

Giuseppe Albano

STRUTTURE IN ALLUMINIO

© Copyright Legislazione Tecnica 2025

La riproduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo, nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i paesi.

ISBN: 978-88-6219-360-3

Finito di stampare nel mese di aprile 2025 da

PUNTOWEB S.r.l.

Via Variante di Cancelliera - Ariccia (RM)

Legislazione Tecnica S.r.L.

00144 Roma, Via dell'Architettura 16

Servizio Clienti

Tel. 06/5921743 - Fax 06/5921068

servizio.clienti@legislazionetecnica.it

Portale informativo: www.legislazionetecnica.it

Shop: Itshop.legislazionetecnica.it

I contenuti e le soluzioni tecniche proposte sono espressioni dell'esperienza maturata nel corso degli anni dagli Autori. Esse possono, quindi, soltanto essere fatte proprie dal lettore, o semplicemente rigettate, ed hanno l'intento di indirizzare e supportare il progettista nella scelta della soluzione che maggiormente si adatta alla situazione oggetto di analisi. Rimane, pertanto, a carico del progettista la selezione della soluzione da adottare e le conseguenti analisi e dimensionamenti delle strutture e dei componenti. Il lettore utilizza il contenuto del testo a proprio rischio, ritenendo indenne l'Editore e gli Autori da qualsiasi pretesa risarcitoria.

La semplicità è l'ultima sofisticazione.

Leonardo da Vinci

Il tuo atteggiamento mentale dà alla tua intera personalità un potere d'attrazione che attrae le circostanze, le cose e la gente a cui pensi di più!

Napoleon Hill

L'uomo si fa o si distrugge da sé. Con la scelta giusta può elevarsi. Come essere di potere, intelligenza e amore e come padrone dei suoi stessi pensieri, egli possiede la chiave per ogni situazione.

James Allen

Io non voglio cancellare il mio passato, perché nel bene o nel male mi ha reso quello che sono oggi. Anzi ringrazio chi mi ha fatto scoprire l'amore e il dolore, chi mi ha amato e usato, chi mi ha detto ti voglio bene credendoci e chi invece l'ha fatto solo per i suoi sporchi comodi. Io ringrazio me stesso per aver trovato sempre la forza di rialzarmi e andare avanti, sempre.

Oscar Wilde

Il successo professionale è dato dal 20% di formazione accademica e dall'80% di formazione in psicologia applicata e crescita personale.

Giuseppe Albano

RINGRAZIAMENTI

Uno degli aspetti più avvincenti della vita è scoprire la consapevolezza di essere ciò che si è grazie alle scelte fatte continuamente nel passato. Quando si raggiunge una certa maturità ci si accorge, quasi sempre, che tutti i tasselli della vita, esattamente come un puzzle, non potevano altro che portare alla costruzione della persona che si è diventati. Non vi potevano essere altre alternative. Tutte le persone, positive e negative, belle e brutte, tutti gli amici e nemici, hanno indistintamente prodotto l'essere attuale.

Con tale premessa, forse farraginosa, voglio ringraziare tutti coloro che hanno contribuito nel passato e nel presente alla mia formazione tecnica e soprattutto psicologica. Parenti, amici e nemici, conoscenti e non, tutti indistintamente hanno formato la persona che sono oggi, nel bene e nel male.

Un ringraziamento particolare è doveroso farlo all'unica persona che mi ha sempre spronato, mi ha sempre sostenuto, spesso rimproverato, altrettanto spesso rallentato, ma ha plasmato la mia personalità: mia moglie Carmen. Mi ha dato una famiglia incredibilmente fantastica; scopo della mia vita sono i miei figli Rebecca, Pier Giuseppe e Sara, propellenti in ogni lavoro ed obiettivo, motivazione di ogni investimento, respiro della mia aria.

