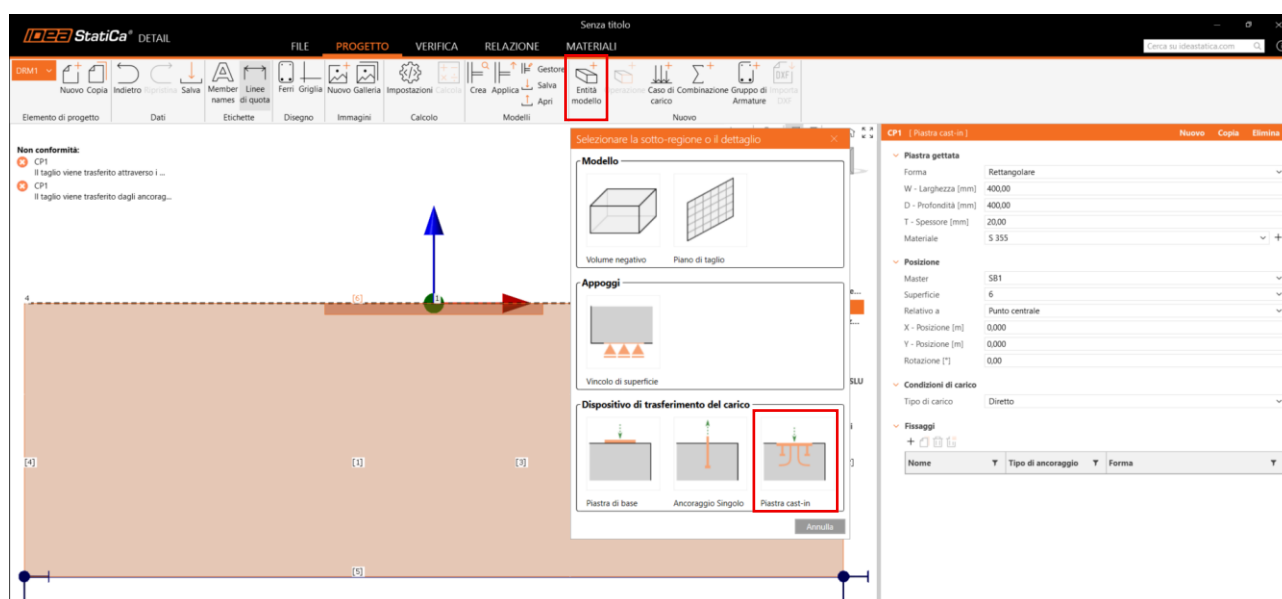
Le **piastre gettate in opera** aprono ulteriori possibilità di ancoraggio per i blocchi in c.a., consentendo di progettare e analizzare sistemi di ancoraggio complessi. Questa integrazione consente di ottimizzare i progetti e di rendere più efficiente il flusso di lavoro.

In Detail, è possibile trovare **piastre cast-in** con elementi di fissaggio/armatura di diversi tipi comunemente utilizzati in edilizia per fissare travi, colonne o elementi di facciata. Le piastre cast-in assicurano un trasferimento del carico forte e affidabile tra strutture in acciaio e in calcestruzzo.



Piastre gettate in Detail

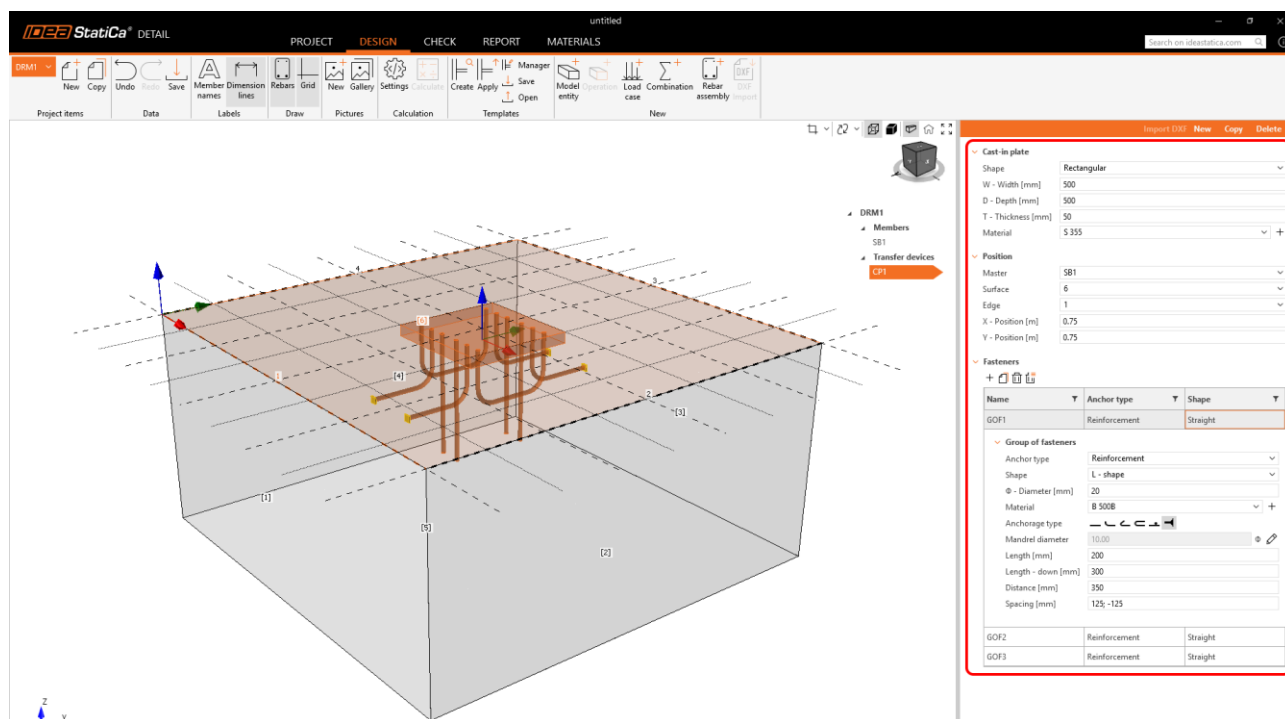
Le piastre gettate sono disponibili come **dispositivo di trasferimento del carico** nella selezione dell'entità del modello. La **geometria e la posizione della piastra** possono essere definite in un'unica griglia di proprietà, mentre una tabella aggiuntiva consente agli utenti di aggiungere e combinare più **gruppi di elementi di fissaggio**. I dispositivi di fissaggio possono essere definiti direttamente per ogni piastra specifica. Gli utenti possono aggiungere **un numero illimitato** di elementi di fissaggio e persino combinare più tipi all'interno di una singola piastra.



Tipi di armature

I dispositivi di fissaggio possono essere definiti direttamente per ogni piastra specifica. Gli utenti possono aggiungere **un numero illimitato** di elementi di fissaggio e persino combinare più tipi all'interno di una singola piastra.

La piastra Cast-in consente di realizzare **armature saldate** in tre forme: **Dritta**, **a L** e **a U**.



- **Dritto:** gli ancoraggi possono essere disposti in file e posizioni seguendo una chiave predefinita (simile al posizionamento dei bulloni nelle connessioni). Gli utenti possono definire il materiale, la lunghezza e il diametro, oltre a specificare il tipo di ancoraggio.

Group of fasteners

Anchor type	Reinforcement
Shape	Straight
Φ - Diameter [mm]	20
Material	B 500B
Anchorage type	
Length [mm]	500
Rows [mm]	175; -175
Position [mm]	50; -50

- **Forma a L:** Definita come due file di ancoraggi con spaziatura e distanza tra le file regolabili, con la possibilità di specificare il tipo di ancoraggio.

✓ **Group of fasteners**

Anchor type	Reinforcement	▼
Shape	L - shape	▼
Φ - Diameter [mm]	20	
Material	B 500B	▼ +
Anchorage type		
Mandrel diameter	10.00	Φ
Length [mm]	200	
Length - down [mm]	300	
Distance [mm]	350	
Spacing [mm]	125; -125	

- **Forma a U:** Serie continua di armature a forma di U, collegati su entrambi i lati.

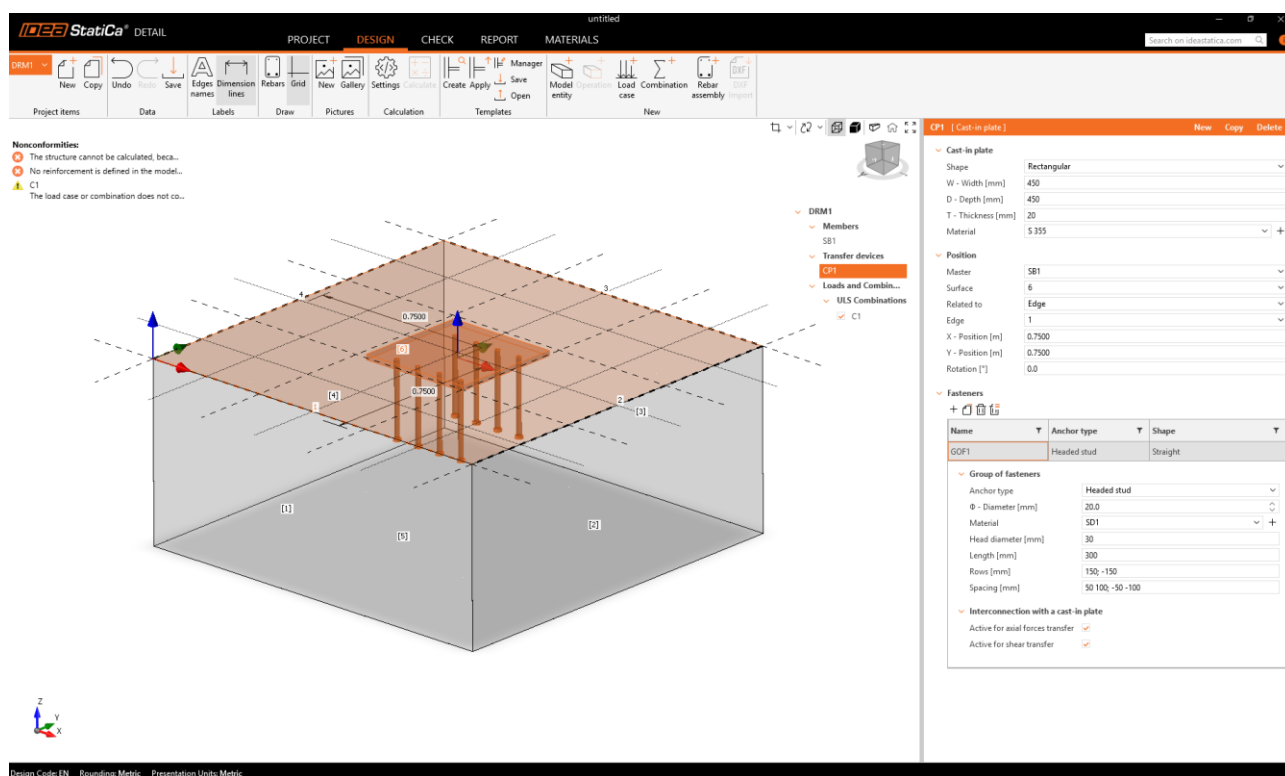
✓ **Group of fasteners**

Anchor type	Reinforcement	▼
Shape	U - shape	▼
Φ - Diameter [mm]	20	
Material	B 500B	▼ +
Mandrel diameter	10.00	Φ
Length [mm]	200	
Distance [mm]	350	
Spacing [mm]	200; -200	

Headed stud

L'Headed stud trasferisce il carico al calcestruzzo esclusivamente attraverso il contatto di **compressione**. La testa è modellata come un elemento a piastra direttamente collegato al gambo dell'ancoraggio con dimensioni completamente personalizzabili. La piastra stessa è modellata in modo lineare, senza plasticità, e non è soggetta a verifiche di resistenza. **Poiché il gambo ha una tensione di aderenza pari a zero, l'intero carico viene trasferito al calcestruzzo attraverso la testa.**

A questo elemento sono assegnati i corrispondenti gradi di materiale secondo la norma ISO 13918, disponibili nella MPRL.



Modello di comportamento

Gli ancoraggi sono trattati come elementi che resistono sia al **taglio che alla trazione**, in quanto saldati alla piastra. La loro valutazione segue gli stessi principi degli ancoraggi standard, con limitazioni simili (ad esempio, il taglio nell'ancoraggio non può ancora essere valutato nell'applicazione). Per ulteriori informazioni, si veda la sezione "[Background teorico](#)".

Un'opzione di controllo consente di definire quale gruppo di elementi di fissaggio trasferisce tipi di carico specifici, ad esempio assegnando il taglio ai prigionieri mentre l'armatura trasporta la tensione e la compressione.

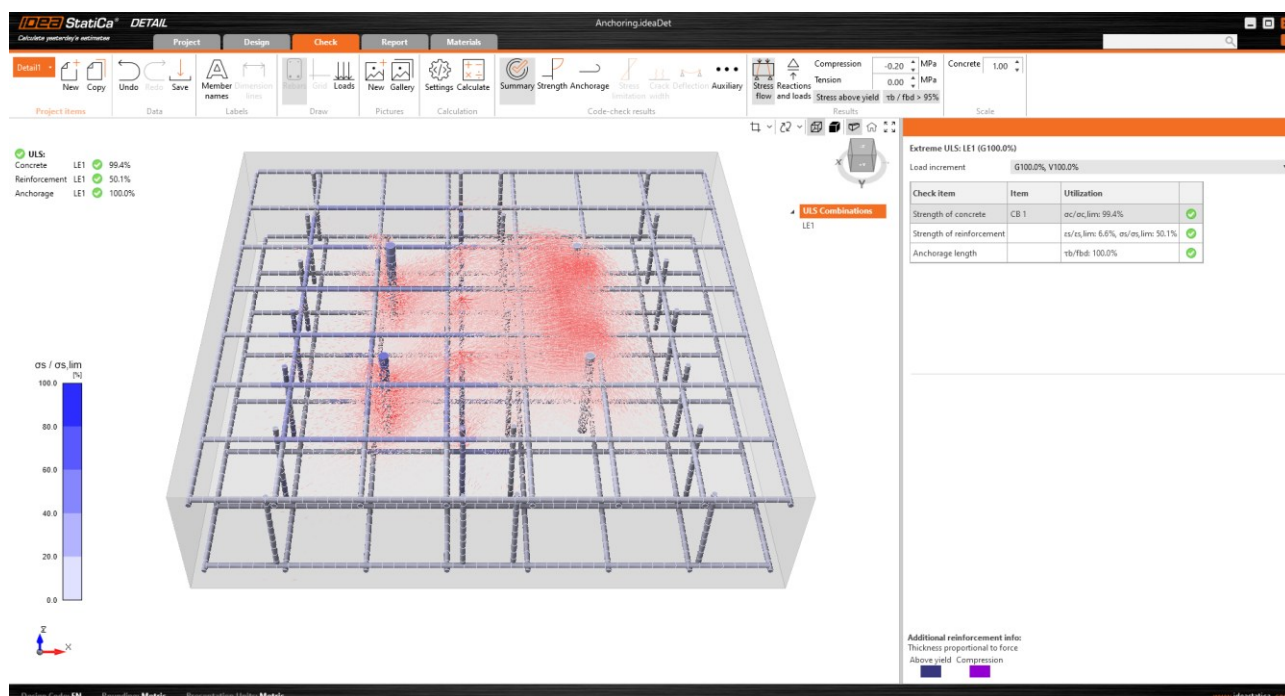
Risultati

Nella scheda Verifica è possibile visualizzare un totale di 4 tipi di risultati:

