# Validazione software Alveox NTC 2018

Oct 17, 2026 · @giulio

## Scopo e metodo

Il motore di calcolo riproduce i 31 valori di riferimento controllati: 24 entro ±2 %, e i 7 scarti maggiori dipendono da ipotesi diverse da quelle del riferimento. Rimessa la stessa ipotesi, anche questi scendono entro ±2 %, tranne il rilassamento a lungo termine (+4,6 %) e il momento resistente (−3,6 %, a favore di sicurezza).

Oggetto: le funzioni di calcolo del software Alveox (versione corrente dell'applicativo), richiamate con i dati di ingresso di esempi pubblicati, senza modifiche. Le formule normative sono raccolte in un'unica libreria interna, usata sia dall'analisi del solaio sia da questa validazione: si controlla quindi lo stesso codice che produce i report.

Criteri di accettazione:

- **conforme**: scarto $|\Delta| \leqslant 2$ % rispetto al valore pubblicato;
- **motivato**: scarto maggiore, con la causa individuata e, dove possibile, un secondo calcolo con la stessa ipotesi del riferimento.

Fonti di riferimento:

| Codice | Fonte | Contenuto usato |
|---|---|---|
| E | Elliott, PCI Journal mar–apr 2021 | esempio EC2 completo di lastra alveolare 1200 × 200 mm, L = 8,0 m, C40/50 |
| S | Structville, punzonamento EC2 | resistenza v_Rd,c su perimetro di verifica |
| C | soluzioni in forma chiusa | travi in semplice appoggio, congruenza interna |
| P | schede tecniche Seieffe | abachi delle portate, 10 altezze |

Le formule EC2 usate nell'esempio E sono le stesse richiamate dalle NTC 2018: taglio (4.1.23), Circolare §C4.1.2.3.5.1 per le zone non fessurate, rilassamento NTC (11.3.3.3), perdite EC2 (5.46).

## Caso 1 – Materiali

Le proprietà del calcestruzzo C40/50 coincidono con l'esempio E entro lo 0,2 %: le formule sono quelle di NTC §11.2.10 ed EC2 Tab. 3.1.

| ID | Grandezza | Riferimento | Software | Unità | Δ | Esito |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V1.1 | f_ctm = 0,30·f_ck^(2/3) | 3,510 | 3,509 | MPa | −0,03 % | conforme |
| V1.2 | f_ctk,0.05 = 0,7·f_ctm | 2,460 | 2,456 | MPa | −0,16 % | conforme |
| V1.3 | f_ctd = f_ctk/γ_c | 1,640 | 1,637 | MPa | −0,16 % | conforme |
| V1.4 | f_cd = 0,85·f_ck/1,5 | 22,67 | 22,67 | MPa | −0,01 % | conforme |
| V1.5 | E_cm = 22000·(f_cm/10)^0,3 | 35 220 | 35 220 | MPa | 0,00 % | conforme |

Nota: per $f_{ctm}(t_0)$ al rilascio il software usa la classe di resistenza al rilascio ($f_{ck}(t_0)$ = 40 MPa per Alveox), mentre l'esempio E applica il coefficiente di maturazione β_cc(t). Il confronto delle sezioni successive usa i valori a $t_0$ dichiarati dal riferimento.

## Caso 2 – Precompressione, perdite e trasmissione

Con le stesse ipotesi del riferimento il software ritrova le perdite dell'esempio E entro lo 0,5 %; le differenze residue vengono da scelte di metodo, tutte documentate.

