

per voi e grazie a voi,

*Mario e Maria Rosa*

## Indice Sezione Architettonico

---

<b>0   Premessa</b> .....	<b>7</b>
<b>0.1   La Versiliana</b> .....	<b>9</b>
<b>1   Caratteristiche del Lotto</b> .....	<b>12</b>
<b>2   Necessità Territoriali</b> .....	<b>16</b>
<b>3   Genesi Architettonica</b> .....	<b>21</b>
<b>3.1   Città Romane</b> .....	<b>32</b>
<b>4   Descrizione Generale</b> .....	<b>35</b>

## Indice Sezione Strutturale

---

<b>5   Introduzione</b> .....	<b>50</b>
<b>5.1   Descrizione Generale della Struttura</b> .....	<b>50</b>
<b>5.2   Normativa di Riferimento</b> .....	<b>50</b>
<b>5.3   Analisi dei Carichi</b> .....	<b>51</b>
5.3.1   Riferimento Normativo.....	51
5.3.2   Carichi Permanenti.....	51
5.3.3   Sovraccarichi Variabili .....	51
5.3.4   Carico Neve.....	52
5.3.5   Carico Vento.....	53
5.3.6   Carico Termico .....	56
5.3.7   Carico Sismico .....	56
<b>5.4   Combinazioni di Carico</b> .....	<b>58</b>
<b>6   Analisi della Struttura</b> .....	<b>64</b>
<b>6.1   Analisi degli Effetti delle Deformazioni</b> .....	<b>65</b>
<b>6.2   Verifiche delle Membrature</b> .....	<b>66</b>
6.2.1   Copertura .....	67
6.2.2   Frangisole Aggettanti di Copertura.....	68
6.2.3   Traversi Orizzontali Colonne .....	70
6.2.3.1   Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ].....	70
6.2.3.2   Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ] .....	70
6.2.3.3   Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ].....	71
6.2.3.4   Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ] .....	72
6.2.4   Controventi di Facciata.....	73
6.2.4.1   Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ].....	74
6.2.5   Colonne Prospetto Parco .....	76
6.2.5.1   Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ].....	76
6.2.5.2   Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ] .....	76
6.2.5.3   Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ].....	77
6.2.5.4   Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ] .....	78
6.2.6   Colonne Prospetto Parco del Campo di Controvento.....	79
6.2.6.1   Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ].....	79
6.2.6.2   Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ] .....	80

6.2.6.3   Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]	81
6.2.7   Colonne Prospetto Piazza	82
6.2.7.1   Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	82
6.2.7.2   Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	82
6.2.7.3   Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]	83
6.2.7.4   Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ]	84
6.2.8   Colonne Prospetto Piazza del Campo di Controvento	85
6.2.8.1   Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	85
6.2.8.2   Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	86
6.2.8.3   Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]	87
6.2.9   Corrente Superiore	88
6.2.9.1   Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	88
6.2.9.2   Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	88
6.2.9.3   Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]	89
6.2.9.4   Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ]	90
6.2.10   Corrente Inferiore	91
6.2.10.1   Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	91
6.2.11   Montanti	92
6.2.11.1   Verifiche di Resistenza a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	92
6.2.11.2   Verifiche di Stabilità a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.3.1 ]	92
6.2.12   Arcareccio	94
6.2.12.1   Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	94
6.2.12.2   Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	94
6.2.12.3   Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]	95
6.2.12.4   Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ]	97
6.2.13   Controventi di Copertura	98
6.2.13.1   Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	98
6.2.14   Corrente Crociere	99
6.2.14.1   Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	99
6.2.14.2   Verifiche di Resistenza a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	99
6.2.14.3   Verifiche di Stabilità a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.3.1 ]	100
6.2.15   Diagonale Crociere	102
6.2.15.1   Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	102
6.2.15.2   Verifiche di Resistenza a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]	102
6.2.15.3   Verifiche di Stabilità a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.3.1 ]	103
<b>6.3   Verifiche dei Collegamenti</b>	<b>105</b>
6.3.1   Particolare 01	106
6.3.1.1   Bulloni Corrente Inferiore	106
6.3.1.2   Saldature	106
6.3.1.3   Piatti	106
6.3.2   Particolare 02	122
6.3.2.1   Bulloni Corrente Inferiore	122
6.3.2.2   Saldature	122
6.3.2.3   Piatti	122
6.3.3   Particolare 03	129

6.3.3.1   Bulloni Corrente Inferiore .....	129
6.3.3.2   Saldature .....	129
6.3.3.3   Piatti.....	129
6.3.4   Particolare 04 .....	136
6.3.4.1   Manicotto .....	136
6.3.5   Particolare 05 .....	137
6.3.5.1   Bulloni Piattabanda .....	137
6.3.5.2   Bulloni Pannello Anima .....	138
6.3.5.3   Saldature .....	139
6.3.5.4   Piatti.....	139
6.3.6   Particolare 06 .....	152
6.3.6.1   Saldature .....	152
6.3.7   Particolare 07 .....	153
6.3.7.1   Bulloni Diagonale Crociera .....	153
6.3.7.2   Saldature .....	153
6.3.7.3   Piatti.....	153
6.3.8   Particolare 08 .....	163
6.3.8.1   Bulloni Piattabanda .....	163
6.3.9   Particolare 09 .....	168
6.3.9.1   Bulloni Corrente Crociera.....	168
6.3.9.2   Bulloni Diagonale Crociera .....	168
6.3.9.3   Saldature .....	169
6.3.9.4   Piatti.....	169
6.3.10   Particolare 10 .....	178
6.3.10.1   Bulloni Corrente Crociera.....	178
6.3.10.2   Bulloni Diagonale Crociera .....	178
6.3.10.3   Saldature .....	179
6.3.10.4   Piatti.....	179
6.3.11   Particolare 11 .....	188
6.3.11.1   Bulloni Corrente Crociera.....	188
6.3.11.2   Saldature .....	188
6.3.11.3   Piatti.....	188
6.3.12   Particolare 12 .....	198
6.3.12.1   Bulloni Piattabanda .....	198
6.3.12.2   Tubo Distanziatore.....	198
6.3.13   Particolare 13 .....	200
6.3.13.1   Bulloni Controvento .....	200
6.3.13.2   Saldature .....	200
6.3.13.3   Piatti.....	201
6.3.14   Particolare 14 .....	207
6.3.14.1   Bulloni Controvento .....	207
6.3.14.2   Saldature .....	207
6.3.14.3   Piatti.....	208
6.3.15   Particolare 15 .....	217
6.3.15.1   Bulloni Controvento .....	217