- **Riassunto**
- **Resistenza**
- **Ancoraggio**
- **Ausiliario**

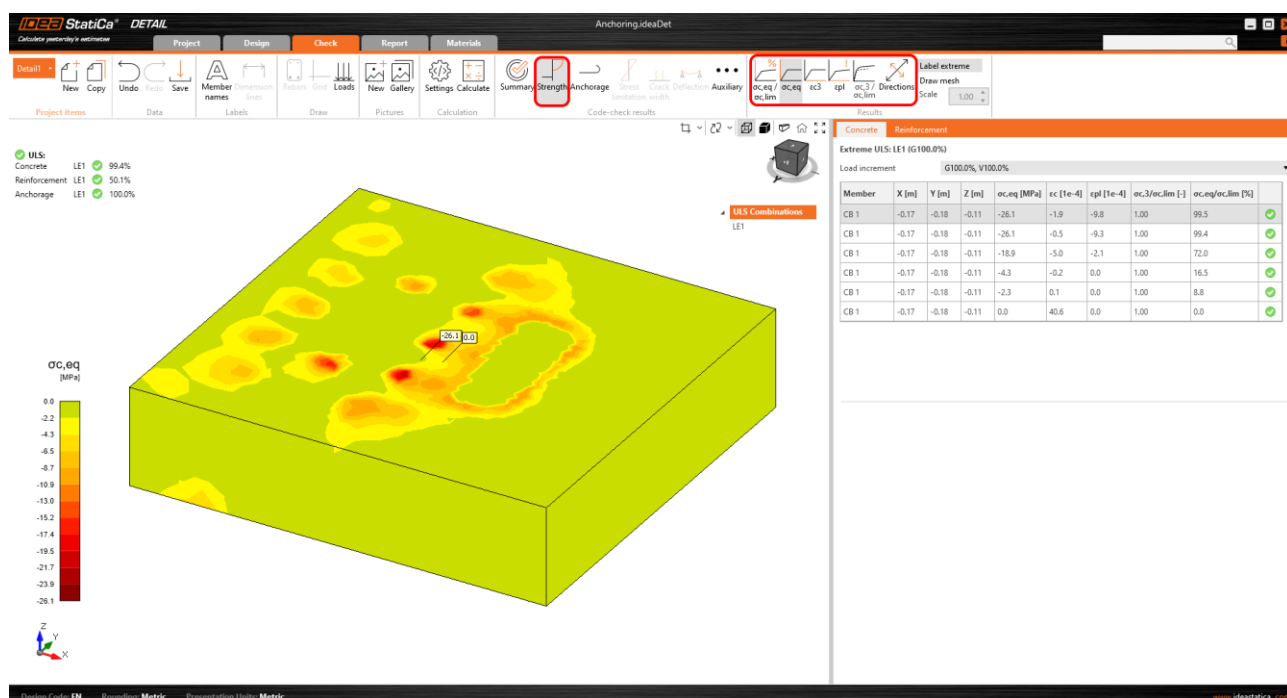
Riassunto

Il flusso di sollecitazioni in **Riassunto** dei risultati mostra i vettori delle **tensioni principali di compressione nel calcestruzzo** e l'**utilizzo dell'armatura** per fornire una panoramica di base.

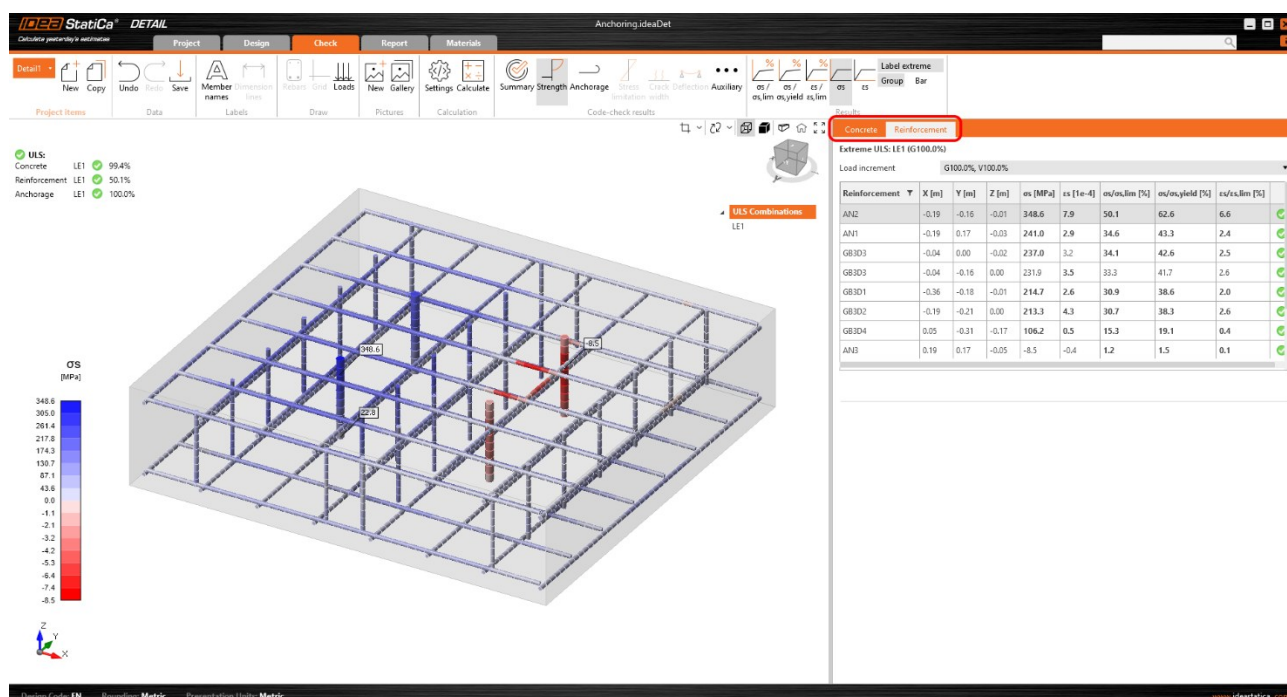


Resistenza

Nel controllo della **Resistenza** è possibile visualizzare la **ridistribuzione delle tensioni e delle deformazioni per le armature e il calcestruzzo**. Nel ribbon superiore della barra degli strumenti Risultati, è possibile controllare cosa verrà visualizzato. È inoltre possibile visualizzare i rapporti $\sigma_{c,eq}/\sigma_{lim}$ e $\varepsilon/\varepsilon_{lim}$, nonché la deformazione plastica, il livello di triassialità σ_{c3}/σ_{lim} e la direzione della tensione principale per il calcestruzzo. Tutti i risultati della resistenza sono riferiti allo **Stato Limite Ultimo**.



Risultati relativi al Calcestruzzo

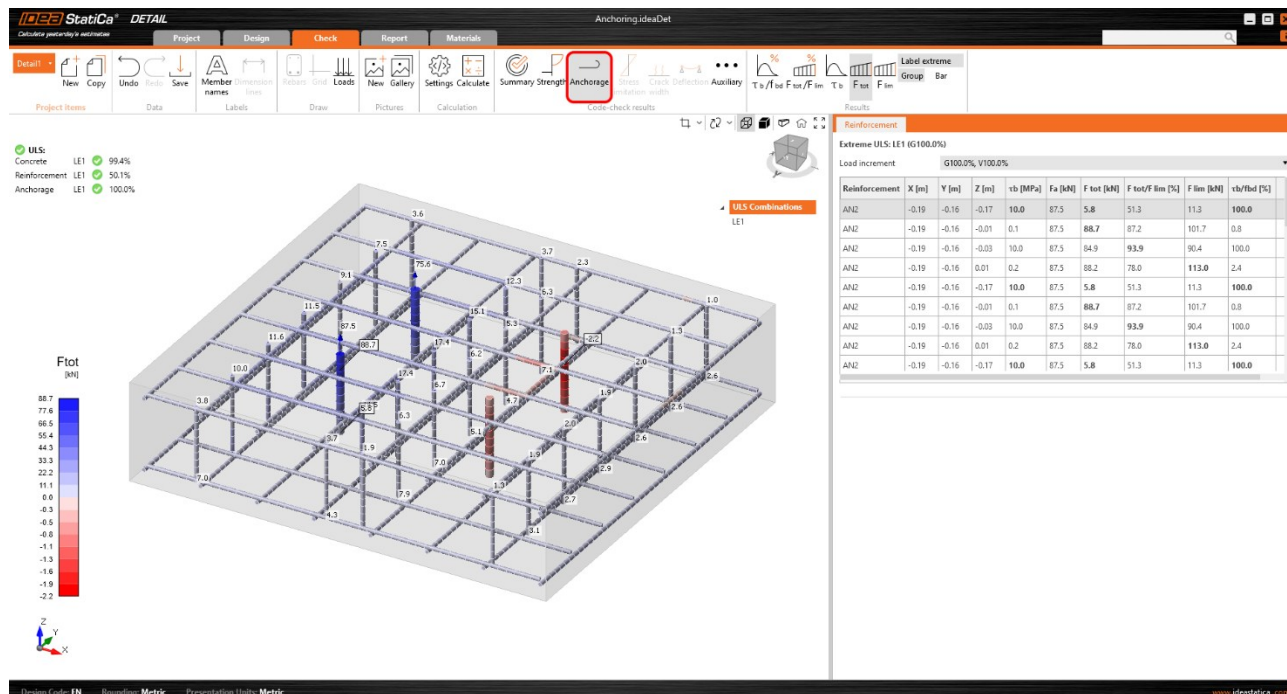


Risultati relativi all'armatura

Si può notare che la tensione principale equivalente $\sigma_{c,eq}$ è nulla proprio sotto la piastra di base compressa. Si prega di leggere il paragrafo [Ultimate limit state check del Background teorico](#) in cui viene definito $\sigma_{c,eq}$. Oppure consultare l'articolo di verifica, in cui questo fenomeno viene spiegato e verificato utilizzando un noto test triassiale: [Tri-axial stress – the active confinement effect](#).

Ancoraggio

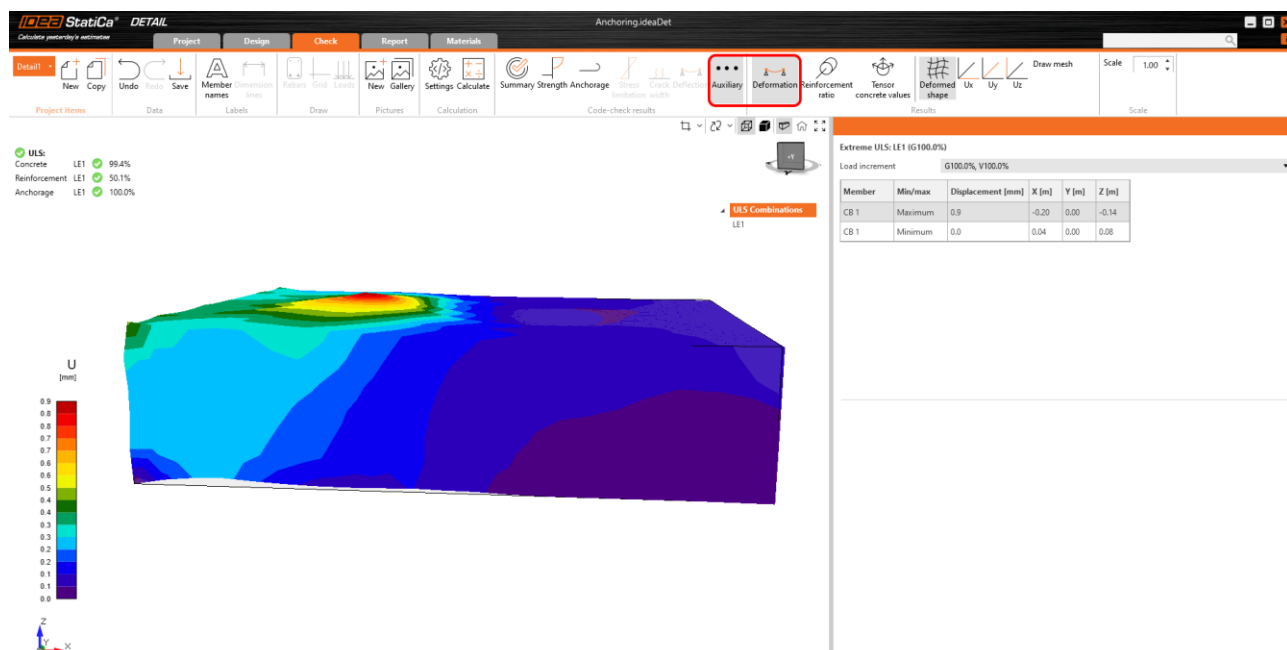
La verifica dell'**Ancoraggio** fornisce informazioni sulla tensione di aderenza e sulla forza totale sull'armatura e sugli ancoraggi.



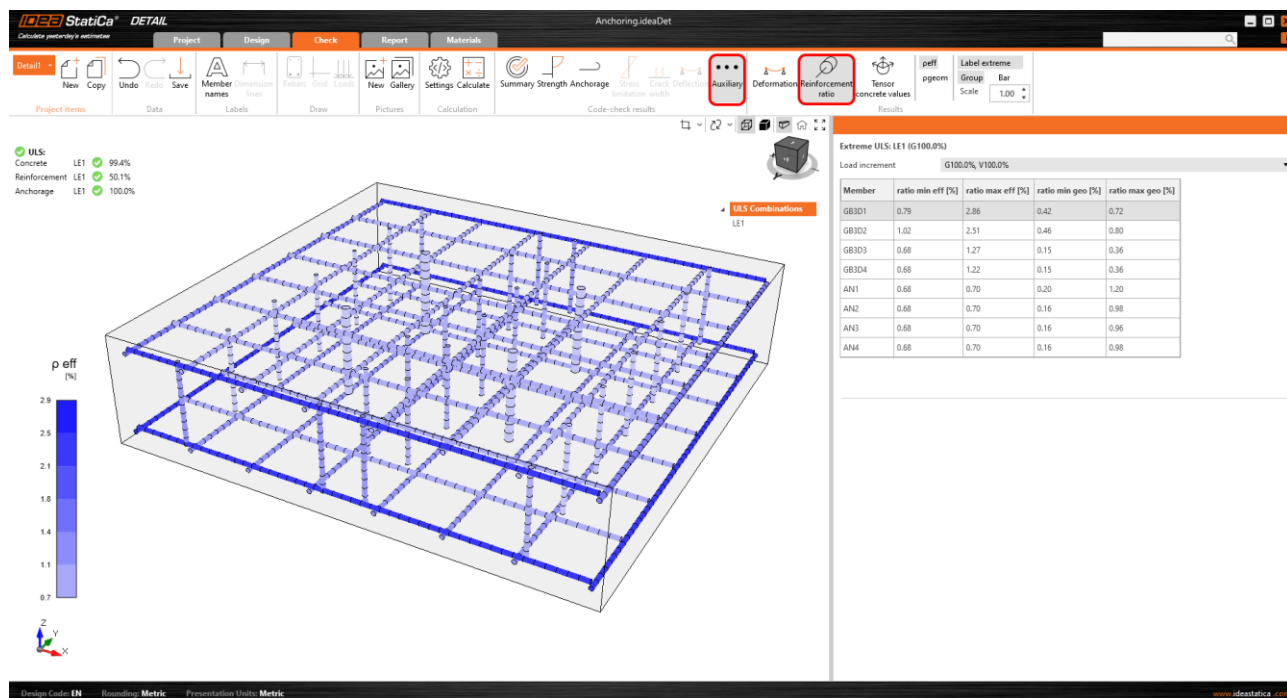
Ausiliario

Infine, è possibile visualizzare i risultati **Ausiliari** dell'applicazione: **Deformazione**, **Rapporto di armatura** e **Valori tensoriali del calcestruzzo**.