Dati dell'esempio E: A = 152 000 mm², I = 697·10⁶ mm⁴, e = 58,2 mm, $A_p$ = 766 mm², $\sigma_{pi}$ = 1239 MPa, $f_{pk}$ = 1770 MPa, $E_{cm}(t)$ = 32 308 MPa, peso proprio 3,724 kN/m, L = 8,0 m, φ = 2,301, $\varepsilon_{cs}$ = 0,000473.

| ID | Grandezza | Riferimento | Software | Unità | Δ | Esito |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V2.1 | Δσ_el in mezzeria | 50,48 | 47,72 | MPa | −5,46 % | motivato |
| V2.2 | Δσ_el all'appoggio | 65,25 | 61,98 | MPa | −5,00 % | motivato |
| V2.3 | Δσ_el in mezzeria, metodo della forza iniziale | 50,48 | 50,25 | MPa | −0,46 % | conforme |
| V3.2 | Δσ_pr prima del rilascio (≈ 20 h) | 4,95 | 4,95 | MPa | +0,03 % | conforme |
| V3.1 | Δσ_pr finale su σ_p0 = 1183,6 MPa | 28,25 | 40,19 | MPa | +42,3 % | motivato |
| V3.3 | Δσ_pr finale su σ media di esercizio (1092,9 MPa) | 28,25 | 29,56 | MPa | +4,6 % | motivato |
| V4.1 | ritiro ε_cs·E_p/D | 81,00 | 81,06 | MPa | +0,08 % | conforme |
| V4.2 | perdite differite EC2 (5.46) | 183,4 | 175,0 | MPa | −4,54 % | motivato |
| V4.3 | (5.46) con rilassamento per intero | 183,4 | 183,4 | MPa | +0,03 % | conforme |

| ID | Grandezza | Riferimento | Software | Unità | Δ | Esito |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V5.1 | l_pt2 con $\alpha_1$ = 1 e φ medio 11,2 mm | 761 | 760 | mm | −0,18 % | conforme |

Cause degli scarti:

- **V2.1–V2.2**: il software risolve la congruenza con la forza dopo la perdita ($P_0 = (\sigma \cdot A_p + \alpha_e \cdot A_p \cdot M_g \cdot e/I)/[1 + \alpha_e \cdot A_p \cdot (1/A + e^2/I)]$); l'esempio applica α_e alla forza iniziale. Con la stessa ipotesi lo scarto scende a −0,5 % (V2.3).
- **V3.1–V3.3**: il software applica la formula di classe 2 a σ_p0, come prevede NTC (11.3.3.3); l'esempio la applica a una tensione ridotta, circa la media in esercizio. La scelta del software è a favore di sicurezza: +12 MPa di perdita, circa l'1 % della precompressione.
- **V4.2**: (5.46) prende il rilassamento come 0,8·Δσ_pr diviso per il fattore di interazione D = 1,138; l'esempio lo somma per intero. Rimesso per intero, il totale coincide (V4.3).
- **Lunghezza di trasmissione**: nelle analisi Alveox il software usa φ massimo e $\alpha_1$ = 1,25 (rilascio istantaneo), quindi l_pt più lunghe e a favore di sicurezza per taglio e ancoraggio.

## Caso 3 – Taglio

Le resistenze a taglio in zona non fessurata e fessurata coincidono con l'esempio E entro lo 0,6 %.

Dati: I = 697·10⁶ mm⁴, b_w = 303 mm, S = 4,80·10⁶ mm³, f_ctd = 1,64 MPa, α_l = 0,262, σ_cp = 4,29 MPa, d = 159,2 mm, A_sl = 766 mm², f_ck = 40 MPa.

```
V_{Rd,c} = \frac{I\, b_w}{S}\sqrt{f_{ctd}^2 + \alpha_l\, \sigma_{cp}\, f_{ctd}}
```

```
V_{Rd} = \max\left\{\left[\frac{0{,}18\,k\,(100\,\rho_l f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0{,}15\,\sigma_{cp}\right]; \; v_{min} + 0{,}15\,\sigma_{cp}\right\} b_w\, d
```

| ID | Grandezza | Riferimento | Software | Unità | Δ | Esito |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V7.1 | V_Rd,c zona non fessurata (EC2 6.4, Circ. C4.1.2.3.5.1) | 93,50 | 93,67 | kN | +0,19 % | conforme |
| V8.1 | V_Rd zona fessurata (NTC 4.1.23) | 77,20 | 77,23 | kN | +0,04 % | conforme |
| V8.2 | V_Rd,min = (v_min + 0,15·σ_cp)·b_w·d | 61,30 | 61,24 | kN | −0,09 % | conforme |

| ID | Grandezza | Riferimento | Software | Unità | Δ | Esito |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V8.3 | v_min = 0,035·k^1,5·√f_ck | 0,630 | 0,626 | MPa | −0,62 % | conforme |