6.3.15.2   Bulloni Traverso Colonna .....	217
6.3.15.3   Saldature .....	218
6.3.15.4   Piatti .....	218
6.3.16   Particolare 16.....	237
6.3.16.1   Bulloni Controvento .....	237
6.3.16.2   Bulloni Traverso Colonna .....	237
6.3.16.3   Saldature .....	238
6.3.16.4   Piatti .....	238
6.3.17   Particolare 17.....	253
6.3.17.1   Bulloni Controvento .....	253
6.3.17.2   Saldature .....	253
6.3.17.3   Piatti .....	254
6.3.18   Particolare 18.....	263
6.3.18.1   Bulloni Diagonale Controvento - [ NTC par. 7.5.3.3 ] .....	263
6.3.18.2   Saldature .....	263
6.3.18.3   Piatti .....	263
6.3.19   Particolare 19.....	270
6.3.19.1   Bulloni Diagonale Controvento - [ NTC par. 7.5.3.3 ] .....	270
6.3.19.2   Saldature .....	270
6.3.19.3   Piatti .....	270
6.3.20   Particolare 20.....	282
6.3.20.1   Bulloni Controvento .....	282
6.3.20.2   Saldature .....	282
6.3.20.3   Piatti .....	283
6.3.21   Particolare 21.....	292
6.3.21.1   Bulloni Controvento .....	292
6.3.21.2   Saldature .....	292
6.3.21.3   Piatti .....	293
6.3.22   Particolare 22.....	299
6.3.22.1   Bulloni Controvento .....	299
6.3.22.2   Saldature .....	299
6.3.22.3   Piatti .....	300
6.3.23   Particolare 23.....	306
6.3.23.1   Bulloni Controvento .....	306
6.3.23.2   Saldature .....	306
6.3.23.3   Piatti .....	307
6.3.24   Particolare 24.....	313
6.3.24.1   Bulloni Controvento .....	313
6.3.24.2   Saldature .....	313
6.3.24.3   Piatti .....	314
6.3.25   Particolare 25.....	329
6.3.25.1   Bulloni Controvento .....	329
6.3.25.2   Bulloni Traverso Colonna .....	329
6.3.25.3   Saldature .....	330
6.3.25.4   Piatti .....	330

6.3.26   Particolare 26 .....	349
6.3.26.1   Bulloni Controvento .....	349
6.3.26.2   Bulloni Traverso Colonna.....	349
6.3.26.3   Saldature .....	350
6.3.26.4   Piatti.....	350
6.3.27   Particolare 27 .....	365
6.3.27.1   Bulloni Controvento .....	365
6.3.27.2   Bulloni Traverso Colonna.....	365
6.3.27.3   Saldature .....	366
6.3.27.4   Piatti.....	366
6.3.28   Particolare 28 .....	385
6.3.28.1   Bulloni Controvento .....	385
6.3.28.2   Saldature .....	385
6.3.28.3   Piatti.....	386
6.3.29   Particolare 29 .....	395
6.3.29.1   Bulloni Piattabanda .....	395
6.3.29.2   Bulloni Pannello Anima.....	396
6.3.29.3   Saldature .....	397
6.3.29.4   Piatti.....	397
6.3.30   Particolare 30 .....	410
6.3.30.1   Pali.....	411
6.3.30.2   Terreno .....	412
6.3.30.3   Putrelle.....	414
6.3.30.4   Saldature .....	414
6.3.30.5   Barre Filettate .....	414
<b>7   Conclusioni.....</b>	<b>417</b>
<b>8   Bibliografia.....</b>	<b>419</b>
<b>8.1   Riferimenti Bibliografici .....</b>	<b>419</b>
<b>8.2   Riferimenti Normativi.....</b>	<b>419</b>
<b>9   Allegati .....</b>	<b>421</b>
<b>9.1   Allegato A – Tavole Architettoniche di Presentazione</b>	
<b>9.2   Allegato B – Tavole Strutturali di Presentazione</b>	
<b>9.3   Allegato C – Tavole Architettoniche Tecniche</b>	
<b>9.4   Allegato D – Tavole Strutturali Tecniche</b>	



## *Sezione Architettonico*

---

### **0 | Premessa**

Le macroaree in cui è suddiviso il nostro paese rivelano numerose lacune dal punto di vista urbanistico, infrastrutturale e di logistica edilizia. Queste lacune hanno molteplici origini, alcune delle quali calano le proprie radici nella storia, nella geografia e nella cultura sociale. I conglomerati urbani che caratterizzano l'Italia devono la loro conformità alla sovrapposizione di varie ere storiche che hanno modificato nei tempi la morfologia delle città in base al progredire delle conoscenze tecnologiche o al diversificarsi delle esigenze sociali. Infatti, là dove nascevano i primi accampamenti rurali in tempi preistorici, nascono adesso le attuali città e metropoli italiane, e fra queste due ere separate da migliaia di anni, si sono sedimentate molteplici civiltà che hanno plasmato la morfologia del proprio conglomerato urbanistico in base alle esigenze dell'epoca. Questo sedimentarsi di diverse civiltà, ha condizionato inevitabilmente la morfologia delle attuali città, ripercuotendosi sulla qualità della vita degli abitanti. Come è ovvio, le antiche città non erano progettate e pensate per rispondere alle esigenze contemporanee, a partire dal traffico automobilistico fino ad arrivare alle strutture pubbliche come cinema e impianti sportivi. Per questo motivo riuscire a calibrare queste strutture contemporanee all'interno di planimetrie urbane antiche è stata spesso un'ardua impresa che ha prodotto talvolta risultati insufficienti, consegnando al cittadino città non a misura d'uomo e con servizi non adeguati allo standard di vita moderno. L'evoluzione urbanistica delle città in tutto il mondo occidentale non è avvenuta sempre seguendo i medesimi canoni e affrontando le stesse problematiche. In alcuni paesi (come gli USA) l'evoluzione dei conglomerati urbani ha seguito un carattere espansionistico e non integrativo. Ovvero, le città nel succedersi dei decenni, non hanno conformato le proprie caratteristiche urbane alle esigenze dell'epoca integrando infrastrutture e servizi nel già presente conglomerato urbano e all'interno degli originali confini, bensì, godendo degli ampi spazi circostanti, hanno avuto la possibilità di espandersi fino ad esaudire le necessità richieste. Questo non è stato possibile in Italia, dove gli spazi a disposizione sono molto più limitati e spesso l'espansione delle città è bloccata dalla presenza di catene montuose invalicabili. Per questo, l'espansione delle città italiane nelle ere storiche è stata contenuta e oltre un certo limite è stato necessario intervenire sul già presente reticolato urbano con risultati non sempre soddisfacenti. Questa desamina fornisce una fra le tante ragioni per cui molte città o conglomerati urbani nel nostro paese non presentano quelle caratteristiche che permettono una risposta esaustiva alle esigenze della cittadinanza.

La realtà in cui si trova la macroarea versiliese ha origini diverse da quella delle città italiane ma presente allo stesso modo lacune a livello infrastrutturale e urbanistico paragonabili ad altre realtà. L'area della Versilia è conosciuta a livello nazionale e internazionale come zona turistica soprattutto nel periodo estivo/primaverile e per questo motivo, negli anni, sono stati curati tutti gli aspetti urbanistici legati a questo



campo economico e sociale. Infatti, sono presenti molteplici strutture dedicate a fornire un servizio di alto livello per ogni fascia di clientela e, annualmente, i comuni fanno investimenti mirati a migliorare questo ventaglio di offerte. Spesso però questi interventi sono fin troppo mirati, nel senso che ripercuotono i loro benefici solo ed esclusivamente sul campo delle infrastrutture turistiche, mentre il resto della comunità gode solo in parte o di riflesso di questi interventi. Le amministrazioni comunali non sempre si pongono il problema di programmare interventi che abbiano un campo d'azione e di beneficio più ampio di quello del solo settore del turismo. Infatti sarebbe chiaramente possibile, anche se altrettanto chiaramente più complicato dal punto di vista programmatico, prevedere interventi che portino beneficio al settore del turismo e, allo stesso tempo, anche alla comunità che risiede stabilmente nell'area versiliese.