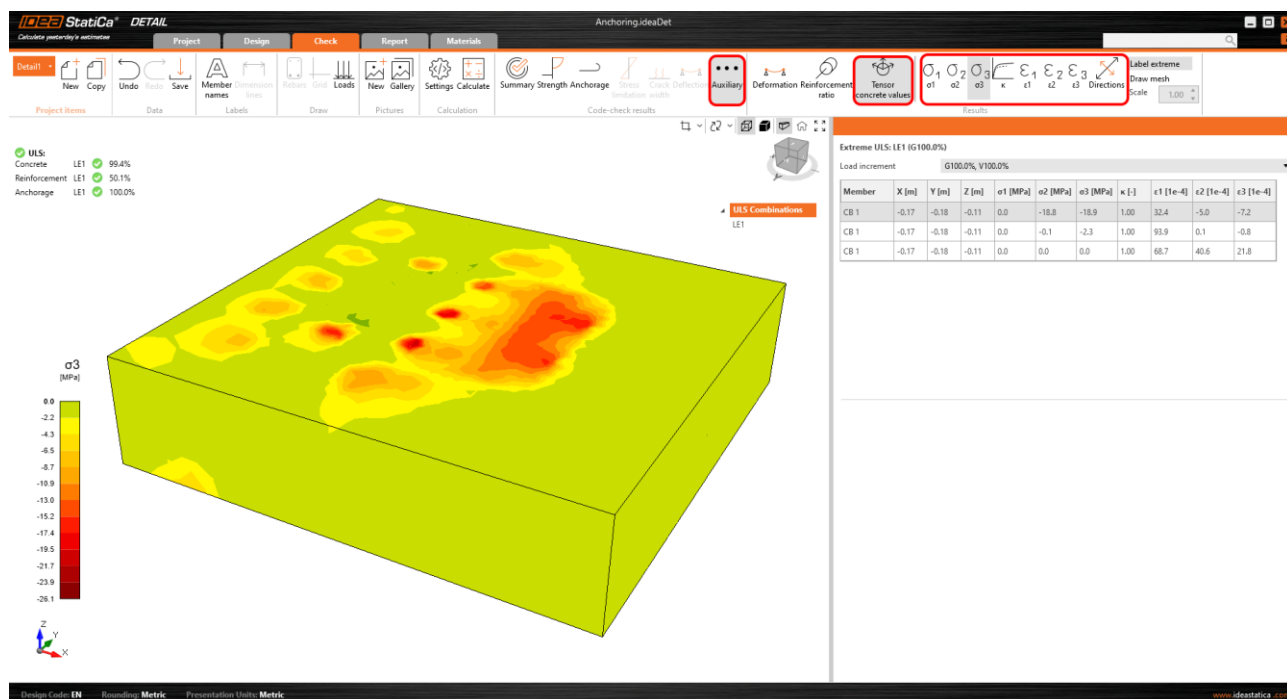
Il primo tipo, **Deformazione**, può mostrare le deformazioni in scala del modello non lineare SLU.



Il Rapporto di armatura mostra i valori utilizzati per calcolare l'effetto del **Tension stiffening**.

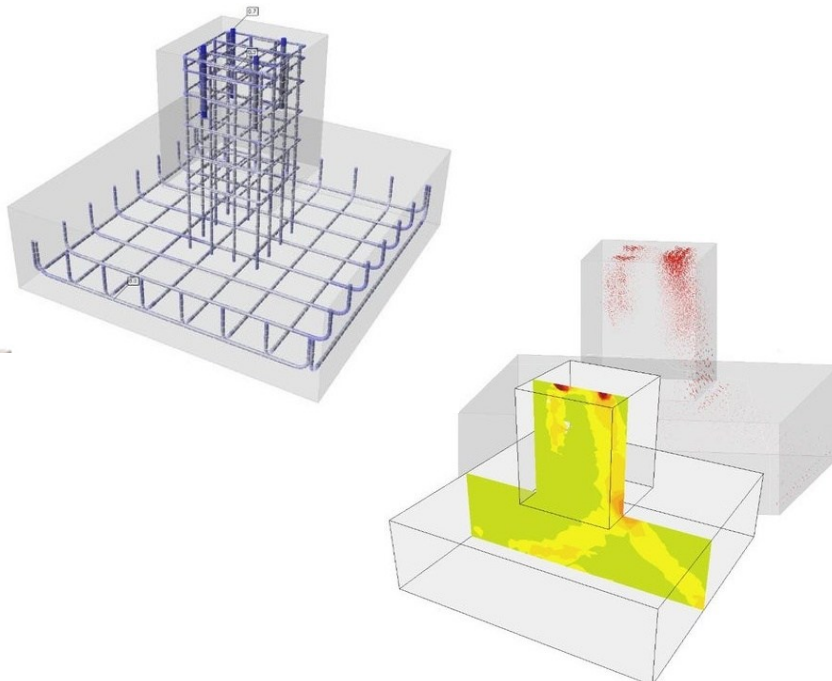


I **valori di tensione del calcestruzzo** consentono di visualizzare le intensità delle tensioni principali nel calcestruzzo e la loro direzione.



Risultati in sezione e la Verifica della tensione

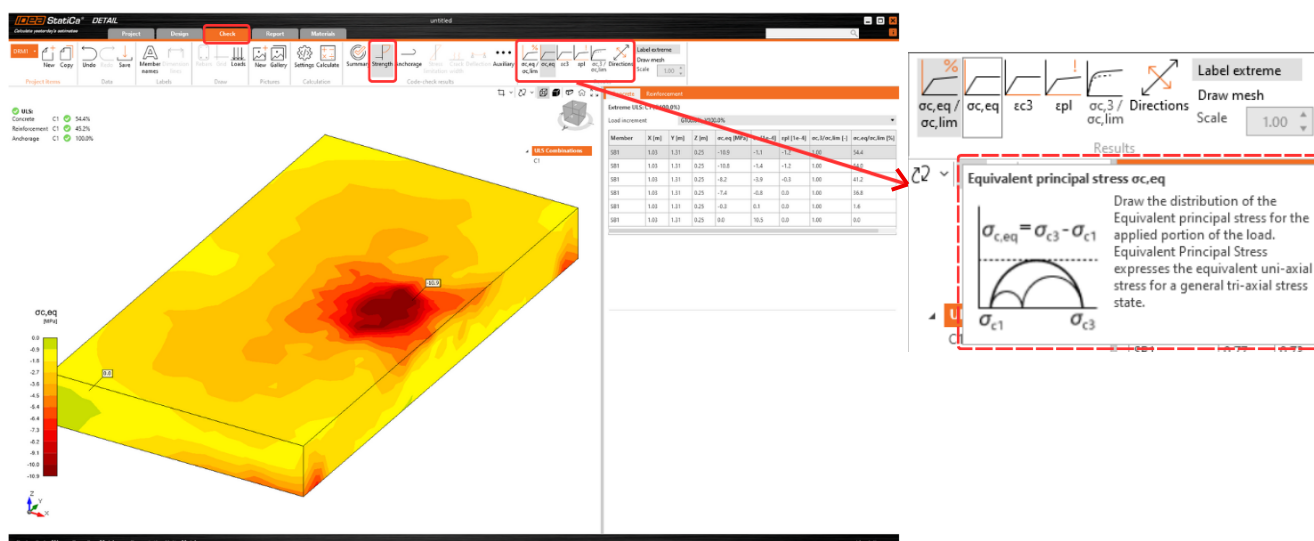
Con le **viste in sezione** è possibile analizzare i risultati e il loro comportamento all'interno della struttura, garantendo una chiara visualizzazione sia in formato grafico che tabellare.



I risultati nelle sezioni consentono di conoscere le tensioni all'interno dell'elemento in calcestruzzo. È possibile creare un numero qualsiasi di sezioni e in qualsiasi piano.

Verifica delle tensioni

Per una migliore comprensione dei risultati e della teoria implementata nel Detail 3D, bella sezione "Resistenza", sotto la valutazione delle tensioni del calcestruzzo, sono disponibili dei tooltip che spiegano la teoria di base. Questi tooltip corrispondono al [background teorico](#).

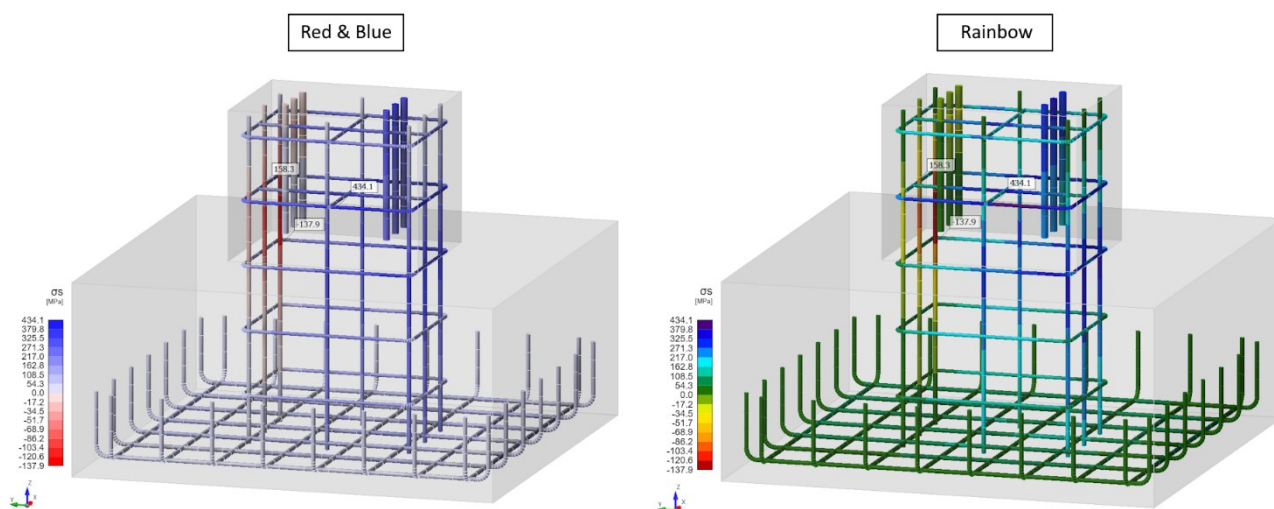


Rappresentazione avanzata dei risultati

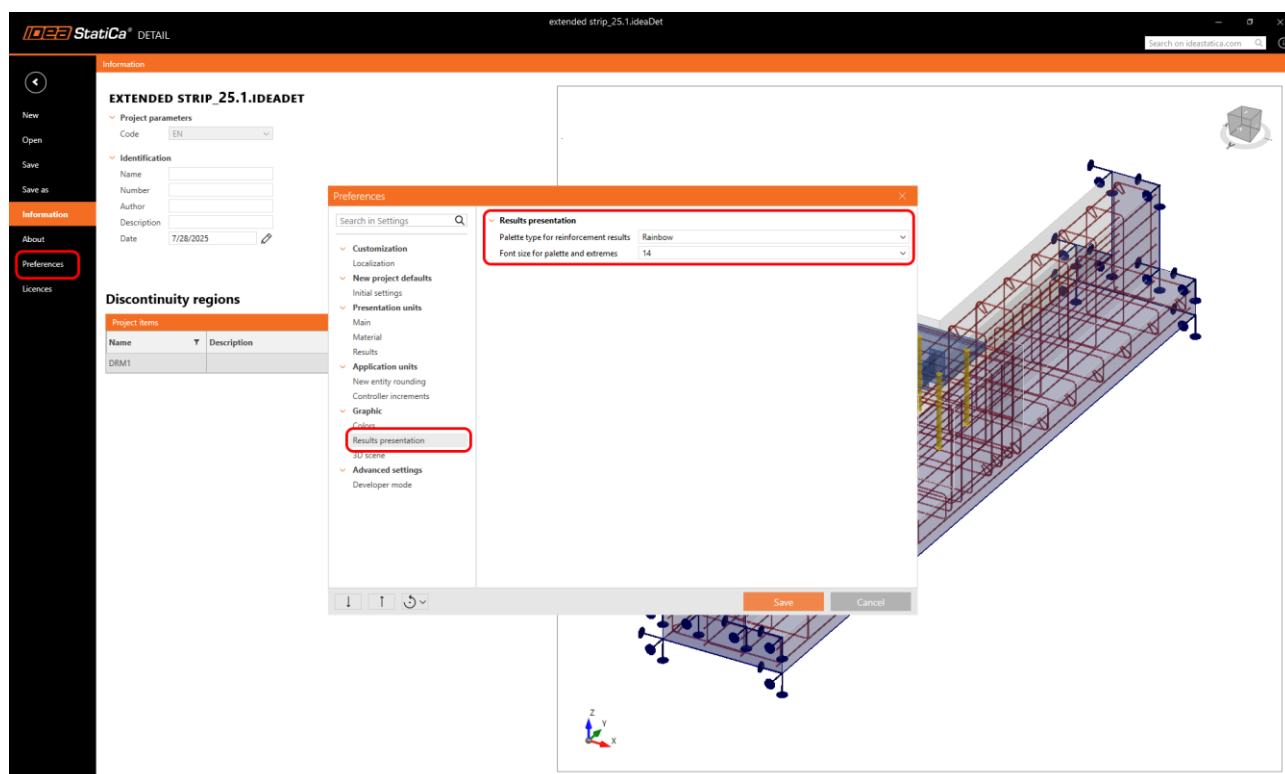
L'applicazione Detail offre una visualizzazione dei risultati personalizzabile dall'utente in base alle preferenze individuali. Può essere utilizzata non solo per guardare i risultati, ma anche per generare report più semplici da utilizzare. Le opzioni avanzate comprende tavolozza colori regolabile.

"Colori arcobaleno" per l'armatura

Per visualizzare i risultati dell'armatura, è possibile scegliere tra la cosiddetta colorazione arcobaleno o la colorazione rosso-blu (che distingue tra tensione e compressione).