L'esempio di PRE-Stress per EN 1168 §4.3.3.2.2.2 (lastra h = 380 mm, V_Rd,c = 181,7 kN a calcolo manuale) non è riproducibile: la pagina non pubblica b_w e S, e usa il metodo avanzato EN 1168, diverso dall'EC2 6.4 adottato dal software. Nelle lastre Alveox il software calcola inoltre la sezione composta con la cappa e il contributo degli alveoli riempiti (EN 1168 F.2–F.3): queste due parti non hanno un esempio pubblicato di confronto.

## Caso 4 – Tensioni SLE e momento resistente

Le tensioni al rilascio coincidono con l'esempio E; il momento resistente del software è il 3,6 % più basso, a favore di sicurezza, per il diverso legame dell'acciaio.

Dati SLE: $P_0$ = 895 302 N, y_s = 101 mm, y_i = 99 mm, sezione all'estremità (M = 0). Dati SLU: b = 1200 mm (zona compressa piena), d = 159,2 mm, ε_p0 = 0,004853, f_cd = 22,67 MPa.

| ID | Grandezza | Riferimento | Software | Unità | Δ | Esito |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V6.1 | σ lembo inferiore al rilascio | 13,29 | 13,29 | MPa | +0,01 % | conforme |
| V6.2 | σ lembo superiore al rilascio | −1,66 | −1,66 | MPa | +0,03 % | conforme |
| V9.1 | asse neutro x | 50,8 | 48,2 | mm | −5,2 % | motivato |
| V9.2 | M_Rd | 153,1 | 147,6 | kNm | −3,6 % | motivato |

Cause degli scarti a flessione:

- il software usa la parabola-rettangolo NTC §4.1.2.1.2.1 per il calcestruzzo; l'esempio usa lo stress-block 0,8·x, che dà x leggermente maggiore a parità di forza;
- per l'acciaio il software adotta il legame elastico-perfettamente plastico con f_pd = 1385 MPa; l'esempio usa il ramo incrudente fino a f_p = 1438 MPa. La forza nei trefoli scende del 3,7 %, e il momento con essa.

Entrambe le scelte sono ammesse da NTC §4.1.2.1.2 e la seconda è la più cautelativa.

## Caso 5 – Deformazioni, punzonamento e coerenza interna

L'integrazione numerica delle curvature riproduce le soluzioni chiuse entro lo 0,01 % e le frecce dell'esempio E entro l'1,7 %; la resistenza a punzonamento coincide con l'esempio S.

| ID | Grandezza | Riferimento | Software | Unità | Δ | Esito |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V10.1 | controfreccia al rilascio $\delta_1$ (E) | −18,2 | −18,5 | mm | +1,7 % | conforme |