## 0.1 | La Versiliana



Un aspetto che talvolta non viene molto curato dalle amministrazioni comunali è quello delle infrastrutture a finalità sportiva. Avere un proposta di strutture sportive di alto livello, permette non solo di fornire un servizio alla comunità, ma anche di incrementare l'appel della Versilia a livello turistico e non. Molte tipologie di infrastrutture sportive sono carenti, sia dal punto di vista numerico che

qualitativo, su tutto il territorio versiliese, mentre quelle presenti in numero almeno sufficiente, molto spesso sono inadeguate ed obsolete. Avere una proposta di strutture sportive di qualità sarebbe di indubbio beneficio per tutta la comunità versiliese, per il settore turistico e per l'economia locale in generale, aprendo prospettive di sviluppo e di investimento che fino ad oggi sono state ignorate. Per questi motivi, investire sulle infrastrutture sportive non è affatto un modo per dilapidare le poche risorse economiche delle amministrazioni comunali, ma al contrario è un modo per alimentare la ormai immobile economia locale e per orientarla verso aspetti da sempre trascurati e per questo fertili e con ampi margini di crescita e prosperità.



A Marina di Pietrasanta, da Fiumetto al viale Apua, e fino al confine con il comune di Forte dei Marmi si estende per quasi un milione di metri quadrati il parco della Versiliana, oggi di proprietà comunale. Alla fine del '700 il bosco fu diviso in poderi da concedere ai privati. Nel corso dell'Ottocento i conti Digerini Nuti, proprietari di alcuni appezzamenti, crearono una

vasta tenuta signorile. Nel 1886 venne costruita la villa, denominata La Versiliana dallo scrittore Renato Fucini, spesso ospite dei proprietari. In questa vasta e folta pineta, attorno alla celebre villa che ospitò il poeta D'Annunzio, si svolge in estate un intensa e qualificata programmazione culturale (prosa, balletto, musica, cinema e cabaret). Un viale rettilineo, fittamente alberato, comincia da Fiumetto e si dirige verso l'interno per collegare la località al capoluogo (3,5Km) Pietrasanta, che si trova fra l'Aurelia e le Alpi Apuane.



La Versiliana, luogo di spettacolo e di intrattenimento culturale, si è imposta come il più prestigioso spazio della Versilia, per altro non priva di tradizioni di cultura di grande importanza, e si è affermata, anche a livello nazionale. Il Parco della Versiliana, dove, durante il periodo estivo, si svolge il Festival, prende il nome dall'omonima villa che si trova al suo interno, edificata alla fine dell'Ottocento. Grandi sono il fascino e la magia che circondano questa splendida residenza, divenuta famosa per avere ospitato nei primi anni del Novecento Gabriele d'Annunzio. La storia dei suoi soggiorni alla Versiliana si confonde spesso con la leggenda, con tante e varie supposizioni sui suoi soggiorni, sulle donne con le quali si accompagnò, sulle opere che compose ispirato da questo paesaggio naturale, ma è certo che è possibile individuare

nel grande poeta il promotore degli incontri pomeridiani e degli spettacoli all'aperto. Egli infatti, amava intrattenersi con i suoi amici proprio all'ombra degli splendidi pini del parco e s'impegnò per promuovere un teatro all'aperto dove si potessero recitare le sue opere e i grandi classici della storia della letteratura.



Il Caffè della Versiliana iniziò negli anni '80, quando i "talk show" non esistevano ancora e fu subito un clamoroso successo. Vetrina prestigiosa ed ambita, ogni anno presenta i personaggi più in vista nel mondo della cultura, della politica, del giornalismo, dello spettacolo della moda che abbiano scritto un libro o ne siano protagonisti. Interviste e dichiarazioni fatte sul piccolo

palcoscenico del " Caffè della Versiliana" hanno spesso riempito le prime pagine dei giornali e scatenato l'informazione televisiva. Uno spazio quotidiano di vita che non ha altri esempi in Italia.



Non poteva mancare "La Versiliana dei Piccoli", uno spazio bambini creato e dedicato al gioco creativo, alle fiabe che i piccoli non devono solo ascoltare, ma alle quali devono partecipare perchè queste prendano vita, per capire e farci capire il segreto che ogni fiaba porta con sé. Tutto questo seguito da animatori specializzati. Un piccolo teatro offre quotidianamente

spettacoli creati da compagnie che curano il teatro per l'infanzia. Uno spazio naturale, semplice e creativo, immerso nel verde del parco.

## 1 | Caratteristiche del Lotto

L'area d'intervento è un'ampia fetta di terreno di circa 45.000 mq che si colloca nelle strette prossimità dell'uscita autostradale Versilia ed è adiacente ad una delle principali arterie stradali locali, ovvero Via Unità d'Italia. Questa sua collocazione consente al lotto di avere una centralità nella conformazione urbana della zona pur essendo posizionata in un'area periferica e lontana dai centri storici dei paesi circostanti. Perciò risulta comunque facilmente raggiungibile sia da un'utenza locale sia da un'utenza estranea all'area versiliese.



Il lotto ha una forma pressoché rettangolare, con una leggera deformazione nell'angolo a Sud che gli conferisce una geometria vagamente trapezoidale. Sul lato Sud-Est confina con aree verdi e scarsamente edificate, mentre a Nord-Est si trova l'area del campo di atletica del Comune di Pietrasanta. Sui lati a Sud-Ovest e a Nord-Ovest, è contenuto da due vie attualmente di bassa percorrenza, via del Barcaio e via Setteponti. Quest'ultima, che percorre un'asse perpendicolare alla costa e si immette su via Unità d'Italia, è oggetto di studio da parte del comune per un suo prossimo potenziamento in termini di portata di traffico automobilistico. Questa decisione del comune è dettata dalla volontà di creare un'asse stradale alternativo al viale Apua per dirottare soprattutto il traffico di mezzi pesanti. Infatti, via Setteponti continua il suo percorso anche al di là di via Unità d'Italia, prendendo il nome di via Pisanica e terminando la sua corsa molto più a Nord sull'intersezione con la via Aurelia la quale fiancheggia il centro storico pietrasantino. Per di più, in prossimità di questo incrocio, si trova un sottovia che, grazie ad un intervento viario,

collegherà la via Aurelia con la sovrastante via Provinciale. Questa via viene attualmente utilizzata dai mezzi pesanti che, discendendo dalle attività produttive dei vicini colli versiliesi e delle alpi apuane, cercano di raggiungere le principali arterie stradali della zona. Attualmente il loro percorso deve obbligatoriamente passare nelle vicinanze del centro storico per immettersi sulla via Aurelia e per questo motivo le amministrazioni in questi anni si sono concentrate sull'attuazione di interventi urbanistici e stradali per intercettare prima del centro storico il traffico pesante e dirottarlo in modo alternativo sulla via Aurelia. Queste opere urbanistiche e stradali termineranno con il collegamento con la via Pisanica del sottopassaggio sulla via Aurelia e con il potenziamento di via Pisanica e di via Setteponti per creare, come detto, un'asse alternativo a quello del viale Apua. Grazie a questa previsione di intervento sulla viabilità pietrasantina, il lotto in questione risulterebbe maggiormente potenziato in termini di centralità nella realtà urbana e nella rete viaria locale. Proprio per questo motivo, l'area è stata indicata dall'amministrazione comunale per ospitare strutture sportive di indirizzo collettivo sia pubblico che privato, con particolare riferimento ad una piscina olimpionica coperta.