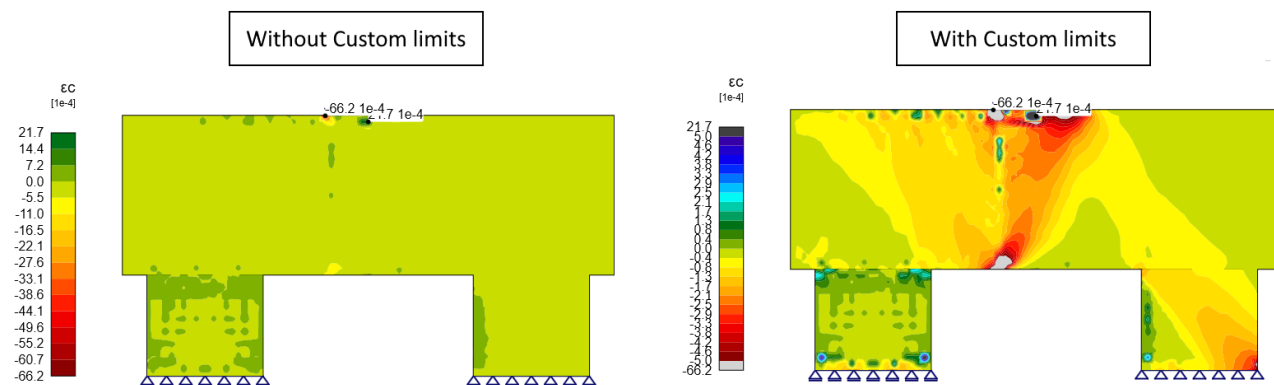


Questa impostazione può essere regolata nella finestra di dialogo delle preferenze e viene salvata con le impostazioni dell'applicazione per i progetti futuri. Analogamente, è possibile definire la dimensione dei caratteri per i valori visualizzati nella scena.

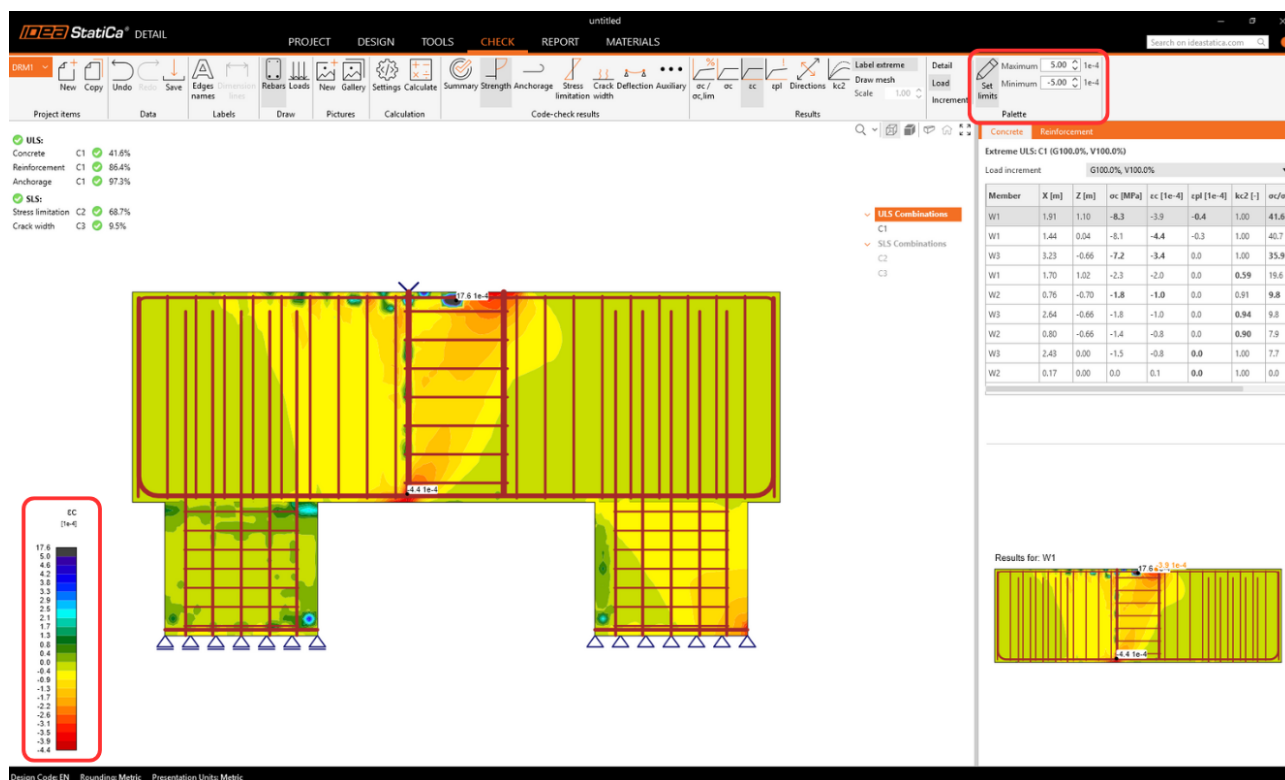


Limiti personalizzati per la tavolozza dei risultati

Nella barra multifunzione principale è possibile impostare limiti personalizzati per la tavolozza dei colori utilizzata per visualizzare i risultati. Ciò è particolarmente utile nei casi in cui si verificano picchi con sollecitazioni concentrate, che altrimenti renderebbero difficile la lettura dei risultati e la visualizzazione delle sollecitazioni nel resto della struttura.



Queste impostazioni sono temporanee (non vengono salvate con il progetto), ma **vengono salvate per ogni vista**. Pertanto, quando si passa da un risultato a un altro e viceversa, le impostazioni sono persistenti. Inoltre, le figure possono essere salvate nella galleria e poi aggiunte al report.

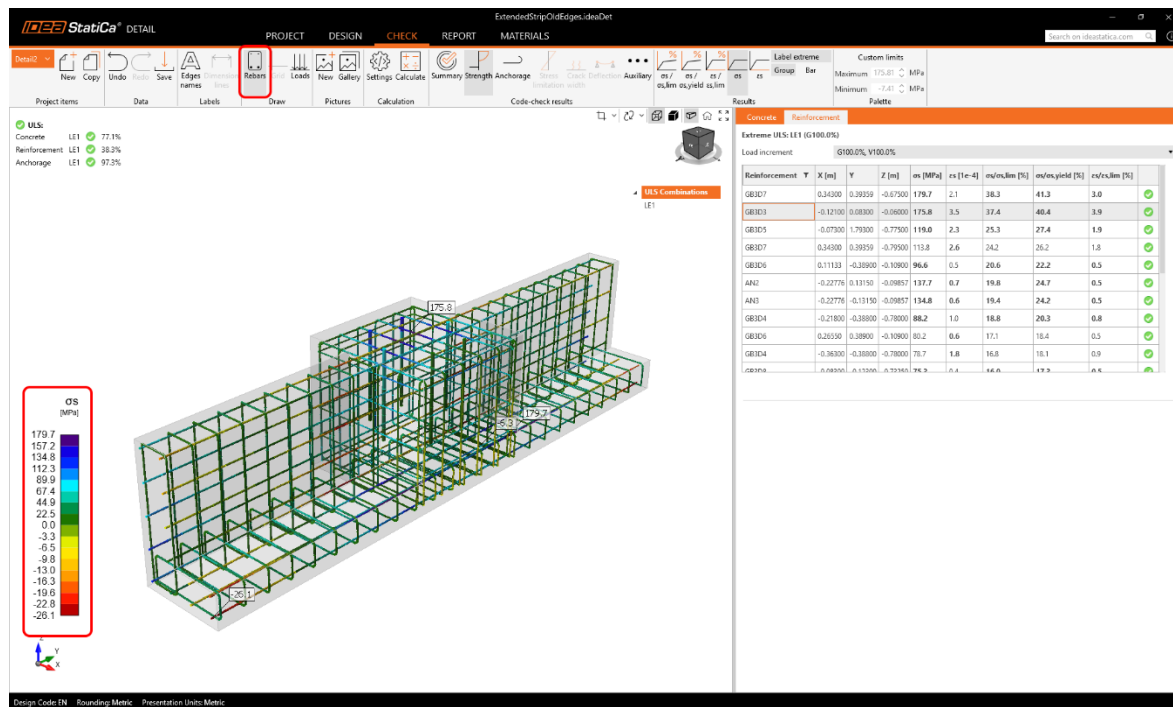


Risultati solo per l'armatura selezionata

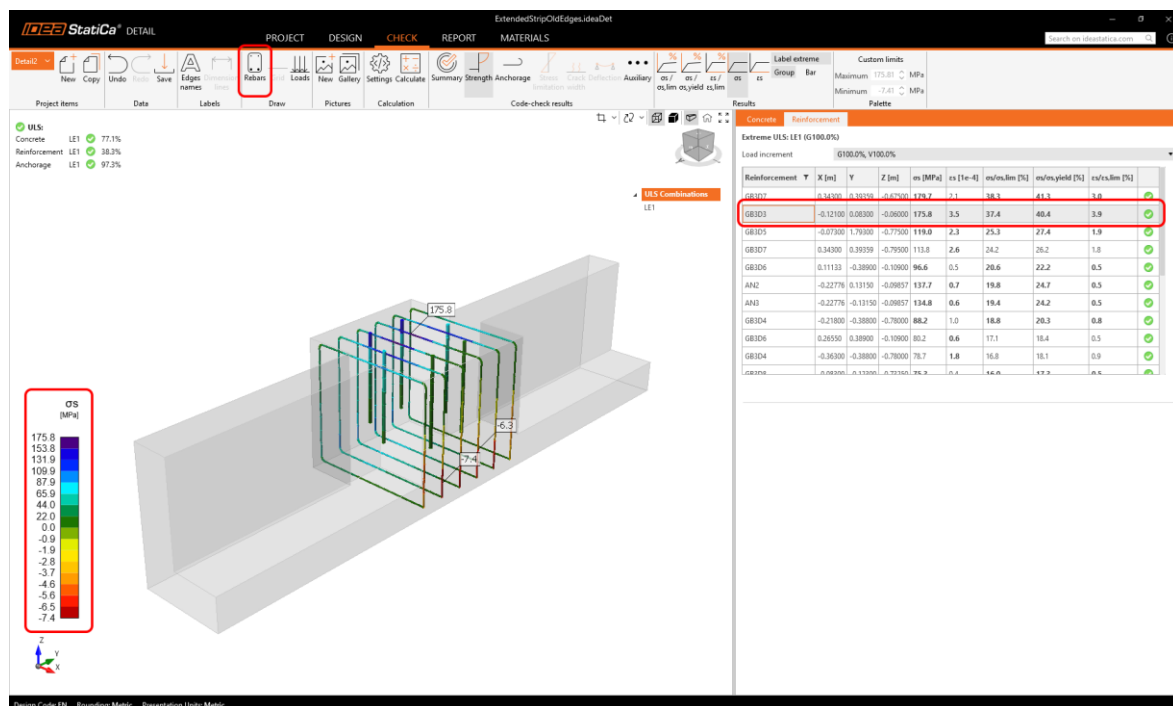
Per i risultati di **resistenza** sulle armature (ad esempio, sollecitazione, deformazione) e per i risultati di **ancoraggio** (ad esempio, sollecitazione di legame, F_{tot} , F_{lim}) è disponibile l'opzione per visualizzare solo le armature selezionate.

L'opzione si trova nella scheda principale:

- Quando **Barre = ON**, i grafici dei risultati vengono visualizzati su tutti i gruppi di armature (comportamento predefinito).



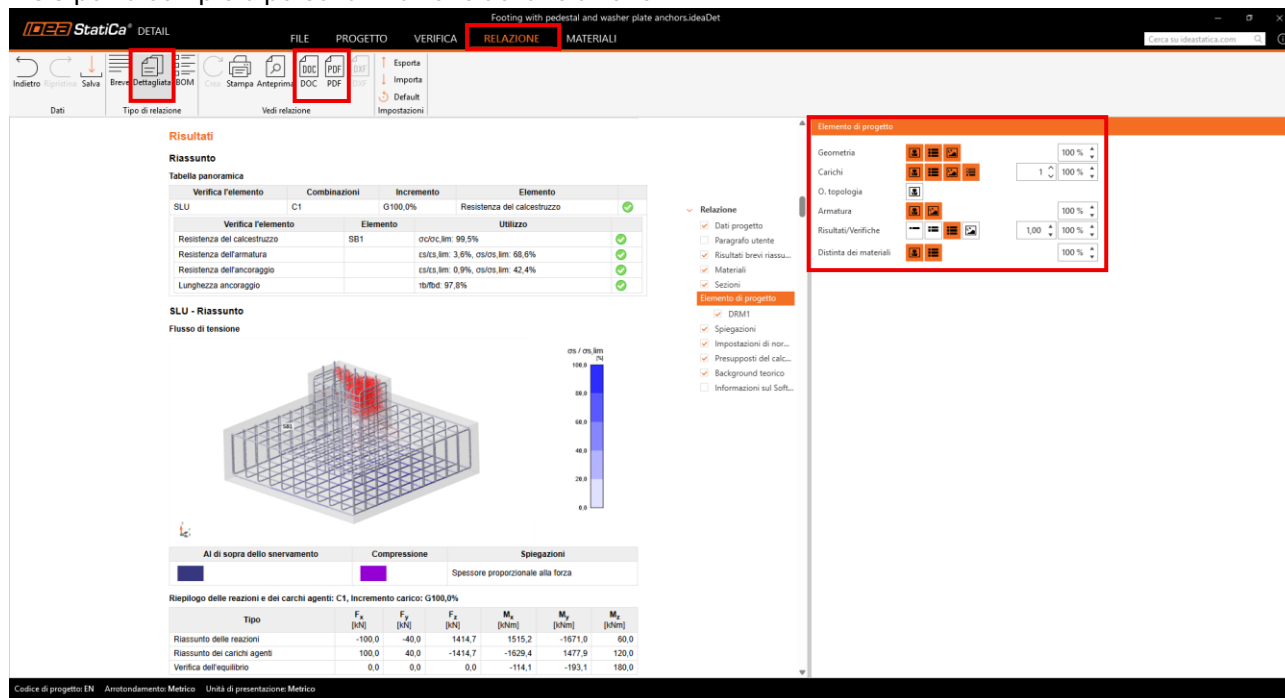
- Quando **Barre = OFF**, la scena mostra i risultati solo sul gruppo di armature attualmente selezionato nella tabella dei risultati.



Qualsiasi vista filtrata può essere **salvata nella Galleria** come immagine definita dall'utente e quindi inserita nel report, eliminando la necessità di modifiche esterne.