Ringrazio anche te che hai tra le mani questo nuovo lavoro, il sessantunesimo che ha raggiunto le stampe. Spesso mi chiedono come abbia fatto a scrivere così tanto nonostante i tempi ridotti a fronte di una ricca e frenetica professione. Potrei raccontare tantissimo sul come si possa fare. Mi piacerebbe a tal proposito riferire cosa sia necessario fare per arrivare a certi risultati. Se hai a disposizione una platea di giovani a cui possa, secondo te, interessare una tale biografia, scrivimi e sarò lieto di contribuire, forse, a raccontare i singoli passi del mio percorso che hanno generato la persona che sono.

Scrivimi per qualunque motivo alla mail g.albano@calcolostrutture.com

Roma, marzo 2025.

PREFAZIONE

Ci sono libri che nascono da una necessità pratica, altri da un'ispirazione improvvisa. Questo, invece, nasce da un percorso inaspettato, da una passione che mi ha portato su strade che non avrei immaginato. La scintilla iniziale è stata il padel, uno sport che pratico con entusiasmo e che mi ha spinto a interessarmi alle coperture in alluminio. Da lì, il passo successivo è stato quasi naturale: ho iniziato a studiare il materiale, a confrontarmi con le sue peculiarità, a capire la sua versatilità e la sua eleganza strutturale.

L'alluminio è un materiale straordinario, leggero ma resistente, capace di offrire soluzioni innovative nel mondo dell'ingegneria civile e strutturale. Eppure, nonostante le sue potenzialità, in Italia esistono ancora pochi specialisti in questo settore. Quando è stato pubblicato il nuovo **Eurocodice 9**, ho capito che era giunto il momento di approfondire la materia e di raccogliere tutto ciò che avevo studiato e sperimentato in un unico volume. L'obiettivo non era solo analizzare la normativa, ma rendere accessibili i suoi principi a chiunque volesse approcciarsi alla progettazione delle strutture in alluminio con metodo e consapevolezza.

Questo libro, **il mio sessantunesimo**, rappresenta per me un traguardo significativo. Quando mia figlia minore, Sara, era bambina, le promisi che avrei scritto un libro all'anno per eguagliare la mia età. Oggi ho 53 anni e ho superato di gran lunga quell'obiettivo, ma il senso di quella promessa rimane immutato: scrivere non è solo trasmettere conoscenze, è anche un esercizio di crescita personale, un modo per mettere ordine nelle proprie idee e condividerle con chi può trarne beneficio.

Scrivere questo libro non è stato semplice. La sfida più grande è stata **tradurre e interpretare gli scritti dell'Eurocodice 9**, inserendoli in un contesto italiano che ha le sue specificità e le sue esigenze progettuali. Le normative sono strumenti fondamentali, ma se non vengono spiegate e applicate correttamente, rischiano di diventare ostacoli anziché linee guida. Ho voluto quindi realizzare **una guida pratica, poco accademica**, che permetta a studenti, professionisti e appassionati di avvicinarsi alla progettazione delle strutture in alluminio con una visione chiara e operativa.

Dopo 28 anni di esperienza come strutturista puro, so bene che **ogni lavoro è unico**. Non esiste il copia e incolla in ingegneria, non esistono soluzioni universali valide per ogni contesto. La professionalità si costruisce giorno dopo giorno, con lo studio, l'esperienza e la capacità di adattare le conoscenze a situazioni sempre nuove. È questo il messaggio che voglio trasmettere con questo libro: **studiare non è mai un esercizio sterile, ma l'unico modo per padroneggiare davvero una materia e applicarla con successo nella realtà**.

L'alluminio è eleganza, è innovazione, è futuro. Spero che questo libro possa essere un punto di partenza per chi vuole esplorare le sue potenzialità e iniziare a progettare con fiducia. Al suo interno troverete non solo concetti teorici, ma anche esempi pratici tratti dall'esperienza professionale, perché **l'ingegneria strutturale è, prima di tutto, applicazione.**

Se, dopo aver letto questo libro, anche solo uno studente o un professionista sentirà di avere in mano le basi per affrontare il mondo delle strutture in alluminio con maggiore sicurezza, allora il mio obiettivo sarà stato raggiunto.