Il lotto presenta una forte connotazione naturalistica. La presenza di costruzioni abitative è scarsa e si manifesta in poche unità mentre il resto della superficie ospita alberature per lo più conducibili alla famiglia dei pini marittimi. Ma attualmente il suo carattere vegetativo è tanto spiccato quanto selvaggio e quindi completamente inutilizzabile e usufruibile dalla comunità. Le aree verdi che nel lotto ospitano la macchia arborea sono decisamente inaccessibili e lasciate ad uno stato del tutto

privo di qualsiasi cura. Questo fa sì che la maggior parte del lotto abbia una connotazione naturalistica ma che essa non sia in nessun modo utilizzabile da utenze sia pubbliche che private. Questa sua peculiarità a carattere naturalistico, si integra perfettamente con la presenza nelle vicinanze dell'area della pineta della Versiliana. Infatti, al di là di via del Barcaio, che delimita il lotto a Sud-Ovest, si apre il parco della Versiliana che si estende per una superficie superiore agli 80 ettari e che presenta una pineta fitta ma completamente usufruibile dall'utenza pubblica grazie ad una accorta e costante manutenzione comunale. Il parco è percorso da una rete pedonale che consente all'utente di usufruire completamente di ogni suo spazio e di raggiungere liberamente ogni meta al suo interno. Sono presenti corsi d'acqua e alcune abitazioni private di non recente edificazione ma di elevato pregio. Sul lato Sud-Est della pineta si trova un'area adibita a parco giochi con attrazioni per bambini e un'area adibita settimanalmente a mercato. In quell'area si trova anche un tratto di pista ciclabile, che si stacca dall'adiacente viale Apua e si immerge, per un breve tratto, nella pineta per poi raggiungere il viale Roma sul lungomare versiliese. Pressoché al centro del lato Sud-Ovest del parco, si trova un'ampia area che ospita il Caffè della Versiliana. Questa area è caratterizzata dalla presenza di infrastrutture dedicate ad ospitare eventi come incontri di discussione pubblica, concerti, opere teatrali e altre attività di questo tipo. Si trova anche un'ampia area adibita un tempo a zona ludica per bambini, con una biblioteca tematica e locali dove svolgere attività ricreative al riparo.



Lungo l'adiacente via Unità d'Italia si sviluppa parte della pista ciclabile che percorre un consistente tragitto all'interno della viabilità pietrasantina. Essa infatti consente di mettere in collegamento il lungomare tirrenico con il centro storico, posizionato a circa 4 km dalla costa. Essa è ampiamente sfruttata dagli abitanti non solo durante il periodo estivo, nel quale diventa un'alternativa fortemente utilizzata per gli spostamenti nella zona, ma anche durante il periodo invernale. Infatti essa è sfruttata anche da amatori del jogging e del footing che la utilizzano per correre in

completa sicurezza lungo le strade. La ciclopista scende dal centro storico pietrasantino e raggiunge il lungomare affiancando il viale Apua, che è l'arteria stradale principale che collega queste zone del comune. In prossimità dell'intersezione con la via Unità d'Italia, la quale ha una percorrenza ortogonale rispetto a quella del viale Apua, la ciclopista si biforca affiancando anche quest'altra arteria stradale. Il suo percorso si interrompe purtroppo in poche centinaia di metri e raggiunge il suo termine proprio in prossimità del campo di atletica. Quindi il suo utilizzo può essere solo quello di raggiungere questa struttura sportiva e perciò attualmente risulta praticamente inutilizzata o comunque decisamente meno sfruttata rispetto al percorso principale affianco al viale Apua.

Questi aspetti della conformità urbana dell'area d'intervento e della sua integrazione nella rete viaria locale, fornisce un quadro completo della realtà del lotto. Risulta, già nello stato attuale, ampiamente fornito e facilmente raggiungibile ma presenta comunque aspetti che potrebbero essere potenziati per conferirgli ancora più pienezza nelle proprie caratteristiche urbane.



## **2 | Necessità Territoriali**

Le caratteristiche urbanistiche del lotto e la prossimità dello stesso ad una struttura sportiva pubblica come il campo d'atletica, ha suggerito all'amministrazione comunale di ipotizzare in quest'area l'edificazione di una struttura sportiva ad ampio raggio. Lo studio delle strutture sportive già presenti sul territorio sia pietrasantino che versiliese, hanno permesso di catalogare una serie di funzionalità di cui attualmente il territorio locale necessita. Queste funzionalità risultano indispensabili per colmare una richiesta sempre più crescente da parte della comunità che si trova sempre più spesso in difficoltà nel rintracciare strutture sportive nuove, adeguate e ben funzionanti.

Valutando il territorio, costiero e non, che circonda l'area di Pietrasanta, è stato possibile riscontrare come alcune strutture sportive siano ampiamente presenti sul territorio, mentre altre siano quasi completamente assenti. Nel primo caso, si tratta di strutture sportive dedicate al gioco del calcio. Sul territorio, la presenza di strutture dedicate a questa attività risulta fin troppo rilevante, con strutture talvolta inutilizzate e quindi spesso mal gestite. Il numero di campi da calcio è in numero decisamente più che sufficiente per rispondere alla domanda dell'utenza e lo stesso vale per attrezzature analoghe come campi da calcetto a 5 e campi da calcio a 7. Lo stesso si può dire per gli stadi di calcio. L'area versiliese presenta molteplici stadi con capienza consistente, almeno uno per ogni comune, utilizzabili per ospitare partite e società di categorie professionistiche o semiprofessionistiche. Tantoché, ogni società, come giusto che sia, utilizza in modo esclusivo uno stadio per lo svolgimento delle partite della prima squadra che milita nelle categorie superiori senza dover condividere lo stesso con altre società. E la stessa società ha a disposizione anche altre strutture con capienza sensibilmente più limitata per ospitare gli incontri del settore giovanile. Per questi motivi, si è scelto di non destinare nessun area del lotto in oggetto a strutture ed attività mirate esclusivamente a questo sport, visto che si è ritenuta già sufficientemente esaudita la domanda di questa specifica utenza dalle strutture già presenti sul territorio. Lo stesso ragionamento vale per il tennis. Nell'area versiliese e non solo, si trovano numerosi golf club e campi da golf e per questo motivo, anche per il tennis, si è deciso di non dedicare nessuno spazio all'interno del nostro intervento.

Lo studio del territorio ha permesso di valutare come alcune attività, al contrario del tennis e del calcio, soffrano di una mancanza cronica di strutture nonostante la loro cultura sia radicata nella cittadinanza. In particolar modo si fa riferimento ad attività sportive come il nuoto, la pallavolo e la pallacanestro.