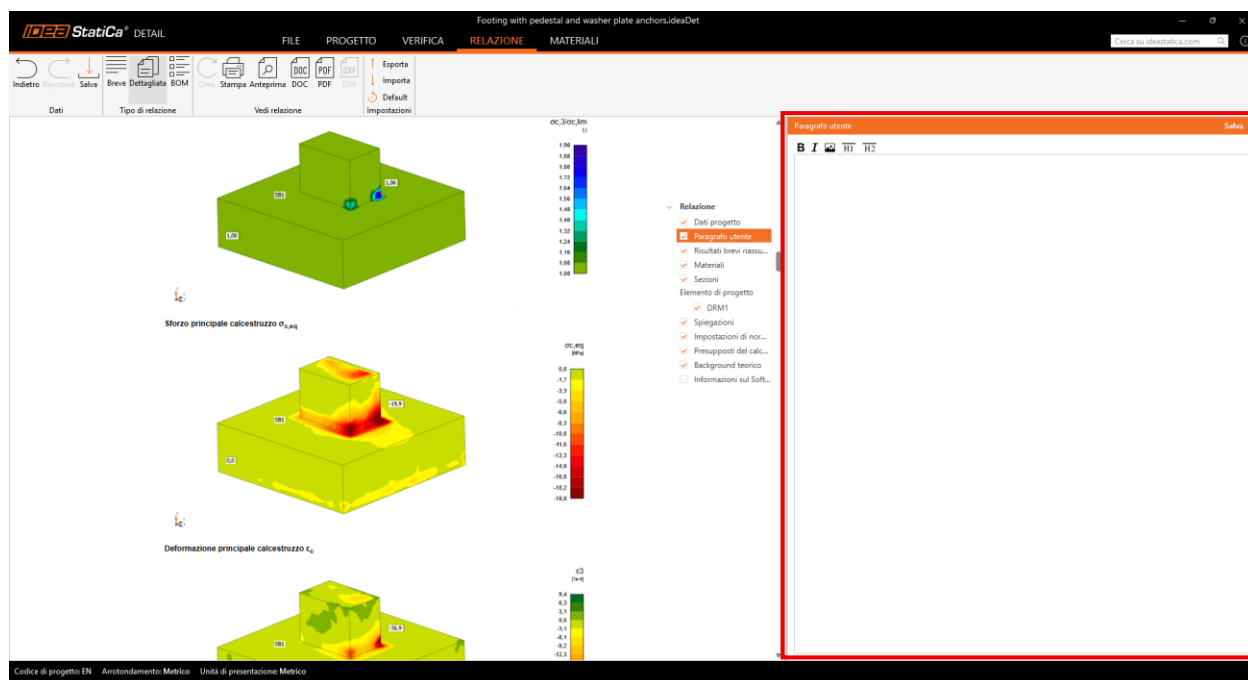
Relazione di calcolo

La **relazione di calcolo** può avere tre diversi livelli di dettaglio: *Breve / Dettagliata*, esportabile in PDF oppure in DOC per la completa personalizzazione della relazione.

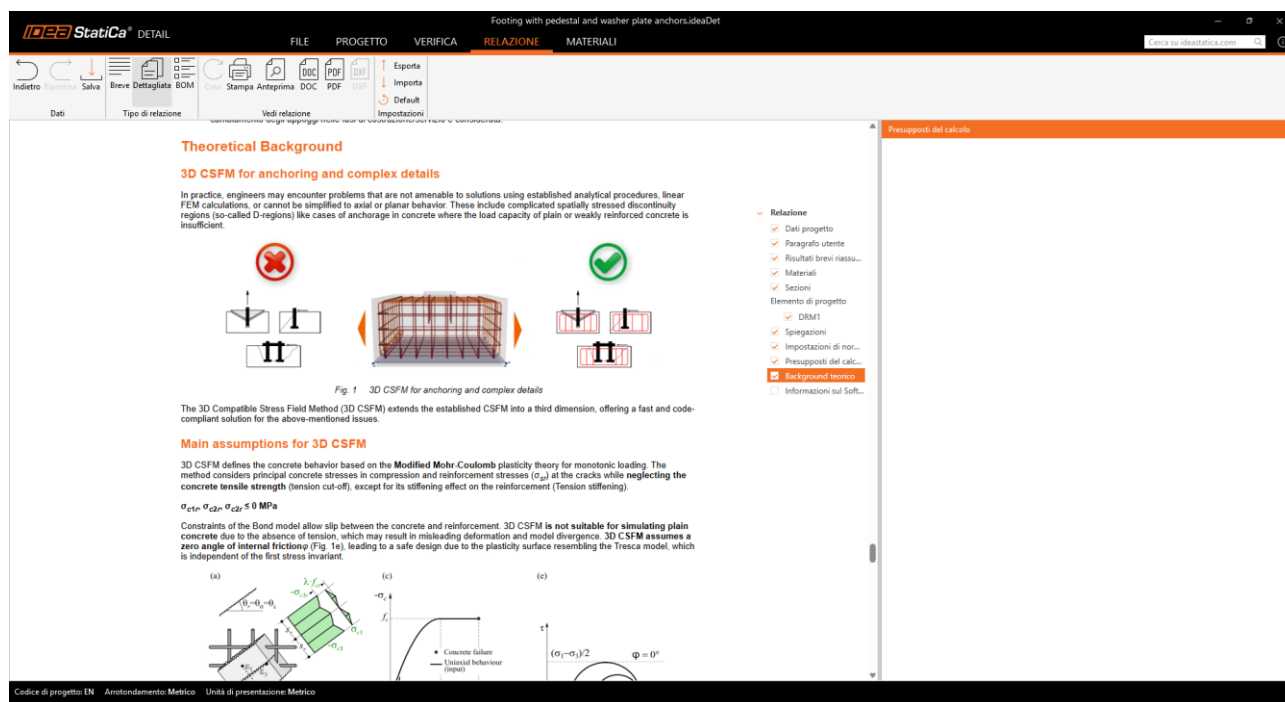


Il layout della scheda **Relazione** semplifica la selezione dei tipi di relazione e integra i comandi di esportazione direttamente nella barra multifunzione, ottimizzando il processo di personalizzazione della relazione tramite l'albero delle entità.

Incorporazione di paragrafi utente: un "paragrafo utente" può essere incorporato nella relazione per l'intero progetto o singole entità, utilizzando un editor avanzato per l'editing di testo e immagini che ricorda gli strumenti di MS Office. Le modifiche vengono salvate direttamente all'interno della scheda Relazione per comodità.

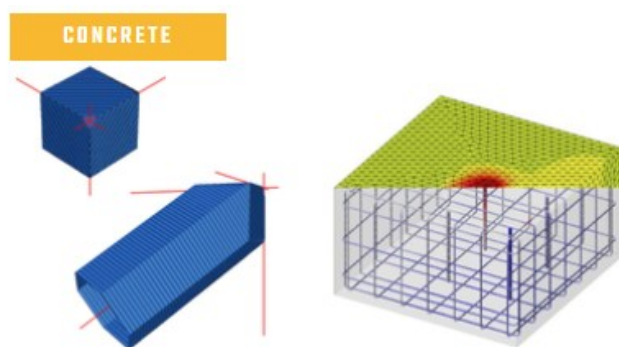


Inclusione di ulteriori sezioni essenziali: sezioni come **Background teorico** e **Informazioni sul software** arricchiscono la relazione di calcolo, fornendo approfondimenti essenziali sulle basi di calcolo e sulle funzionalità del software. La sezione Background teorico approfondisce le ipotesi di calcolo e le funzionalità dell'entità del modello, oltre alla verifica del codice e ai riferimenti al codice di progettazione.



Supporto multilingue per il background teorico

Il [background teorico](#) è accessibile in **inglese, italiano, tedesco, olandese e ceco**. Per le lingue diverse da queste, viene fornita una versione inglese per garantire un'ampia accessibilità.



BACKGROUND TEORICO

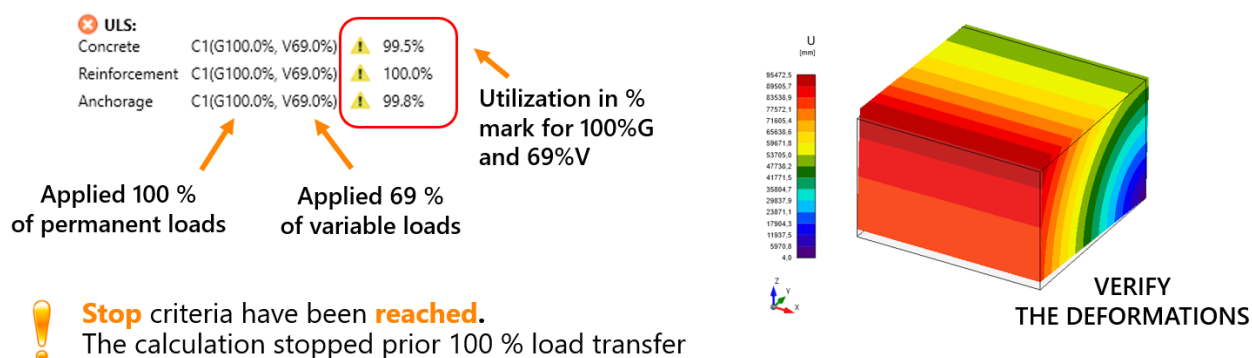
IDEA StatiCa Detail – Structural design of concrete 3D discontinuities

Le 10 domande più importanti sull'ancoraggio in Detail 3D

1. Perché il calcolo si è fermato prima?

I criteri di arresto nel modello CSFM 3D assicurano che le simulazioni si finiscano ai limiti definiti, vedi [Metodo di soluzione e algoritmo di controllo del carico per 3D CSFM](#) nel background teorico di IDEA Detail 3D. Per impostazione predefinita, l'opzione "Ferma alla deformazione limite" è attiva e interrompe i calcoli quando vengono raggiunti alcuni criteri SLU. L'utilizzo è verificato per il calcestruzzo, le armature e gli ancoraggi. La **deformazione del calcestruzzo** è limitata al **5% in compressione** e al **7% in trazione** per esigenze di convergenza. La deformazione plastica dell'armatura è limitata al 5%, mentre l'ancoraggio utilizza limiti basati sullo scorrimento e non sulla tensione di aderenza. Questo può essere causato da diverse ragioni. La ragione più comune è la mancanza di armatura. Gli errori di divergenza possono derivare anche da un modello non correttamente vincolato, che porta a una deformazione eccessiva. Un'altra ragione può essere che il progetto non è soddisfacente per il carico specificato ed è semplicemente sovraccaricato.

STOP AT LIMIT STRAIN



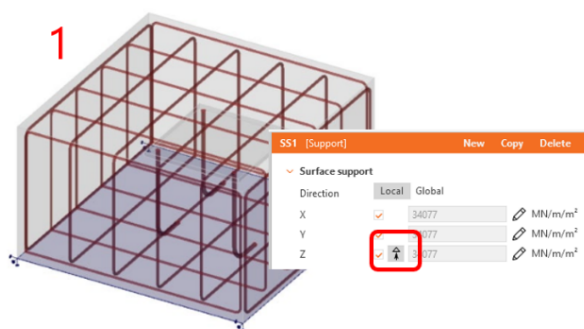
2. Quali tipi di supporti possono essere utilizzati in Detail?

Nel Detail 3D, i supporti di superficie possono aggiungere rigidità in tutte le direzioni. Per impostazione predefinita, i supporti sono **solo a compressione** (pulsante grigio), il che può far "volare via" le strutture a causa della mancanza di resistenza alla trazione. Per consentire la trazione, impostare il pulsante su bianco. Ci sono due diversi approcci suggeriti:

- 1) Usare il supporto predefinito di sola compressione per i basamenti che poggiano sul terreno, ma ricordarsi di **applicare manualmente il peso proprio**, poiché non viene esportato da IDEA StatiCa Connection.
- 2) Per i sottomodelli (ad esempio, sbalzi di balconi, piedistalli...) con armature continue, **utilizzare il supporto standard e l'ancoraggio delle barre continue**. In questo modo si aggiungono vincoli a punto singolo, assicurando il corretto trasferimento delle forze ed evitando errori come il distacco del copriferro di calcestruzzo o la divergenza del modello. In mancanza di ciò, i modelli possono fallire a causa dei limiti di deformazione (ad esempio, il 7% in trazione).

Per informazioni dettagliate sulle funzionalità di Detail 3D, consulta le [Funzionalità complete di Detail 3D](#).

SURFACE SUPPORT – TWO DESIGN SITUATION:



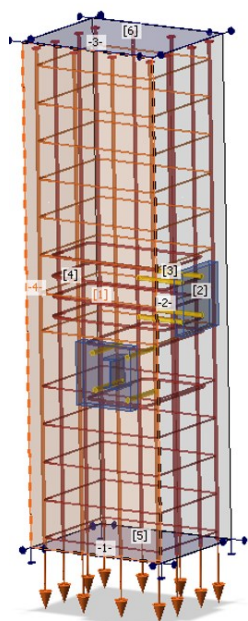
FOOTING
Compression only support



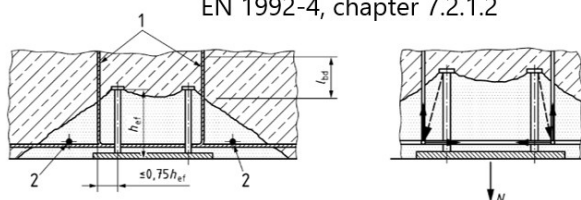
CUT-OFF
Standard support + continuous bar anchorage!

3. Perché è così importante seguire le regole di dettaglio?

L'armatura progettata deve seguire le regole di dettaglio basate sul codice (ad esempio, l'armatura supplementare per il trasferimento della forza di trazione e di taglio secondo la norma EN 1992-4). Il Detail 3D assicura il corretto flusso di forze: zone di compressione nel calcestruzzo e di trazione nelle armature. Un'armatura adeguata è essenziale perché il calcestruzzo non trasferisce la trazione. Le regole di dettaglio non sono automatizzate: gli utenti devono applicarle manualmente ed è responsabilità dell'ingegnere strutturale armare il blocco di calcestruzzo nel modo corretto.



Tensile forces transfer
EN 1992-4, chapter 7.2.1.2



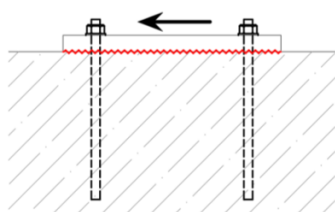
4. Come si modella correttamente il trasferimento della forza di taglio?

La forza di taglio nelle piastre di base può essere trasferita tramite attrito, ancoraggi o ferro a taglio, ma è possibile utilizzare solo un metodo alla volta. Per quanto riguarda l'**attrito**, è necessario garantire la corretta sequenza dei casi di carico: **applicare prima la compressione (permanente) e poi il taglio (variabile)**. Se non viene eseguita correttamente, la piastra di base può "volare via".

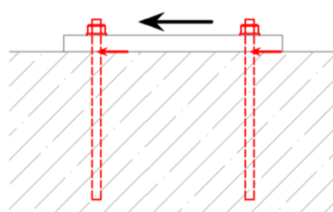
Con una sequenza di carico corretta e il coefficiente di attrito impostato a 0,25, la forza di taglio può essere trasferita per il 25% della forza di compressione. Per quanto riguarda i **ferri a taglio**, la forza di taglio viene trasferita completamente attraverso di essi, ma non vengono verificati in IDEA StatiCa Detail. Per prima cosa, verificare i ferri a taglio in IDEA StatiCa Connection, quindi importarli in Detail. Il trasferimento del carico nei blocchi in calcestruzzo segue i percorsi tipici delle sollecitazioni (ali/anime) in base alla direzione del carico. Per gli ancoraggi, l'utente può definire quali ancoraggi sono efficaci per il trasferimento del taglio. Tuttavia, essi non vengono verificati per il taglio in Detail, per cui è necessario verificare la loro capacità in Connection prima di simulare in Detail.