INDICE

| | |
|--|----|
| RINGRAZIAMENTI | 5 |
| PREFAZIONE | 7 |
| CAPITOLO 1 - PRINCIPI DI PROGETTAZIONE | |
| 1.1 Premessa | 13 |
| 1.2 Regole generali | 14 |
| 1.3 Materiali | 14 |
| 1.3.1 Collegamenti | 20 |
| 1.4 Durabilità | 21 |
| CAPITOLO 2 - ANALISI STRUTTURALE | |
| 2.1 Modellazione strutturale per l'analisi | 23 |
| 2.2 Analisi globale | 23 |
| 2.3 Imperfezioni | 25 |
| 2.3.1 Generalità | 25 |
| 2.3.2 Imperfezioni per l'analisi globale dei telai | 26 |
| 2.4 Metodi di analisi strutturale | 33 |
| 2.4.1 Analisi globale elastica | 33 |
| CAPITOLO 3 - STATI LIMITE ULTIMI | |
| 3.1 Generalità | 35 |
| 3.2 Classificazione delle sezioni | 35 |
| 3.3 Classificazione delle parti della sezione trasversale | 42 |
| 3.4 Resistenza all'instabilità locale negli elementi di classe 4 | 43 |
| 3.5 Resistenza delle sezioni in alluminio | 44 |
| 3.5.1 Generalità | 44 |
| 3.5.2 Proprietà della sezione | 45 |
| 3.5.3 Trazione | 47 |
| 3.5.4 Compressione | 47 |
| 3.5.5 Momento flettente | 48 |
| 3.5.5.1 Generalità | 48 |
| 3.5.5.2 Progetto della sezione trasversale | 51 |
| 3.5.6 Taglio | 52 |
| 3.5.7 Torsione | 53 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.5.8 | Taglio e momento | 54 |
| 3.6 | Resistenza all'instabilità (<i>buckling resistance</i>) | 54 |
| 3.6.1 | Elementi compressi..... | 54 |
| 3.6.2 | Elementi flessi | 55 |
| 3.6.2.1 | Resistenza all'instabilità laterale-torsionale | 55 |
| 3.6.2.2 | Fattore di riduzione per instabilità laterale-torsionale | 56 |
| 3.6.2.3 | Snellezza..... | 57 |
| 3.6.3 | Elementi sottoposti a flessione e compressione assiale | 58 |
| 3.6.3.1 | Generalità..... | 58 |
| 3.6.3.2 | Instabilità flessionale | 58 |
| 3.6.3.3 | Instabilità laterale-torsionale | 60 |
| 3.7 | Analisi semplificata della resistenza..... | 61 |