Nel caso del nuoto, grazie anche all'importante presenza del mar Tirreno, questo sport è da sempre uno dei più praticati nell'area dell'alto Tirreno. La cultura di questa disciplina è talmente radicata che le strutture scolastiche dell'area versiliese organizzano, soprattutto nel periodo estivo, alcuni corsi per i bambini delle scuole. Questi corsi prevedono periodi di lezioni che variano nel tempo, da poche settimane a mesi, e l'organizzazione è costretta a integrare nell'offerta del costo delle lezioni

anche il trasporto alla struttura per le attività natatorie. Questo perché le strutture per le attività natatorie non sono presenti nel comune e quindi gli allievi, e di conseguenza i genitori, dovrebbero raggiungere località che non sono propriamente a portata di mano. Questo particolare potrebbe diventare un deterrente per il successo dei corsi in termini di partecipazione e perciò l'organizzazione deve giocoforza prevedere anche il trasporto alle strutture natatorie. La presenza quindi di una struttura per attività natatorie nel comune di Pietrasanta sarebbe una necessità di prim'ordine. Attualmente le strutture per attività natatorie sono presenti sul territorio limitrofo nei comuni di Camaiore, Viareggio, Massa e Seravezza ma bisogna fare presente come esse ospitano piscine di lunghezza pari a 25m, le così dette "vasca corta". La struttura presente nel comune di Massa è una struttura che ospita anche una piscina di 50m ma questa non è coperta e il suo utilizzo è possibile esclusivamente nel periodo estivo. Bisogna anche aggiungere che questa struttura è di non recente realizzazione e negli anni la sua manutenzione non è stata particolarmente curata, cosa che ha avuto forti ripercussioni sulle attuali condizioni del fabbricato. Esso risulta quindi non perfettamente idoneo a soddisfare in pieno le esigenze della comunità massese e quindi tanto meno quelle della realtà pietrasantina. Per quanto riguarda la struttura natatoria presente nel comune di Seravezza, in questo caso abbiamo a che fare con un intervento di recente realizzazione che è stato tuttavia il risultato di un'operazione edilizia del comune. Infatti, nello stesso lotto della piscina, sono state realizzate una serie di opere per edilizia privata, ovvero alcuni appartamenti e villette a schiera, e il comune ha rilasciato i necessari permessi e ha concesso sconti sugli oneri di urbanizzazione all'impresa costruttrice solo in cambio della realizzazione di una piscina pubblica. Perciò, dal momento che il progetto complessivo non era incentrato sulla realizzazione della piscina bensì sulle altre opere, il risultato è stato che la struttura natatoria risulta sacrificata e non perfettamente fornita degli adeguati servizi complementari. Per questo motivo anche questa struttura risulta poco efficiente per soddisfare la domanda dell'utenza locale. Quindi, delle quattro attuali strutture natatorie sul territorio, solo quelle dei comuni di Viareggio e Camaiore risultano ben calibrate e ben strutturate per adempiere al meglio alla richiesta locale. Purtroppo, visto la mancanza di alternative valide, anch'esse risultano sottodimensionate dovendo accogliere anche la domanda della cittadinanza dei comuni limitrofi. Questo decade inevitabilmente sull'utenza delle strutture che si trovano a dover convivere con un sempre più crescente affollamento che talvolta si traduce in una vera e propria saturazione dei servizi. Se, per di più, si volgesse lo sguardo oltre, ovvero cercando strutture natatorie che ospitano vasche di 50m di lunghezza, la ricerca di una struttura adeguata a questa esigenza sarebbe ancora più ardua. Ad oggi, la struttura più facilmente accessibile che ospiti una vasca di 50m di lunghezza si trova a Livorno e ovviamente non può soddisfare la domanda dell'utenza versiliese, se non altro per una questione di sensibile lontananza. Per questo, a seguito dell'accurata analisi della realtà, locale e non solo, nei riguardi della presenza di strutture per attività natatoria, si può concludere che la realizzazione di una piscina con vasca di 50m nel comune di Pietrasanta sarebbe indispensabile per l'utenza locale ed anche di forte attrazione per l'utenza estranea all'area versiliese. Infatti,

potrebbe essere messa a disposizione per ospitare società professionistiche di nuoto o selezioni nazionali che necessitano di una struttura per i periodi di allenamento in vista dei campionati della disciplina. Oltre a questo, potrebbe essere utilizzata per ospitare anch'essa meeting di nuoto o competizioni di queste discipline.

Una valutazione analoga a quella appena fatta per la realtà delle discipline natatorie può essere fatta per quanto riguarda gli sport della pallavolo e della pallacanestro. Anche queste sono attività che nella realtà versiliese sono fortemente praticate e che spesso soffrono della pochezza delle strutture per ospitarli. Nell'area versiliese, come in linea di massima nel resto d'Italia, le strutture che ospitano campi per la pallavolo e per la pallacanestro sono legate alla presenza di edifici scolastici. Infatti, generalmente, le competizioni e gli allenamenti per questi sport vengono tenuti in strutture all'interno di edifici scolastici e che quindi talvolta non presentano gli adeguati servizi per ospitare gli atleti e il corpo organizzativo, come per esempio un'area parcheggio sufficientemente dimensionata o spogliatoi separati per il corpo arbitrale. Per questo motivo, la realizzazione di un palazzetto dello sport dedicato al gioco della pallavolo e della pallacanestro sarebbe un'opera che renderebbe più completo il panorama delle strutture sportive del comune pietrasantino. Oltre a questo, bisogna tener conto di come questa struttura potrebbe essere attrattiva per un'utenza estranea al contesto locale, in quanto, come per la piscina, potrebbe ospitare società professionistiche e selezioni nazionali durante i loro periodi di allenamento per le competizioni di queste discipline. Il suo potenziale attrattivo sarebbe per di più incrementato dalla presenza di strutture come la futura piscina, il già presente campo d'atletica ed altre strutture complementari che verranno realizzate nel progetto e che, tutte insieme, andranno a creare un complesso sportivo completo e ben strutturato, perfetto per esaudire ogni esigenza di ogni fascia d'utenza.

La vicina area del parco della Versiliana è uno spazio di grandi dimensioni dove la cittadinanza residente nella zona versiliese e quella che la frequenta con fini turistici trova la possibilità di godersi un ambiente naturale ma allo stesso tempo ben organizzato. Infatti, l'area presenta attrezzature che permettono all'utente di esaudire ogni necessità legata alla vita della pineta e quindi di godersi in pieno ogni area del parco. Di questo ben fornito quadro di attrezzature, un tempo faceva parte anche la struttura di un maneggio che rendeva ancora più completo il ventaglio di servizi offerto. Questa attività permetteva di vivere il parco della Versiliana da un punto di vista non comune e dava anche la possibilità di svolgere lezioni private di equitazione e di fornire una struttura idonea per la custodia e la cura di cavalli di proprietà di privati. Questa struttura era una presenza radicata anche nella cultura popolare ed era fonte di attrazione anche per le giovani generazioni che venivano avvicinate a questo sport già da tenera età. Negli anni a dietro l'attività di maneggio è stata interrotta e la struttura è stata abbandonata lasciando un vuoto sia nel servizio offerto all'utenza sia nella cultura della realtà versiliese. Per questi motivi si è deciso di riproporre questa attività nel nuovo intervento, il cui lotto di destinazione si trova non all'interno del parco ma alle sue porte sul lato Nord-Est. Questa sua nuova dislocazione rispetto al vecchio posizionamento all'interno del parco potrebbe sembrare una limitazione ma in realtà è un punto di forza per il nuovo maneggio.