TRANSFER OF SHEAR FORCE

- When load is defined on **base plate**

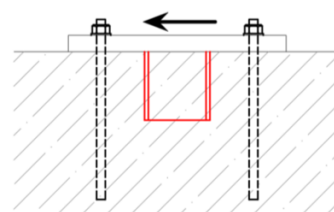


Friction



Anchors

User-defined anchors are connected to base plate (compliant with EC)

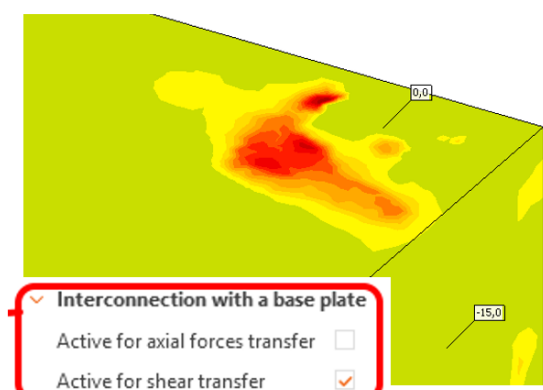


Shear lug

5. Cosa considerare quando si esporta da Connection a Detail?

I carichi possono essere applicati direttamente agli ancoraggi (trazione, compressione, taglio) o alla piastra di base (tutte e sei le forze interne). Gli ancoraggi e le piastre di base sono modellati come elementi separati; quindi, il trasferimento delle forze tra loro deve essere attivato manualmente attraverso i vincoli.

- Quando si esporta il modello di ancoraggio da IDEA StatiCa Connection (ad esempio, si veda il tutorial [Link BIM da Connection a Detail 3D - Ancoraggio caricato eccentricamente](#)), il trasferimento della forza assiale tra gli ancoraggi e la piastra di base è disattivato per evitare ulteriori effetti leva indesiderati della piastra di base.
- In alternativa, **quando si modella da zero** e si applica il carico direttamente sulla piastra di base, **l'utente deve attivare il trasferimento assiale e di taglio tra la piastra di base e gli ancoraggi**.



Interconnection with a base plate, when the model is **imported**
from **IDEA StatiCa Connection**

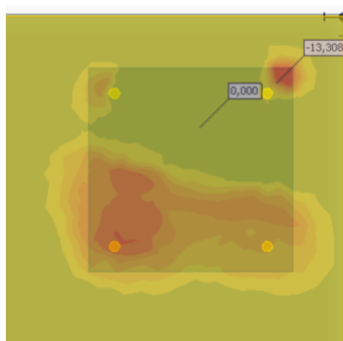
6. Quale rigidezza della piastra di base deve essere impostata?

Anche l'impostazione della corretta rigidezza della piastra di base è importante. Nella figura seguente sono messi a confronto tre modelli:

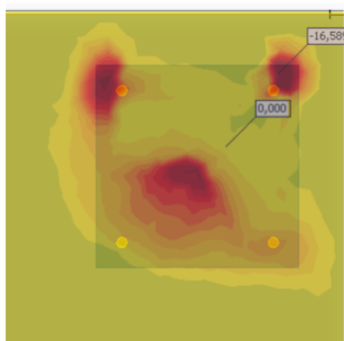
- una piastra di base flessibile esportata da Connection,
- una piastra di base flessibile modellata direttamente in Detail 3D con un carico applicato in un singolo punto,
- e una piastra di base rigida con spessore maggiorato, con un carico applicato in un singolo punto.

I risultati hanno mostrato che le piastre flessibili modellate direttamente in Detail 3D producono distribuzioni delle tensioni imprecise ed effetti di pressione artificiali. La piastra rigida elimina questi problemi, fornendo risultati coerenti con l'esportazione della connessione. Le forze di ancoraggio erano simili nel primo e nel terzo modello, ma il secondo (piastra flessibile in Detail 3D) sovrastimava le forze di ancoraggio di oltre il 30%, rendendolo un approccio scorretto. Pertanto, **se non si esporta da Connection** e si carica in un singolo punto, per ottenere un'interazione tra piastra di base e calcestruzzo il più possibile simile alla realtà, si suggerisce di **utilizzare la piastra di base rigida**.

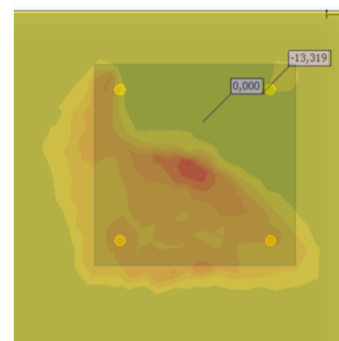
Import from Connection
„FLEXIBLE” base plate
Th. = 20 mm



Model **from scratch**
FLEXIBLE” base plate
Th. = 20 mm

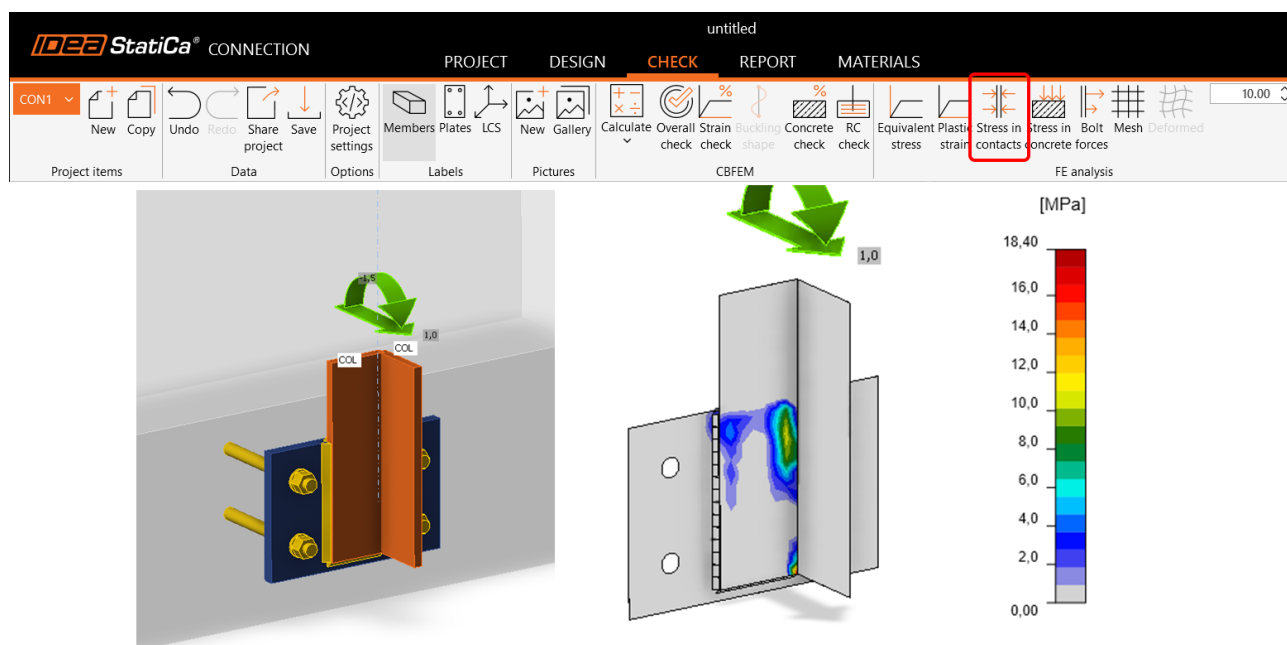


Model **from scratch**
„RIGID” base plate
Th. = 40 mm



7. Che dire della tensione di contatto?

In Connection è possibile impostare un contatto tra due piastre di acciaio e visualizzare la sollecitazione di contatto. Tuttavia, è noto che la sollecitazione di contatto tra le piastre di acciaio viene trascurata durante l'esportazione da Connection a Detail (vedi [Limitazioni da conoscere per il Detail 3D](#)).

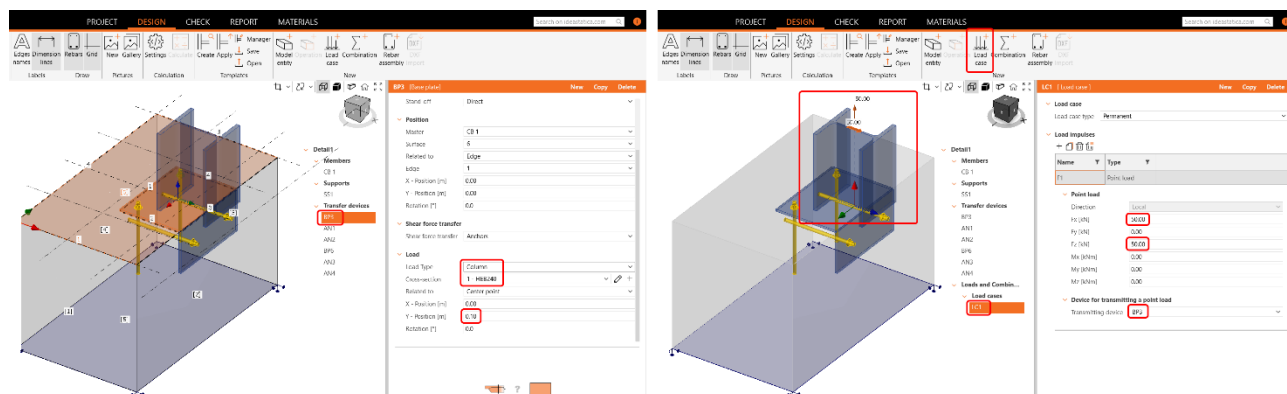


Ciò comporta due conseguenze per il modello del Detail:

- Parte del carico manca completamente.
- I carichi importati non sono in equilibrio e il modello non può essere calcolato a causa delle enormi deformazioni della piastra di base e della divergenza dell'analisi.

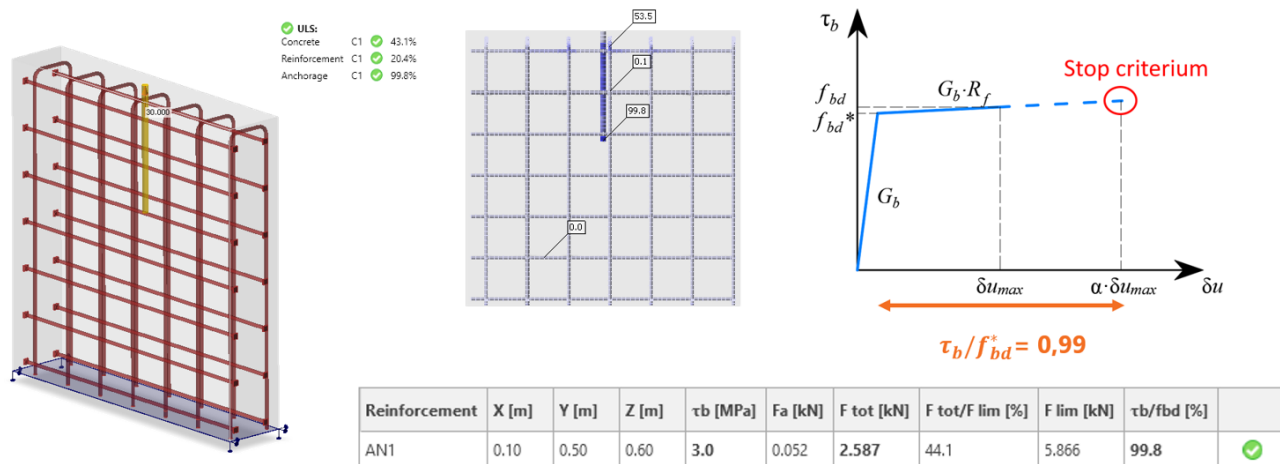
Come risolvere questa limitazione? Esistono due opzioni:

- Modificare il modello nell'applicazione Connection in modo che non vi sia contatto tra le piastre, generando tensioni di contatto. Le operazioni **Piastra di estremità**, **Piatto di giunzione** e **Piatto di irrigidimento** (tipo **Doubler**) generano automaticamente il contatto.
- Cancellare gli effetti di carico esportati dal modello Connection; selezionare la piastra di base e cambiare il **tipo di carico in Colonna**; aggiungere un nuovo **caso di carico** e un **impulso di carico** e inserire le forze interne come nel modello Connection.



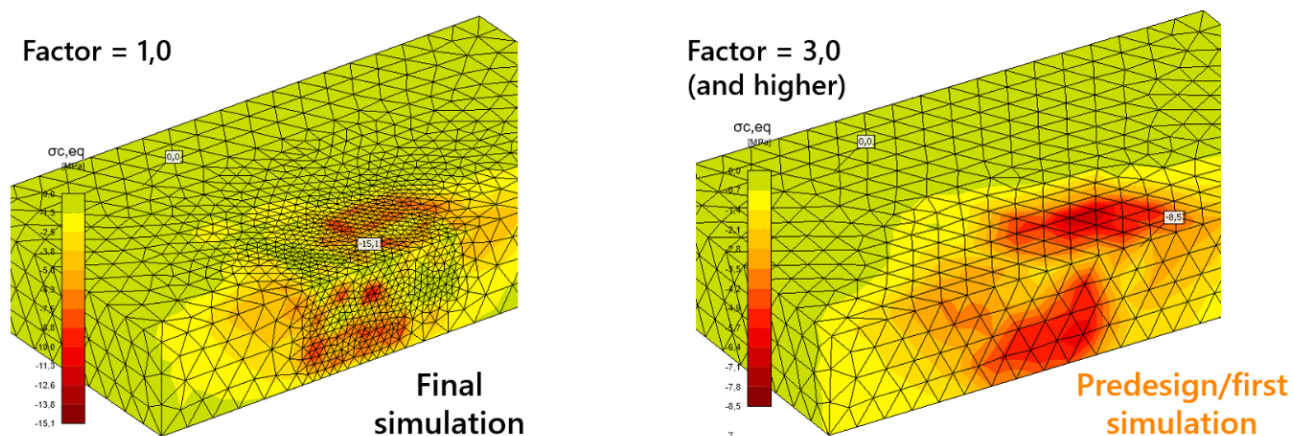
8. Perché la tensione di aderenza supera il 99,9% così rapidamente?

Nella maggior parte dei modelli, la tensione di aderenza nell'ancoraggio supera il 99,9% di utilizzo per livelli di carico di tensione molto bassi. Il motivo è da ricercare nel diagramma sforzo-deformazione del legame tra l'ancoraggio/armatura e il calcestruzzo, come mostrato nella figura seguente. L'aderenza raggiunge rapidamente la sua tensione ultima e ogni ulteriore carico porta alla deformazione plastica del legame. Per determinare la tensione ultima di aderenza per gli ancoraggi chimici, consultare l'articolo [Tensione di aderenza per gli ancoraggi nel Detail 3D](#).