CAPITOLO 4 - PROGETTAZIONE DEI GIUNTI

| | | |
|---------|---|----|
| 4.1 | Regole generali | 63 |
| 4.1.1 | Premessa | 63 |
| 4.1.2 | Forze e momenti applicati | 63 |
| 4.1.3 | Resistenza dei giunti | 64 |
| 4.1.4 | Ipotesi di progettazione | 64 |
| 4.1.5 | Fabbricazione ed esecuzione | 64 |
| 4.2 | Intersezioni per giunti bullonati, rivettati e saldati | 65 |
| 4.3 | Giunti caricati a taglio soggetti a urti, vibrazioni e/o inversione di carico | 65 |
| 4.4 | Classificazione dei giunti | 65 |
| 4.5 | Collegamenti realizzati con bulloni, rivetti e perni | 65 |
| 4.5.1 | Posizionamento dei fori per bulloni e rivetti | 65 |
| 4.5.2 | Detrazioni per l'area dei fori dei dispositivi di giunzione | 68 |
| 4.5.2.1 | Progettazione per la resistenza allo strappo del blocco | 68 |
| 4.5.2.2 | Angolari e angolari con bulbo..... | 69 |
| 4.5.3 | Categorie di connessioni bullonate | 70 |
| 4.5.3.1 | Collegamenti a taglio..... | 70 |
| 4.5.3.2 | Collegamenti a trazione | 71 |
| 4.5.4 | Distribuzione delle forze tra i dispositivi di giunzione..... | 72 |
| 4.5.5 | Resistenze di progetto dei bulloni | 74 |
| 4.5.6 | Altre connessioni..... | 76 |
| 4.5.6.1 | Generalità..... | 76 |
| 4.5.6.2 | Connessioni a perno | 77 |
| 4.5.7 | Collegamenti in alluminio | 79 |
| 4.6 | Giunzioni saldate..... | 79 |
| 4.6.1 | Generalità..... | 79 |
| 4.6.2 | Progettazione delle giunzioni saldate | 80 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 4.6.2.1 | Verifica delle saldature di testa | 80 |
| 4.6.2.1.1 | Saldature di testa a completa penetrazione | 80 |
| 4.6.2.1.2 | Saldature di testa a parziale penetrazione .. | 81 |
| 4.6.2.2 | Progettazione delle saldature d'angolo | 82 |
| 4.6.2.2.1 | In generale | 82 |
| 4.6.2.2.2 | Metodo di calcolo direzionale | 84 |
| 4.6.2.2.3 | Metodo di calcolo semplificato | 86 |
| 4.6.2.3 | Momento attorno all'asse del cordone di saldatura .. | 86 |
| 4.7 | Giunzioni ibride..... | 88 |

CAPITOLO 5 - ESEMPI PRATICI

| | | |
|---------|---|-----|
| 5.1 | Premessa | 89 |
| 5.2 | Trave semplice | 89 |
| 5.2.1 | Trave in acciaio | 89 |
| 5.2.2 | Trave in alluminio | 95 |
| 5.2.2.1 | Verifica di Resistenza a taglio lungo l'asse z | 101 |
| 5.2.2.2 | Verifica di instabilità | 101 |
| 5.2.2.3 | Verifica di Resistenza a flessione | 102 |
| 5.2.2.4 | Verifica dell'inflessione allo SLE | 103 |
| 5.2.3 | Confronto | 103 |
| 5.3 | Calcolo e verifica delle strutture in alluminio con NextFEM Designer: un caso di studio | 107 |
| 5.3.1 | Caso studio | 107 |
| 5.3.2 | Verifiche allo SLU..... | 124 |
| 5.3.2.1 | Valutazione della classe della sezione (_Classe) ... | 126 |
| 5.3.3 | Profili sottili in classe 4 | 132 |
| 5.4 | Copertura per piscina olimpionica con strutture in alluminio..... | 134 |
| 5.4.1 | Premessa | 134 |
| 5.4.2 | Modelli di calcolo strutturale e confronto tra NTC2018 ed Eurocodice | 136 |
| 5.4.3 | Modellazione di calcolo | 140 |
| 5.4.4 | Materiali e sezioni membrature | 144 |
| 5.4.5 | Grafici sintetici | 147 |
| 5.5 | Progettazione strutturale di una copertura curva in alluminio per campi da padel..... | 151 |
| 5.5.1 | Generalità..... | 151 |
| 5.5.2 | Ubicazione e carichi | 152 |
| 5.5.2.1 | Carico neve | 153 |
| 5.5.2.2 | Carico vento | 154 |
| 5.5.2.3 | Carichi variabili | 154 |

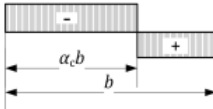
| | |
|--|------------|
| 5.5.2.4 Carico sismico | 155 |
| 5.5.3 Materiali e sezioni | 156 |
| 5.5.4 Risultati di calcolo | 161 |
| 5.5.5 Disegni | 162 |
| 5.5.6 Verifica delle aste in alluminio..... | 165 |
| 5.6 Progettazione strutturale di una tensostruttura per addestramento cavalli | 180 |
| 5.6.1 Generalità..... | 180 |
| 5.6.2 Ubicazione e carichi | 181 |
| 5.6.2.1 Carico neve | 181 |
| 5.6.2.2 Carico vento | 182 |
| 5.6.2.3 Carichi variabili | 183 |
| 5.6.2.4 Carico sismico | 184 |
| 5.6.3 Materiali e sezioni | 185 |
| 5.6.4 Risultati di calcolo | 192 |
| 5.6.5 Disegni | 193 |
| 5.6.6 Verifica delle aste in alluminio..... | 195 |
| 5.6.7 Verifica dei controventi in acciaio..... | 208 |
| BIBLIOGRAFIA | 217 |
| INDICE DELLE FIGURE | 218 |
| INDICE DELLE TABELLE | 222 |
| INDICE ANALITICO | 223 |