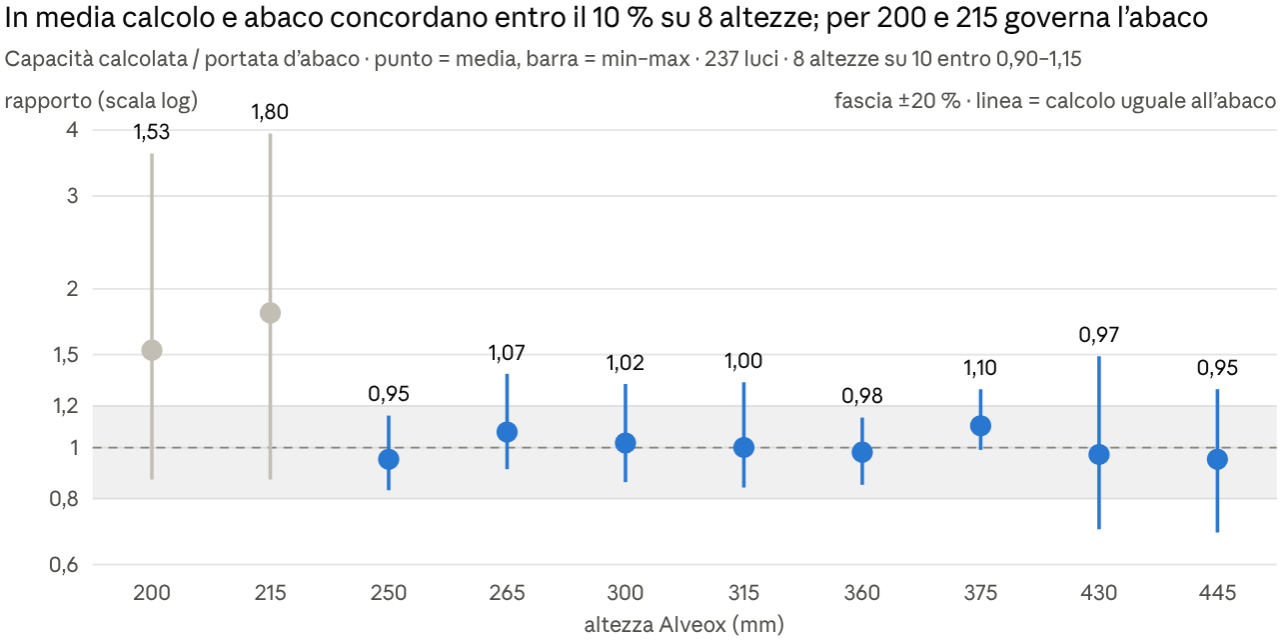
| ID | Grandezza | Riferimento | Software | Unità | Δ | Esito |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V10.2 | freccia del peso proprio al rilascio $\delta_2$ (E) | 8,70 | 8,82 | mm | +1,4 % | conforme |
| V10.3 | integrazione vs $-P \cdot e \cdot L^2/(8 \cdot E \cdot I)$ | −18,51 | −18,51 | mm | 0,00 % | conforme |
| V10.4 | integrazione vs $5 \cdot w \cdot L^4/(384 \cdot E \cdot I)$ | 8,820 | 8,819 | mm | −0,01 % | conforme |
| V11.1 | $v_{Rd,c}$ punzonamento, d = 213 mm, $\rho_l$ = 0,00582, C30 (S) | 0,613 | 0,613 | MPa | 0,00 % | conforme |
| V12.1 | Alveox 300: freccia fase I vs $5 \cdot w \cdot L^4/(384 \cdot E \cdot I)$ | 7,052 | 7,052 | mm | −0,01 % | conforme |
| V12.2 | Alveox 300: $M_{Ed}$ in mezzeria vs $q_{Ed} \cdot L^2/8$ | 178,9 | 178,9 | kNm | 0,00 % | conforme |
| V12.3 | Alveox 300: peso dalla sezione ricostruita vs scheda | 363,0 | 362,6 | kg/m² | −0,11 % | conforme |

Lo scarto di V10.1 viene dalla forza: il software usa $P_0$ costante, l'esempio una forza media lungo la luce.

Non ha un riferimento pubblicato la parte del punzonamento specifica delle lastre alveolari: perimetro ridotto alle sole anime, perimetro troncato dalla testata in appoggio, contributo di alveoli riempiti e cappa. Il software applica le formule NTC §4.1.2.3.5.4 ed EN 1168 §4.3.3.2.4 con ipotesi proprie, descritte nella relazione di calcolo.

## Caso 6 – Confronto con gli abachi del produttore

Su 237 luci tabellate, 199 (84 %) hanno una capacità calcolata entro ±20 % della portata d'abaco; il software usa sempre il minore dei due valori.