9. Come si gestiscono le impostazioni della mesh?

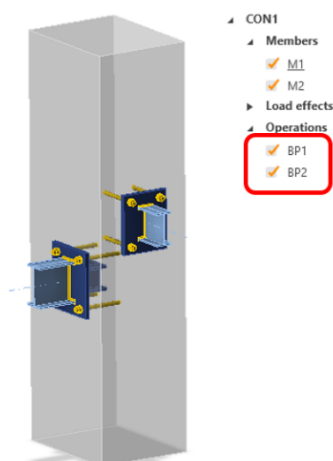
La qualità della mesh è fondamentale per le simulazioni 3D, soprattutto per i problemi non lineari, in quanto influisce direttamente sui tempi di calcolo. Il moltiplicatore di maglia varia da 0,5 a 5, con 1 come valore predefinito. L'uso di un fattore 5 accelera le simulazioni e aiuta a identificare gli errori, ma i risultati possono essere imprecisi (oltre il 30% di errore). Dopo aver verificato il modello, il fattore suggerito è 1 o inferiore per ottenere sollecitazioni e deformazioni precise, il che aumenta il tempo di analisi. Una maglia grossolana (fattore più alto) viene utilizzata per la progettazione preliminare, mentre una maglia più fine (fattore più basso) fornisce risultati più accurati nella simulazione finale, soprattutto intorno agli ancoraggi.



10. È possibile importare più ancoraggi?

Sì, è possibile. E cosa succede dopo aver esportato gli ancoraggi multipli dalla Connection al Detail? Vengono importati in Detail due o più blocchi di calcestruzzo, a seconda del numero di piastre di base nel Connection, dove ogni piastra di base ha i propri blocchi di calcestruzzo. La limitazione nota (vedere [Limitazioni note per Detail 3D](#)) è che i blocchi solidi multipli non sono supportati in Detail. L'utente deve quindi eliminare tutti i blocchi oltre a uno e collegare tutte le altre piastre di base a quel blocco. In questo modo si ottiene la corretta distribuzione delle forze di ancoraggio e di saldatura.

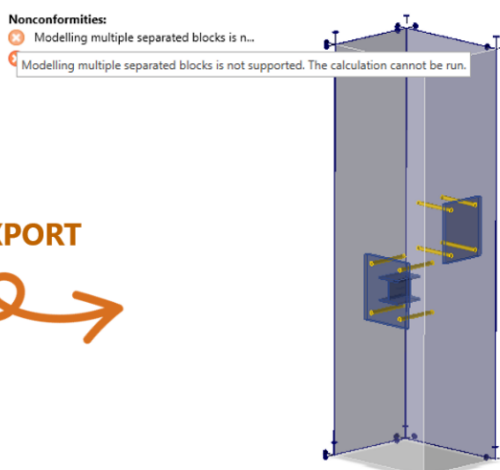
CONNECTION



EXPORT



DETAIL

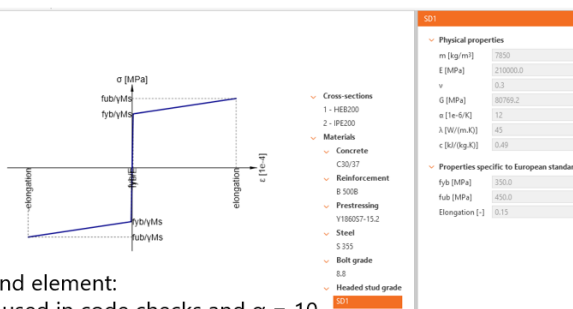


Conclusioni

Il [CSFM 3D](#) di IDEA Detail è uno strumento potente per modellare il comportamento non lineare del calcestruzzo e delle armature, garantendo la conformità all'Eurocodice e all'ACI. Gestisce efficacemente le interazioni di legame, le zone di tensione e compressione e la disposizione delle armature, offrendo solide soluzioni di ancoraggio e trasferimento del carico. **I criteri assicurano che i calcoli si interrompano quando vengono raggiunti i limiti di deformazione critici** e che un'adeguata progettazione delle armature sia essenziale per ottenere risultati realistici.

STOP CRITERIA

- Maximal strain in concrete:
 - 5% limit strain for concrete in compression
 - 7% limit strain for concrete in tension
- Maximal strain in reinforcement:
 - 5% limit strain in compression/tension
 - **Elongation (differs for every steel grade)**
- Maximal slip between concrete and rebars via bond element:
 - $\alpha \cdot \delta_{\max}$, where δ_{\max} is the maximal slip used in code checks and $\alpha = 10$
 - Stop criteria are implemented for slip
- **Anchoring – concrete crushing under shear load in the anchor**
 - EN 1994-1-1, eq. 6.19
- **Anchoring – pull-out-failure (washer plate/ headed studs)**
 - EN 1992-4, eq. 7.11



$$P_{Rd} = \frac{0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_V}$$

$$N_{Rd,p} = k_2 \cdot A_h \cdot f_{ck} / \gamma_{Mp}$$

La **qualità della mesh** è fondamentale per ottenere simulazioni accurate, con mesh più fini che offrono una maggiore precisione al costo di tempi di analisi più lunghi. Anche l'armatura supplementare, il trasferimento della forza di taglio e le corrette impostazioni di esportazione sono fattori chiave per ottenere progetti accurati e conformi alle norme.

Limitazioni da conoscere per Detail 3D

Le limitazioni definite di seguito saranno gradualmente eliminate dall'applicazione con lo sviluppo delle prossime versioni, attualmente sono state definite delle soluzioni utilizzabili per alcune di queste limitazioni.

Limitazioni dell'applicazione

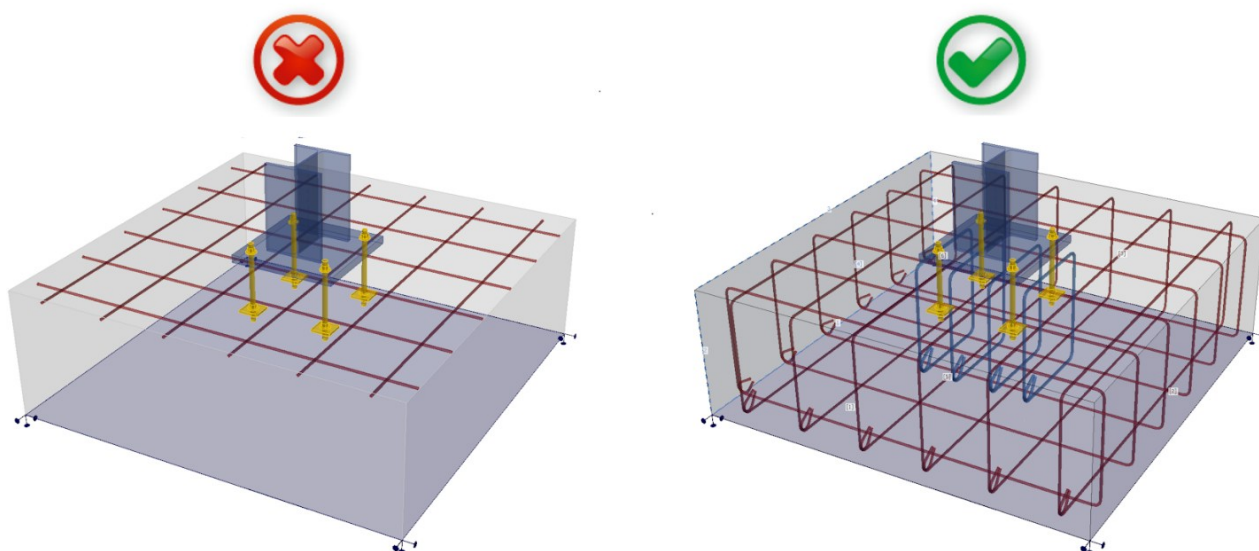
Calcestruzzo armato

Il **CSFM 3D non è progettato per il calcestruzzo semplice o leggermente armato**. In questo caso, il risultato del calcolo può portare a risultati fuorvianti o a divergenze del calcolo non lineare.

Per saperne di più, si veda la sezione "[Background teorico](#)".

Il motivo principale per cui nell'applicazione è necessario modellare **solo elementi in calcestruzzo armato** è che la resistenza a trazione del calcestruzzo è trascurabile. Tutte le sollecitazioni di trazione devono quindi essere trasferite tramite armatura.

Il secondo motivo è che in IDEA StatiCa Detail 3D non viene utilizzata la meccanica della frattura. Il modello non simula la propagazione esplicita delle fessure, né utilizza i parametri della meccanica della frattura del calcestruzzo (G_f , K_{IC} , forma della superficie di frattura). Il calcestruzzo è modellato come un materiale duttile con un ramo plastico orizzontale in compressione - una volta raggiunta la tensione di compressione limite, la tensione rimane costante e solo le deformazioni continuano ad aumentare fino a un limite prescritto. Di conseguenza, Detail 3D è in grado di catturare la ridistribuzione plastica delle tensioni e delle deformazioni nelle regioni D, ma non modella esplicitamente i meccanismi di rottura fragile governati dalla meccanica della frattura (ad esempio, la rottura a taglio puro del calcestruzzo semplice, la propagazione instabile di una singola fessura dominante, ecc.)



Per concludere, i tuoi modelli devono essere conformi alla definizione di calcestruzzo armato presentata nelle norme internazionali. **Segui le regole di dettaglio e otterrai risultati corretti.**

Stato limite ultimo

Tutti i calcoli e le verifiche del codice sono implementati **solo** per lo **SLU**. La definizione dei materiali e il metodo di calcolo stesso devono essere diversi per lo SLE. Questa differenza è visibile nel Detail 2D.

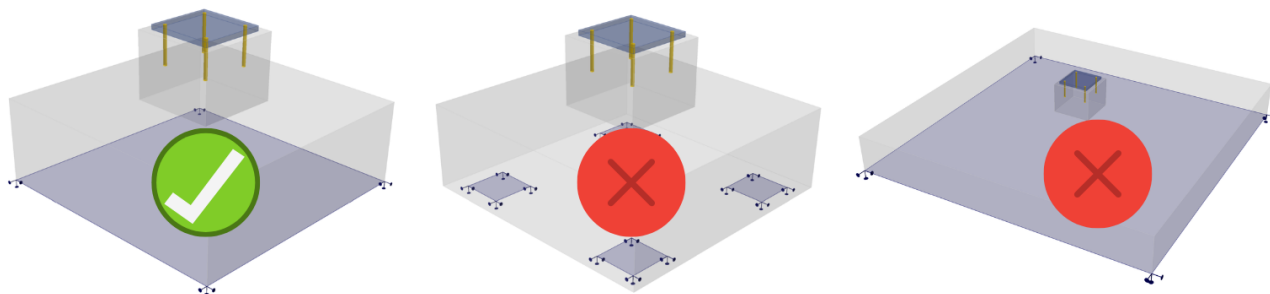
Softening in compressione

Per prima cosa, definiamo cosa sia il softening in compressione: **Il calcestruzzo in compressione perde resistenza e rigidità quando è contemporaneamente fortemente fessurato in trazione, cioè quando sono presenti grandi sforzi trasversali di trazione.**

Nei casi in cui la resistenza è governata da un puntone di compressione (diagonale di compressione) che attraversa il calcestruzzo fortemente fessurato, il Detail 3D tende a sovrastimare la capacità (cioè ad essere leggermente non conservativo) se il risultato viene interpretato direttamente come la capacità ultima effettiva.

Per questi motivi, il modulo 3D è adatto solo per verificare la resistenza degli ancoraggi in semplici blocchi di calcestruzzo armato.

Sebbene sia possibile modellare, ad esempio, una pila utilizzando appoggi su un'area ridotta, la verifica non è affidabile perché l'effetto di softening diventa significativo, in particolare nei problemi di punzonamento. La stessa situazione può verificarsi nel caso di una soletta sottile su cui poggia una colonna e in altri casi simili.



Per queste situazioni è necessario implementare il softening del calcestruzzo, che attualmente è disponibile solo nel modulo 2D. **Pertanto, il modulo 3D può essere utilizzato solo per verificare i cedimenti in cui questo effetto non ha alcuna influenza.**

Verifica degli ancoraggi

L'elemento dell'ancoraggio è definito come in grado di trasferire forze normali di trazione o compressione, nonché forze di taglio, considerando anche la rigidità flessionale, come descritto nella sezione "[Contesto teorico](#)".

Supportiamo le verifiche basate sul codice secondo le norme pertinenti (**solo EN**), quindi IDEA StatiCa Detail può essere utilizzato indipendentemente per la valutazione degli ancoraggi (ancoraggi, armature, calcestruzzo).

Codici implementati: **EN 1992-4, EN 1993-1-8, EN 1994-1-1**

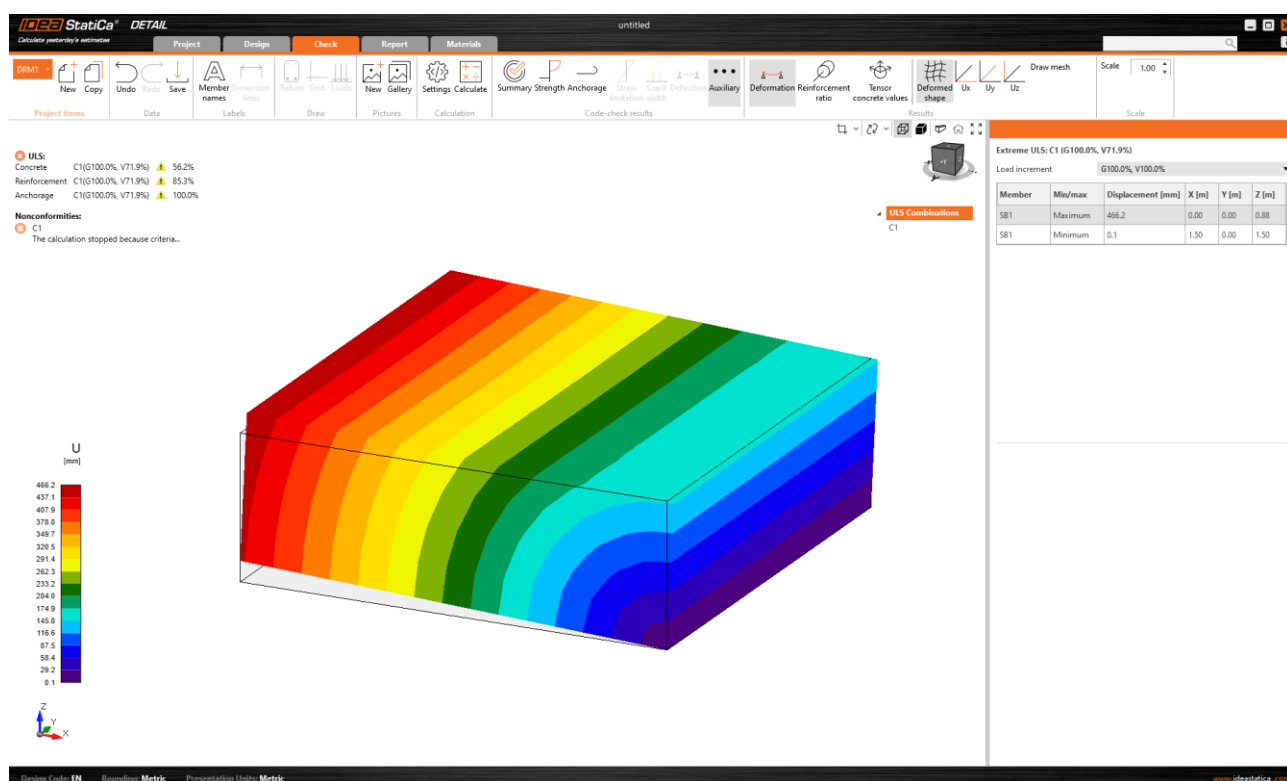
Per la verifica di altri componenti del giunto (saldature, piastre, ecc.), è necessario utilizzare IDEA StatiCa Connection, dove è possibile eseguire anche la verifica completa degli ancoraggi per il

calcestruzzo semplice. L'ancoraggio in Connection, insieme alle forze applicate, può essere esportato in Detail per la progettazione aggiuntiva delle armature.