**Pagine non disponibili
in anteprima**



Tabella 3.2 - Valori ammissibili di b/t per la parte della sezione trasversale senza saldature



| Cross-section | Internal part | | Outstand part | |
|---------------|---------------------------------------|---|--|--|
| | $\alpha_c \leq 0,5$ | $\alpha_c > 0,5$ | Peak compression at supported edge | Peak compression at unsupported edge |
| Class 1 | $\leq \frac{16\varepsilon}{\alpha_c}$ | $\leq \frac{56\varepsilon}{5,5\alpha_c - 1}$ | $\leq \frac{4\varepsilon}{\alpha_c}$ | $\leq \frac{4\varepsilon}{\alpha_c^{1,5}}$ |
| Class 2 | $\leq \frac{19\varepsilon}{\alpha_c}$ | $\leq \frac{88\varepsilon}{6,53\alpha_c - 1}$ | $\leq \frac{4,5\varepsilon}{\alpha_c}$ | $\leq \frac{4,5\varepsilon}{\alpha_c^{1,5}}$ |

Nella Tabella 3.2 una parte della sezione trasversale dovrebbe essere considerata con saldature se contiene saldature su un bordo o in qualsiasi punto all'interno della sua larghezza. Tuttavia, una parte della sezione trasversale può essere considerata priva di saldature se queste sono trasversali all'asse dell'elemento e poste in posizione di vincolo laterale.

3.4 RESISTENZA ALL'INSTABILITÀ LOCALE NEGLI ELEMENTI DI CLASSE 4

L'instabilità locale negli elementi di classe 4 dovrebbe essere presa in considerazione sostituendo la sezione reale con una sezione efficace, ottenuta utilizzando un fattore di instabilità locale, ρ_c , per ridurre lo spessore; ρ_c dovrebbe essere applicato a qualsiasi parte di classe 4 che sia totalmente o parzialmente compressa.

$$\rho_c = 1 \text{ se } \frac{\beta}{\varepsilon} \leq \frac{1}{2} \left(C_1 + \sqrt{C_1^2 - C_2(3 + \psi)} \right)$$

$$\rho_c = \frac{C_1}{\frac{\beta}{\varepsilon}} - \frac{(3 + \psi)C_2}{4(\beta/\varepsilon)^2} \text{ se } \frac{\beta}{\varepsilon} > \frac{1}{2} \left(C_1 + \sqrt{C_1^2 - C_2(3 + \psi)} \right)$$

Quindi, il fattore ρ_c dovrebbe essere calcolato dalle precedenti formule separatamente per le diverse parti della sezione, in termini di rapporto β/ε , dove β è stato abbondantemente chiarito, ε è definito nella Tabella 3.1 e le costanti C_1 e C_2 sono definite nella Tabella 3.3.

Tabella 3.3 - Costanti C_1 e C_2 nelle formule per ricavare ρ_c

| | Buckling Class according to Table 5.3 and Table 5.4 | Curve (see Fig. 8.5) | Internal part | | Outstand part | |
|---------------|---|----------------------|---------------|-------|---------------|-------|
| | | | C_1 | C_2 | C_1 | C_2 |
| Without welds | A | a | 32 | 220 | 10 | 24 |
| | B | b | 30,5 | 209 | 9,5 | 22 |
| | C | c | 29 | 198 | 9 | 20 |
| With welds | A | aw | 29 | 198 | 9 | 20 |
| | B | bw | 28,2 | 193 | 8,5 | 18 |
| | C | cw | 27,6 | 189 | 8 | 16 |

Le relazioni tra ρ_c e β/ϵ sono riassunte nella Figura 3.5.