Software Alveox, analisi completa NTC 2018 senza il controllo d'abaco · schede tecniche Seieffe, 237 luci tabellate · 17 ottobre 2026

Questo confronto misura la coerenza, non è una validazione indipendente: le armature dei tipi sono state tarate proprio su questi abachi, perché le schede non le pubblicano. Le capacità sono calcolate con soletta 5 cm, carico tutto variabile in categoria B e tutte le verifiche SLE/SLU del programma.

Scarti principali:

- **Alveox 200 e 215, tipi A1 e A2**: il calcolo dà fino a 3,6–3,9 volte la portata d'abaco. Anche con 3 trefoli, l'armatura minima considerata, il produttore resta molto più cautelativo. In queste luci governa l'abaco.
- **Alveox 430 e 445, tipo A4, luci 7–10 m**: il calcolo dà il 22–31 % in meno dell'abaco, perché governa il taglio in zona non fessurata; per il tipo A3 governa la flessione, con scarti fino al 19 %. Qui vale il calcolo del software, più cautelativo.
- Le letture d'abaco sono fatte con l'allineamento delle righe descritto nella scheda Ipotesi dell'applicativo; un diverso allineamento delle colonne cambierebbe questo confronto.

## Esito, limiti e raccomandazioni

Le formule normative del software sono validate: dove l'ipotesi coincide con quella del riferimento, gli scarti restano entro l'1,7 %, salvo il rilassamento a lungo termine (+4,6 %). Restano non validate, per mancanza di esempi pubblicati, le parti specifiche delle lastre alveolari e i dati di prodotto ricostruiti.

| Parte del calcolo | Stato | Scarto massimo, stessa ipotesi | Nota |
|---|---|---|---|
| Materiali NTC/EC2 | validata | 0,2 % | — |
| Accorciamento elastico, rilassamento, perdite (5.46), trasmissione | validata | 4,6 % rilassamento, altri 0,5 % | il software usa $P_0$ di congruenza e σ_p0: perdite di rilassamento più alte, a favore di sicurezza |
| Tensioni SLE | validata | 0,03 % | — |
| Taglio NTC (4.1.23) ed EC2 6.4 | validata | 0,6 % | — |
| Momento resistente | validata con scarto motivato | −3,6 % | acciaio elastico–perfettamente plastico, a favore di sicurezza |
| Frecce (integrazione numerica) | validata | 1,7 % | soluzioni chiuse entro 0,01 % |
| v_Rd,c a punzonamento | validata | 0,0 % | — |
| Taglio su sezione composta e alveoli riempiti | non validata | — | nessun esempio pubblicato; ipotesi EN 1168 F.2–F.3 |
| Perimetro di punzonamento su lastra alveolare (anime, testata) | non validata | — | nessun esempio pubblicato |
| Geometria e armature dei tipi Alveox | coerente con le schede | peso −0,1 % | armature tarate sugli abachi, non dichiarate dal produttore |

Raccomandazioni prima dell'uso esecutivo:

1. Chiedere a Seieffe Prefabbricati geometria degli alveoli, numero e posizione dei trefoli di ogni tipo, e la colonna di partenza di ogni riga degli abachi; poi aggiornare i dati di prodotto e ripetere il caso 6.
2. Confrontare almeno due solai reali con la relazione di calcolo del produttore (taglio in appoggio, momento resistente, controfreccia).
3. Per i ponti, verificare il punzonamento e la ripartizione trasversale con un modello a piastra o con prove, perché il metodo semplificato non ha riscontro pubblicato.

La validazione si ripete eseguendo lo script di prova sul motore di calcolo: 31 controlli in meno di un secondo, con lo stesso codice usato dall'applicativo.

## Fonti


- K. S. Elliott, *Comparison of the design of prestressed concrete hollow-core floor units with Eurocode 2 and ACI 318*, PCI Journal, marzo–aprile 2021
- Structville, *Design example of punching shear in slabs (Eurocode 2)*
- StruSoft, PRE-Stress verification example, EN 1168 §4.3.3.2.2.2
- Seieffe Prefabbricati, schede tecniche Alveox in semplice appoggio