Per i codici ACI e Australiano le verifiche degli ancoraggi a taglio e a trazione **non sono** ancora **state implementate**; pertanto, è sempre necessario utilizzare entrambe le applicazioni per una verifica completa degli ancoraggi.

Ribaltamento

Se l'input di carico causa il ribaltamento del modello, il modello calcolerà fino alla divergenza o al raggiungimento di un criterio. Ciò richiede solitamente molto tempo e si ottiene il seguente risultato:



Viene visualizzata la percentuale del carico trasferito. Inoltre, nei risultati ausiliari viene mostrata la deformazione estrema.

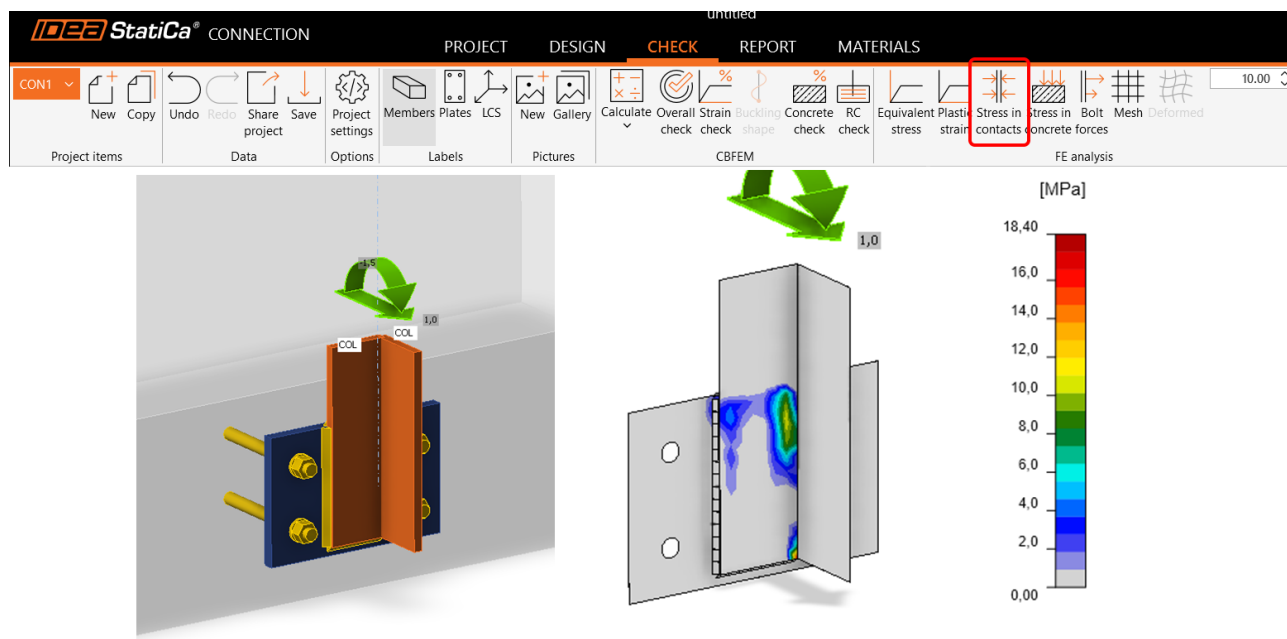
Soluzione: Si consiglia di calcolare qualsiasi modello prima con il moltiplicatore delle dimensioni predefinite della mesh impostato su un valore elevato (4-5). Questo moltiplicatore si trova in Impostazioni/Impostazioni mesh. Il calcolo sarà rapido e si potrà vedere se il problema è il ribaltamento o meno.

È necessario verificare se il peso proprio del blocco di calcestruzzo è incluso, in quanto può impedire il ribaltamento del modello. Si noti che quando si importa dall'applicazione Connection, il peso proprio **non** viene inserito automaticamente nel modello - si veda il testo seguente per i dettagli.

Limitazioni dell'importazione da Connection

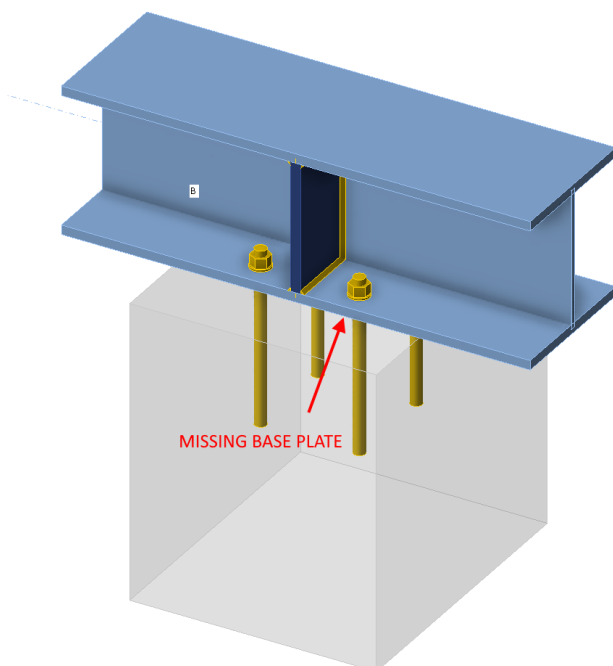
Contatti

In generale, l'importazione delle forze che agiscono sulla piastra di base attraverso il **contatto** con un'altra piastra di acciaio non è supportata. Questo vale sia per i contatti bordo-superficie che per quelli superficie-superficie. Maggiori informazioni [in questo articolo](#).



Ancoraggio per membratura

Solo i modelli ancorati tramite la piastra di base possono essere importati correttamente nell'applicazione Detail. Per i modelli in cui le membrane sono collegate direttamente ai blocchi di calcestruzzo, la piastra di collegamento della membratura con gli ancoraggi viene importata senza carichi.



Il peso proprio non viene aggiunto automaticamente

Il peso proprio non viene calcolato/aggiunto automaticamente. Deve essere inserito manualmente nel progetto del Detail. Questo può influire principalmente sulla verifica dell'ancoraggio alle fondazioni, dove la mancata considerazione del peso proprio potrebbe portare al ribaltamento della fondazione, come indicato nel paragrafo precedente.

Tipi di ancoraggio non supportati per l'esportazione

Gli ancoraggi a gancio non sono supportati nel Detail. Nel file esportato verrà invece utilizzata una rosetta.

La piastra della rondella è modellata come un elemento plate-shell direttamente collegato al gambo dell'ancoraggio, che trasferisce il carico al calcestruzzo esclusivamente attraverso il contatto di compressione. La piastra stessa è modellata linearmente, senza plasticità, e non è soggetta a verifiche di resistenza. Poiché il gambo ha una **tensione di aderenza nulla**, l'intero carico viene trasferito al calcestruzzo attraverso la piastra della rondella. Per ulteriori informazioni sui tipi di ancoraggio, consultare l'articolo: [Definizione di ancoraggio singolo](#).

Combinazioni non supportate per i tipi di ancoraggio

L'applicazione Detail non supporta la combinazione di headed studs o armature con altri tipi di ancoraggio. Questi tipi di ancoraggio non saranno inclusi nell'output. Per ulteriori informazioni sulle opzioni delle piastre, consultare l'articolo: [Opzioni delle piastre di ancoraggio](#).

Combinazione di carichi importati e carichi inseriti dall'utente

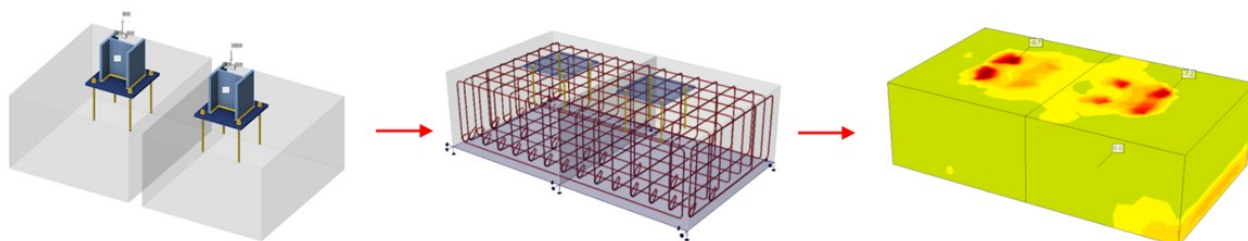
I carichi importati e i carichi inseriti dall'utente non possono essere combinati in un modello. Per i motivi descritti nella sezione "[Contesto teorico](#)". Gli ancoraggi vengono importati scollegati dalle piastre di base. Se si crea un caso di carico definito dall'utente, è ovvio che il carico non verrà trasferito correttamente.

Soluzione: Copiare l'elemento del progetto importato, eliminare tutti i carichi importati, interconnettere tutti gli ancoraggi con la piastra di base e quindi inserire il caso di carico definito dall'utente.

Altri blocchi di calcestruzzo

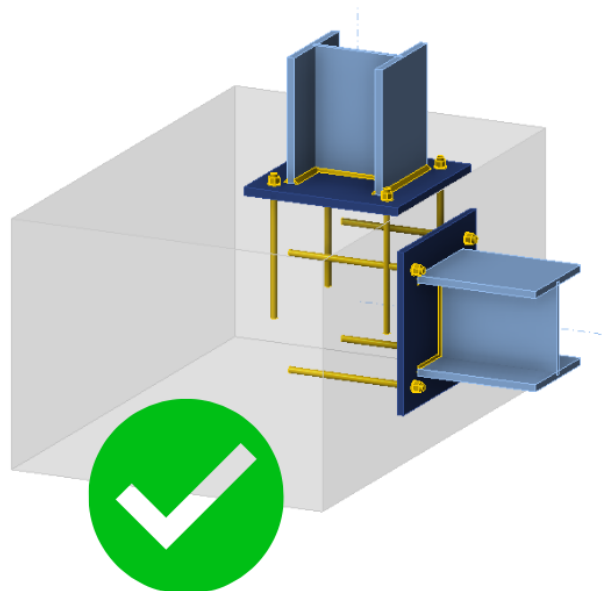
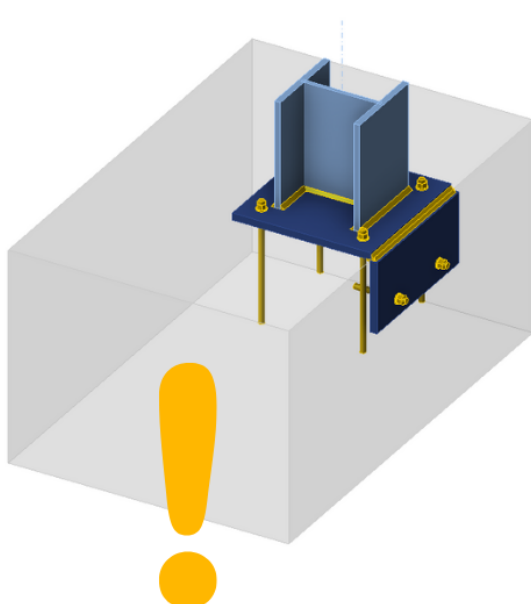
In Detail è supportato **un solo blocco di calcestruzzo**. Tuttavia, il blocco di calcestruzzo può essere modificato utilizzando il volume negativo, il piano di taglio e l'operazione di taglio. In questo modo è possibile modellare forme più complesse, come piedistalli, estensioni della striscia di fondazione, ancoraggi accanto ad aperture, ecc.

È inoltre possibile importare due blocchi di calcestruzzo indipendenti da Connection, che vengono importati in Detail come due entità di modello che possono essere ulteriormente modificate con l'operazione di taglio.



Più di una piastra di base in un blocco

È supportata l'esportazione di più piastre di base in un blocco, **anche se non è consigliabile importare il cosiddetto ancoraggio dei bordi.**



Nell'applicazione Connection, il calcestruzzo è modellato in modo semplificato utilizzando il sottosuolo alla Winkler. D'altra parte, il modello della parte in acciaio sopra il blocco di calcestruzzo è modellato in Detail, compresa la plasticità dei materiali. Per una verifica più dettagliata del calcestruzzo armato sotto la piastra di base, è possibile esportare la piastra di base, gli ancoraggi e i carichi nell'applicazione Detail. Qui il calcestruzzo viene modellato plasticamente.

Gli ancoraggi sono esportati assialmente scollegati e il carico tra di essi è sostituito da una coppia di forze uguali ma opposte (proprio a causa della mancanza di rigidità della parte in acciaio sopra la piastra di base). Pertanto, non è possibile che le forze assiali negli ancoraggi cambino se lo strato di copertura nell'angolo del blocco di calcestruzzo diventa plastico. Allo stesso modo, le saldature delle piastre di base vengono esportate scollegate, con il collegamento sostituito da forze uguali ma opposte. Pertanto, in caso di plasticizzazione dell'angolo di calcestruzzo, la sollecitazione sulla saldatura non può subire variazioni.

Ne consegue che dopo l'esportazione, sebbene tutte le forze che agiscono sulle piastre di base siano in equilibrio, le condizioni di deformazione non saranno soddisfatte.

Webinar

Anchoring: All The Types Covered Yet?



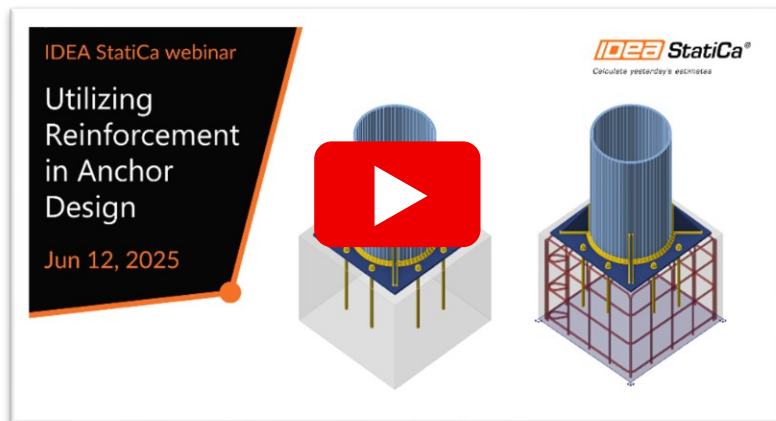
Design of Steel Warehouse (BIM + Anchoring workflow)



3D Analysis and Verification of a Telecom Mast Anchoring System



Utilizing Reinforcement in Anchor Design



Anchor reinforcement in base plate design



10 Most Frequently Asked Questions for 3D anchoring in Detail app



Design of Joint Connections for Powerline Transmission Tower



How to take the reinforcement into account in anchor design?



Master your connections - BIM Links



PROVA GRATUITAMENTE LA VERSIONE COMPLETA DI IDEA STATICA

STEEL



CONCRETE



EISEKO COMPUTERS S.r.l.

Viale del Lavoro, 22/D - 37036 S. Martino B.A. (VR)

+39 045 8031894

idea@eiseko.it