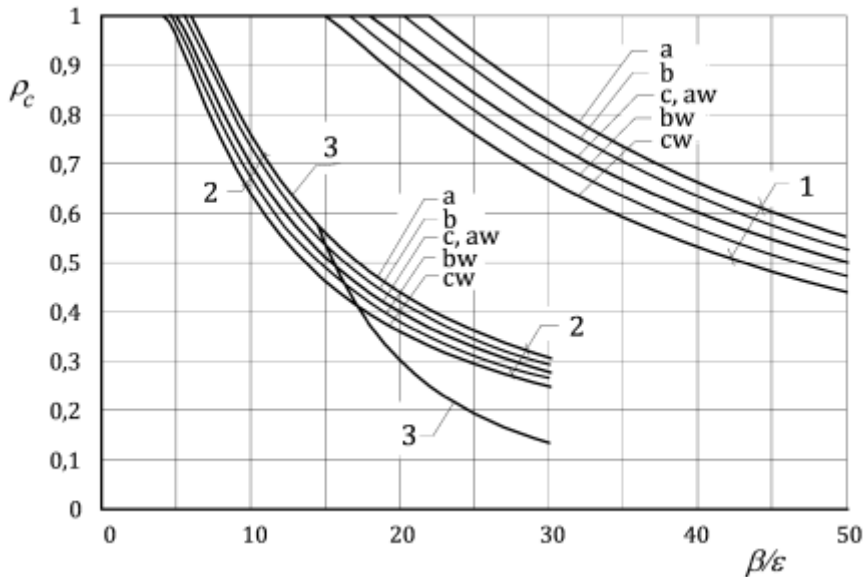


Figura 3.5 - Relazione tra ρ_c e β/ϵ per parti esterne, interne e tubi tondi

3.5 RESISTENZA DELLE SEZIONI IN ALLUMINIO

3.5.1 Generalità

Il principio alla base del progetto o verifica delle sezioni in alluminio è identico a quello di ogni normativa, comprese le Norme Tecniche per le Costruzioni italiane.

In base a tale principio il valore di progetto dell'azione non deve superare la corrispondente resistenza di progetto. Qualora ci siano effetti agenti simultaneamente, la combinazione di essi non dovrà superare la resistenza relativa a quella combinazione sollecitante la sezione trasversale. Devono prendersi in considerazione anche gli effetti taglianti agenti, l'instabilità locale.

Le resistenze di progetto dipendono dalla classificazione della sezione trasversale. La verifica elastica può essere eseguita per tutte le classi di sezione trasversale a condizione che le proprietà effettive della sezione stessa siano utilizzate per la verifica delle sezioni di classe 4.

Ai fini della determinazione della resistenza di una sezione in alluminio si può utilizzare la seguente formula:

$$\left(\frac{\sigma_{X,Ed}}{f_o/\gamma_{M1}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{Z,Ed}}{f_o/\gamma_{M1}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{X,Ed}}{f_o/\gamma_{M1}}\right)\left(\frac{\sigma_{Z,Ed}}{f_o/\gamma_{M1}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_o/\gamma_{M1}}\right)^2 \leq 1$$

Dove:

$\sigma_{X,Ed}$ è il valore di progetto della sollecitazione normale longitudinale nel punto considerato;

$\sigma_{Z,Ed}$ è il valore di progetto della sollecitazione normale trasversale nel punto considerato;

τ_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo di taglio nel punto considerato.

La verifica effettuata secondo la relazione di sopra è molto conservativa in quanto non prende in considerazione la distribuzione delle tensioni plastiche.

3.5.2 Proprietà della sezione

Le proprietà della sezione trasversale lorda (A_g) devono essere trovate utilizzando le dimensioni nominali. I fori per gli elementi di fissaggio possono essere trascurati, ma dovrebbero essere prese in considerazione aperture più grandi. I materiali di giunzione e i listelli non devono essere inclusi.