Innanzitutto, la struttura in questo modo avrà a disposizione uno spazio maggiore rispetto al luogo dove sorgeva in precedenza. In secondo luogo, la sua posizione definitiva è stata spostata di poche centinaia di metri a Nord-Est rispetto all'originaria che già era ai confini dell'area del parco e in più la sua nuova posizione favorisce il raggiungimento da parte dell'utenza e la disposizione di adeguate aree per il parcheggio che in precedenza non erano neppure state previste. Per questo motivo, la scelta di trasferire il maneggio dal luogo di origine all'attuale dislocazione si ripercuote con conseguenze esclusivamente positive sul potenziale attrattivo e sulle caratteristiche funzionali della struttura.

Queste tre strutture (la piscina, il palazzetto dello sport e il maneggio) ricoprono l'ossatura principale degli aspetti funzionali che il complesso sportivo andrà a racchiudere. Tuttavia, per far sì che la proposta di servizi forniti da questo intervento sia completa, si è ritenuto indispensabile integrare queste strutture con altri interventi di cui la comunità percepisce fortemente il bisogno. Per questo motivo sono stati inseriti nel progetto: una sala conferenze, un'area commerciale, un centro fitness, un centro wellness, un centro per la pet-therapy e un centro di medicina sportiva. Tutte queste attività vanno ad ampliare sensibilmente il ventaglio di servizi proposto all'utenza rendendo il complesso sportivo un intervento capace di soddisfare ogni esigenza dell'utenza. Con queste attività complementari, l'intervento diventerà un polo sportivo unico nel suo genere nel panorama, non solo versiliese, ma anche regionale e nazionale, e il suo potenziale attrattivo potrà volgersi anche verso utenze con esigenze di alta fascia. Bisogna anche tener ben presente come alcune di queste attività definite complementari, siano in realtà di esigenza primaria per la comunità. Infatti, nell'area della lucchesia, si ha la presenza di soli due centri che forniscono il servizio di visita con finalità sportive. Questi due centri si trovano a Viareggio ed a Lucca e l'entità della domanda a cui devono far fronte è tale che i tempi di attesa per ricevere la prestazione sono così lunghi da essere un disagio per la comunità sportiva della provincia. La indispensabilità della idoneità sportiva per praticare qualsiasi sport a livello agonistico, costringe ogni sportivo a sostenere questa visita annualmente e questo fa sì che la domanda che perviene ai centri di medicina sportiva sia molto alta e praticamente ingestibile. Per questo motivo, la scelta di inserire un centro di medicina sportiva all'interno dell'intervento non è solamente dettata dalla volontà di completare la proposta di servizi forniti all'utenza, ma anche e soprattutto per soddisfare un fabbisogno primario per la comunità sportiva locale e provinciale. Una valutazione analoga è possibile farla per la presenza nel progetto del centro di pet-therapy in quanto la sua realizzazione concederebbe alla comunità un servizio unico nel panorama versiliese. L'importanza e la validità dei trattamenti terapeutici e psichiatrici con gli animali è comprovata da tutta la comunità medica mondiale e per questo affiancare ad una struttura ben attrezzata per l'equitazione un centro con queste finalità spalancherebbe un'opportunità unica al panorama medico e riabilitativo della Versilia e non solo. Non è di secondo piano l'aspetto della sua integrazione con l'area in cui sorgerà l'intervento e con le attività che compongono lo stesso. Infatti, il personale del centro per la pet-therapy disporrà delle attrezzature delle altre strutture sportive per pianificare programmi riabilitativi o psichiatrici per l'utenza, la quale godrebbe così di

un servizio unico nel suo genere per il ventaglio di prestazioni disponibili. Questo ventaglio di proposte prestazionali è potenziato anche dalla vicina presenza del parco della Versiliana e delle spiagge del litorale versiliese che compongono un ambiente perfetto per questo tipo di attività.

Come già sottolineato in precedenza, la presenza nelle strette vicinanze di un'area come quella del parco della Versiliana, conferisce un ulteriore potenziale alle funzionalità ospitate dal complesso, che già di per se sono indispensabili alla comunità locale e non solo. Ma questo carattere naturalistico mediterraneo dell'area in cui andrà a collocarsi l'intervento, fornisce un vincolo alle caratteristiche architettoniche e di impatto ambientale del complesso. Per questo motivo, si è ritenuto impensabile inserire in questo contesto un intervento che fosse troppo impattante con questa realtà naturalistica e quindi è stato di primaria importanza quella di mantenere il più possibile inalterato questo carattere originario. Quindi, la sfida che si è posta davanti è stata quella di realizzare un grande complesso sportivo che racchiudesse un ampio ventaglio di funzionalità indispensabili per la comunità e al contempo creare un parco naturale con una forte presenza di alberatura della famiglia mediterranea (quindi principalmente pini marittimi) che mantenesse nel modo più evidente possibile il carattere naturalistico originario. Questa scelta permette di allargare l'area del parco della Versiliana oltre i suoi attuali confini e propagare la pineta verso Nord-Est in tutto il lotto d'intervento. Questo fa sì che l'utenza del complesso sportivo non sarà necessariamente costretta a raggiungere la pineta del parco, ma sarà la pineta ad aver raggiunto lei. In questo modo, il lotto in oggetto, che si trovava alle porte della pineta, si troverà di fatto già al suo interno, mantenendo comunque invariate le sue caratteristiche di facile accessibilità per l'utenza.

In sintesi, le necessità funzionali della comunità, riscontrate a seguito dello studio della realtà sociale e delle caratteristiche territoriali dell'area della Versilia, hanno definito la necessità di creare un intervento architettonico a carattere sportivo e allo stesso tempo di valorizzare i connotati naturalistici attuali della zona.

### 3 | Genesi Architettonica

Al seguito dell'attento studio del territorio, dal punto di vista delle esigenze funzionali che la cittadinanza richiede e delle caratteristiche urbane dell'area d'intervento, si è giunti a dirimere alcune linee guida che determineranno la genesi architettonica del progetto. Lo studio delle esigenze funzionali della realtà locale dell'alto tirreno, ha prodotto un elenco di attività a carattere sportivo che dovranno sorgere nel lotto d'intervento. Queste attività, come detto, saranno: una piscina pubblica di 50m di lunghezza; un palazzetto dello sport dedicato al gioco della pallavolo e della pallacanestro; un maneggio pubblico; un centro fitness; un centro wellness; un centro per la pet-therapy; un centro di medicina sportiva; un'ampia area polifunzionale all'aperto; una sala conferenze; un'area commerciale. Queste attività dovranno convivere con la volontà di mantenere il più possibile intatto il carattere naturalistico dell'area, il quale, grazie a questo intervento, dovrà diventare accessibile e utilizzabile dall'utenza locale.