L'area netta di una sezione trasversale (A_{net}) è da intendersi come area lorda, sottraendo opportunamente le aree dei fori, delle altre aperture e delle zone termicamente alterate.

Per il calcolo delle proprietà della sezione netta, la detrazione per un singolo foro di fissaggio dovrebbe essere l'area della sezione trasversale del foro nel piano del suo asse. Per i fori svasati, è necessario prevedere un margine adeguato per la parte svasata.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



Tabella 5.6 - Prospetto dei parametri sismici secondo l'Eurocodice 9 e Annesso italiano

| Tipo di spettro | | Spettro di progetto per il calcolo lineare | |
|---|-----------|--|---------------------|
| Direzione dello spettro | | Spettro orizzontale | |
| Azione sismica | | | |
| Accelerazione di progetto del terreno | a_g | 2.070 | [m/s ²] |
| Amplificazione spettrale | F_0 | 2.491 | [-] |
| Coefficiente temporale | T_c^* | 0.304 | [-] |
| Parametri di descrizione dello spettro | | | |
| Categoria di sottosuolo | | C | |
| Categoria topografica | | T1 | |
| Coefficiente del terreno | S_s | 1.391 | [-] |
| Coefficiente topografico | S_T | 1.000 | [-] |
| Coefficiente di funzione | C_c | 1.555 | [-] |
| Limite inferiore del periodo del tratto costante dello spettro di accelerazione (orizzontale) | T_{B-H} | 0.158 | [s] |
| Limite superiore del periodo del tratto costante dello spettro di accelerazione (orizzontale) | T_{C-H} | 0.473 | [s] |
| Valore che definisce l'inizio del tratto di risposta a spostamento costante dello spettro (orizzontale) | T_{D-H} | 2.428 | [s] |
| Coefficienti | | | |
| Fattore di struttura | q | 1.300 | [-] |
| Valore limite dello spettro di progetto orizzontale | \square | 0.200 | [-] |

La Figura 5.46 mostra, senza alcun dubbio, che lo spettro di progetto allo SLV costruito con le NTC2018 è identico allo spettro elaborato con l'Eurocodice 9 e relativo Annesso nazionale. Nella Figura 5.46 è possibile verificare, in entrambi i casi, che ad un periodo di 0.16 sec corrisponde sempre un'accelerazione sismica pari a 5.52 m/s².

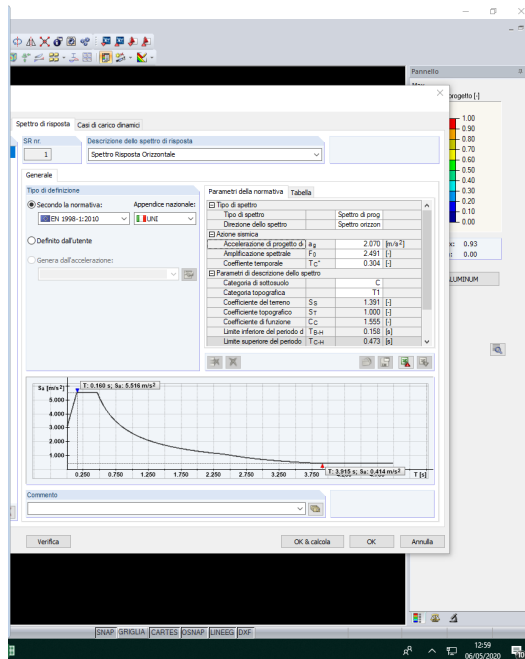
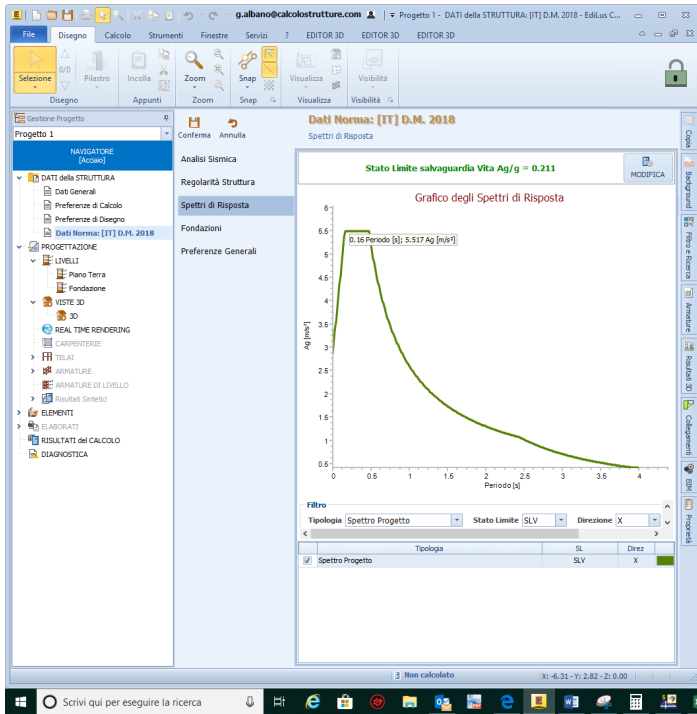


Figura 5.46 - Paragone spettro di progetto secondo le NTC2018 e l'Eurocodice 9

Queste considerazioni sono molto importanti al fine di evidenziare la doppia progettazione delle strutture del presente progetto. La prima modellazione 3D totale di calcolo strutturale è dedicata completamente alla progettazione delle strutture in alluminio, non contemplate dalle NTC2018 e trattate con gli Eurocodici. La seconda modellazione è stata eseguita da altro studio di progettazione al fine di progettare le strutture in conglomerato cementizio armato di fondazione. Gli approcci di calcolo dei due team di progettazione strutturale sono stati ovviamente sincroni e concordi. Identici i carichi di natura statica e uguali i carichi di natura dinamica. In tal modo si è arrivati ad una doppia progettazione avente ognuna un determinato scopo: una focalizzata nella progettazione delle sezioni in alluminio e l'altra indirizzata alla progettazione delle strutture in c.a.o.

Occorre ancora ricordare che le NTC2018 vietano, in molti punti, la progettazione strutturale distinta tra la parte di elevazione e quella di fondazione in qualunque corpo di fabbrica. Tale consuetudine è da considerarsi errata e priva di fondamento ingegneristico e matematico, anche se la prassi professionale è ancora molto legata alla distribuzione di ipotetiche forze definite “*scarichi a terra*”.

Le reazioni vincolari non possono essere considerate come azioni sulle fondazioni per diversi motivi:

- il numero delle combinazioni di carico da considerare è enorme;
- le sollecitazioni derivanti dall'analisi della elevazione dovrebbero, per ovvie ragioni, essere ridotte a poche forze e pochi momenti di calcolo;
- i risultati che si otterrebbero, utilizzando calcolo doppia e separata, sono fuorvianti dagli effetti torsionali e da momenti parassiti generatisi durante le azioni sismiche;
- modellare solo le fondazioni in c.a.o. non consentirebbe di valutare le azioni sismiche in gioco e le interazioni suolo/struttura con tutti i relativi parametri meccanici geotecnici del suolo.

Tutte queste considerazioni hanno spinto i due team alla definizione di un doppio modello di calcolo strutturale. Il primo ottimizzato per la progettazione delle strutture di elevazione in alluminio ed il secondo focalizzato agli elementi fondali. Il secondo modello, ad esempio, è stato concepito con un fattore di struttura unitario, proprio al fine del rispetto del famoso criterio di progettazione in capacità che prevede le fondazioni come ultimissimo elemento di collasso in un eventuale evento degenerativo.

5.4.3 Modellazione di calcolo

Il modello di calcolo è costituito da travi principali e travature secondarie. Di seguito viene presentata una serie di figure e tabelle riportanti il modello, i carichi e le sollecitazioni di calcolo.