area del parco della Versiliana

Questa accentuazione del carattere naturalistico è determinata anche dalla volontà di far sì che il nuovo intervento diventi una sorta di porta Nord del parco della Versiliana. Infatti, a tutt'oggi, il parco della Versiliana gode di due accessi principali. Il primo fra questi si trova al lato Sud-Est del parco, al quale si accede dall'adiacente viale Apua. Questo è caratterizzato da un antico portale in pietra che identifica l'accesso al parco, ad oggi esclusivamente pedonale, e da qui si dirama una fitta e ben studiata rete di sentieri all'interno del parco. Questi sentieri sono utilizzati, specialmente nel periodo estivo, anche da amanti del jogging e del footing che li utilizzano come percorsi al riparo dal caldo torrido per i loro allenamenti. L'altro accesso si trova sul lato Nord-Ovest e vi si accede dal adiacente viale Morin, il quale

corre parallelamente al viale Roma del lungo mare e delinea il confine più vicino alla costa del parco. Questo accesso si trova nell'area del parco dove sorge l'antica Villa della Versiliana, opera del 1886 e vero centro nevralgico del parco. Qua, in tempi più recenti, sono state costruite le strutture che ospitano gli eventi del Caffè della Versiliana, appuntamenti che caratterizzano la vita sociale di tutta la Versilia durante il periodo estivo. Quindi, benché quest'area si trovi all'estremo Ovest del parco, rappresenta il vero epicentro della vita del Versiliana e per questo convoglia tutte le attenzioni dell'utenza locale. Quest'area, nonostante la sua importanza strategica per la valorizzazione del parco, difetta di alcune problematiche che la rendono inefficiente. Infatti, per esempio, l'area parcheggio è fortemente sottodimensionata e nelle occasioni in cui il Caffè ospita eventi particolarmente seguiti, risulta del tutto insufficiente a soddisfare le esigenze dell'utenza. Questo perché, in realtà, non si è mai concentrata l'attenzione sul creare una vera e propria area parcheggio dedicata agli eventi del Caffè e gli utenti sono costretti ad utilizzare i posti auto lungo il viale Roma e il viale Morin. Nonostante il numero di questi posti auto sia abbastanza elevato, non risultano comunque sufficienti dal momento che questi sono utilizzati anche dall'utenza dei vicini concessionari balneari e dei locali notturni di questa zona. Quindi, quando gli eventi si svolgono durante il pomeriggio o la mattina, i parcheggi sono utilizzati anche dai clienti degli stabilimenti balneari, mentre quando si svolgono la sera, sono utilizzati anche dai clienti dei locali notturni e delle discoteche di questo tratto di lungo mare. In sostanza, queste aree parcheggio lungo il viale Morin e lungo il viale Roma dovrebbero soddisfare al contempo due diverse utenze quando in realtà sarebbero a malapena sufficienti per una sola delle due. Questo disagio si presenta a più riprese durante tutto il periodo estivo, ovvero nel momento di massima affluenza alle strutture del parco, e l'amministrazione comunale non è mai riuscita a risolvere definitivamente questo problema. A parziale discolta delle responsabilità delle amministrazioni comunali che si sono succedute in questi anni, viene il fatto che la morfologia urbana dell'area impedisce, o comunque complica, la risoluzione del problema, in quanto non sarebbe facilmente individuabile una zona da dedicare ad aree aggiuntive per il parcheggio delle auto. Un'altra problematica della zona della Villa della Versiliana, è il fatto che essa risulti non facilmente ed immediatamente raggiungibile dall'utenza. In primo luogo, l'accesso al parco si affaccia sul viale Morin il quale è una strada a senso unico e questo rende macchinoso il flusso dell'utenza alla Villa ed al Caffè. In secondo luogo, l'accesso si trova distante dalle principali arterie di comunicazione dell'area versiliese e il traffico diretto al parco della Versiliana è costretto a percorrere un lungo tragitto prima di raggiungere la sua meta. Questo obbligo per l'utenza di compiere un percorso che si districa fra le principali arterie stradali è reso ancora più impervio in quanto la meta da raggiungere, come detto, si trova nelle adiacenze degli stabilimenti balneari. Il lungo mare versiliese durante il periodo estivo, e quindi proprio durante il periodo di maggior affluenza al Caffè ed alla Villa, subisce un forte incremento di traffico automobilistico che rende difficile il flusso ordinario dei mezzi, soprattutto nelle ore di punta. Quindi, quando al già caotico traffico ordinario si va a sommare il traffico dovuto all'afflusso dell'utenza per gli eventi del Caffè e della Villa, il viale Morin ed il viale Roma si congestionano in modo ingestibile per il corpo della polizia municipale,

traducendosi perciò in un grande disagio per tutta la cittadinanza. Tutto questo dipinge un quadro in cui l'area della Villa e del Caffè ricoprono un ruolo fortemente strategico e di grande valore culturale e sociale che soffre tuttavia di mancanze logistiche che la costringono a non esprimere al meglio il proprio potenziale ed al riversare sulla comunità consistenti e costanti disagi.



accesso dal viale Apua



accesso dal viale Morin

L'idea di trasformare il lotto d'intervento in una sorta di porta Nord del parco della Versiliana potrebbe risolvere, o per lo meno limitare drasticamente, questo annoso problema. Infatti, la posizione del lotto è nelle strette vicinanze del casello autostradale Versilia ed è raggiungibile attraverso il viale Unità d'Italia che corre a

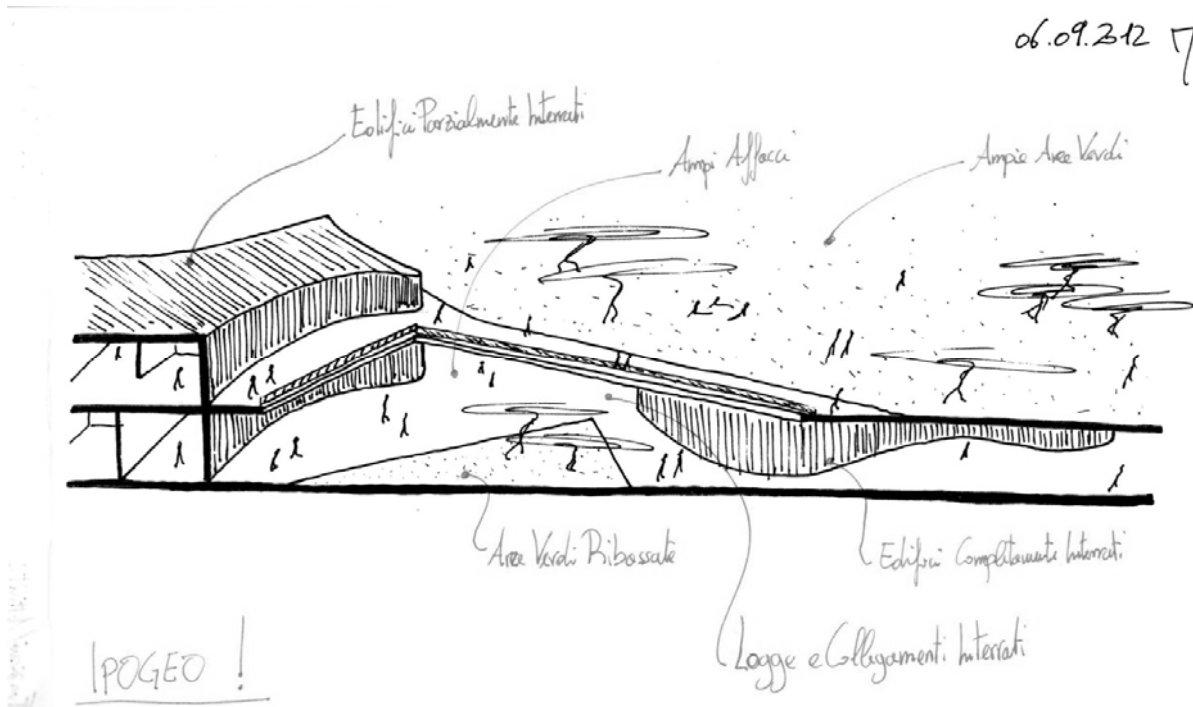


fianco dello stesso. Questo fa sì che il lotto sia facilmente accessibile ad un'utenza sia locale che estranea e per di più permetterebbe di allontanare il flusso automobilistico dell'utenza del parco della Versiliana da quello dell'utenza degli stabilimenti balneari e dei locali notturni del lungomare. Di conseguenza, non ci sarebbero più disagi dovuti alla congestione del traffico automobilistico ed alla insufficienza del numero di parcheggi auto, in quanto quelli presenti lungo il viale Roma ed il viale Morin sarebbero a completa disposizione durante il pomeriggio per i clienti degli stabilimenti balneari e alla sera per quelli dei locali notturni del lungomare. Nel lotto d'intervento sarà quindi inserito un ampio parcheggio del quale potranno usufruire, oltre agli utenti del complesso sportivo, anche gli utenti del parco della Versiliana, i quali potranno poi raggiungere agevolmente il parco mediante collegamenti pedonali che andranno a unirsi con quelli già presenti all'interno della pineta. In alternativa, si potrebbe ipotizzare l'organizzazione di un servizio di bike sharing o addirittura, in occasione di particolari eventi, un servizio di bus navetta che trasporti l'utenza direttamente all'area del Caffè della Versiliana. Per creare nel lotto in esame un intervento che ricopra anche il ruolo di porta Nord del parco della Versiliana, si è deciso di potenziare anche la rete della pista ciclabile presente nella zona, della quale una sua appendice ad oggi termina il percorso nelle vicinanze del vicino campo d'atletica lungo il viale Unità d'Italia. La proposta è quella di prolungare il percorso di questa appendice e, facendole attraversare il lotto d'intervento, immetterla nella sottostante via del Barcaio. Da qui sarà possibile farle raggiungere subito il parco della Versiliana che si trova proprio al di là di via del Barcaio, prolungando il suo percorso attraverso alcune aree verdi e collegandola alla rete ciclopedonale interna alla pineta. Seguendo via del Barcaio, questo tratto di ciclista andrà ad immettersi di nuovo sull'attuale percorso ciclabile lungo il vicino viale Apua, completando così un tragitto circolare che permetterà agli utenti della ciclista di raggiungere i vicini impianti sportivi e di usufruire di un itinerario alternativo per raggiungere il lungomare. Questo intervento, oltre a potenziare la rete ciclabile, permette di integrare ancor di più il lotto in esame con la vicina area del parco della Versiliana. Quindi, con la creazione di un'ampia area parcheggio e di un percorso ciclabile collegato all'attuale rete, il lotto d'intervento sarebbe ben predisposto per diventare a tutti gli effetti la nuova porta Nord del parco della Versiliana.



#### intervento sulla rete ciclabile

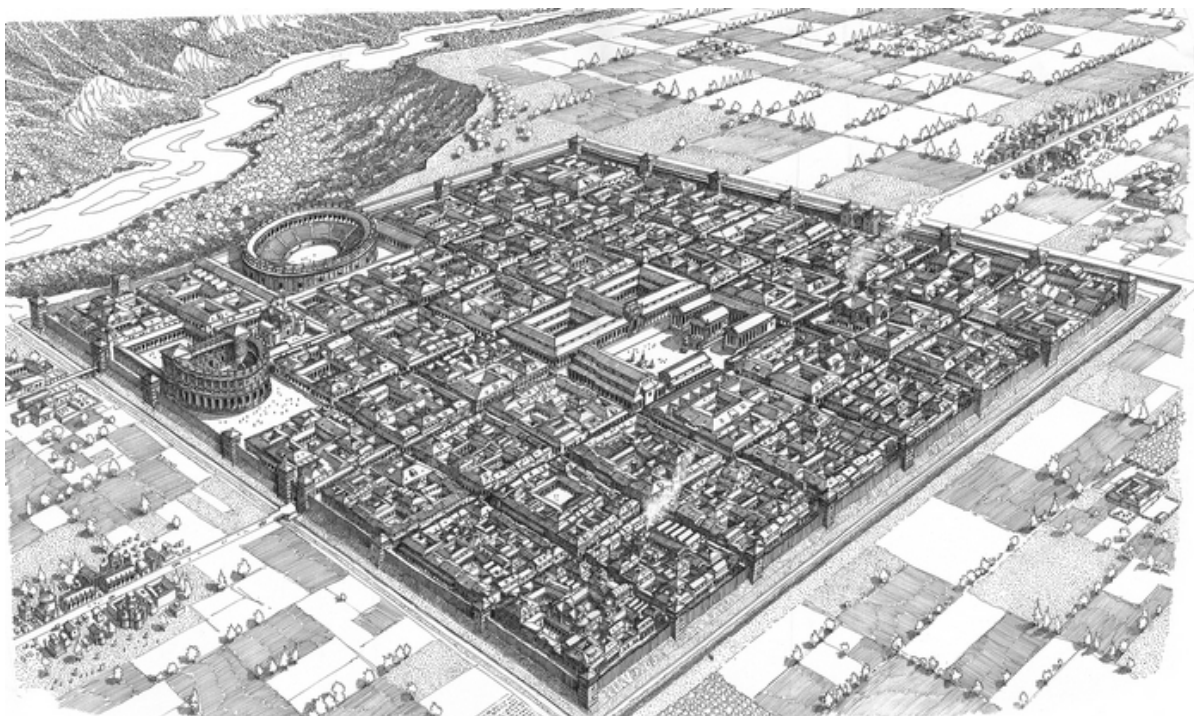
Con la scelta di creare un intervento a finalità sportiva e di mantenere alto il profilo naturalistico dell'area, si è posto il forte quesito di come far convivere questi due aspetti in un'area che, se pur grande, difficilmente potrebbe accogliere in pieno le due richieste. A questo proposito si è scelto di effettuare un'opera con un forte carattere ipogeo, dove la grande maggioranza delle opere costruite fossero contenute nel terreno. Questa scelta ha fatto in modo che l'intervento nel suo complesso risultasse a bassissimo impatto ambientale e che la coesistenza fra l'elevata entità d'intervento architettonico ed il mantenimento del carattere naturalistico fosse più facilmente attuabile. In questo modo, gli ambienti del complesso sportivo che non necessitano di particolari esigenze di illuminazione naturale potranno risiedere al di sotto del livello del terreno e concedere la superficie alle aree verdi e di parco pubblico. Quindi, ponendo questa scelta che indirizza fortemente le caratteristiche architettoniche dell'intervento, si è passati alla fase di genesi vera e propria del progetto.



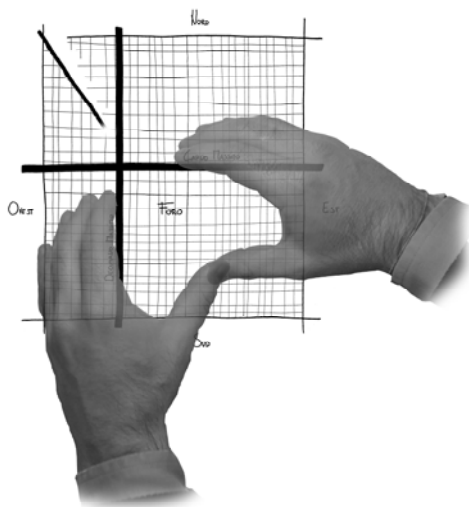
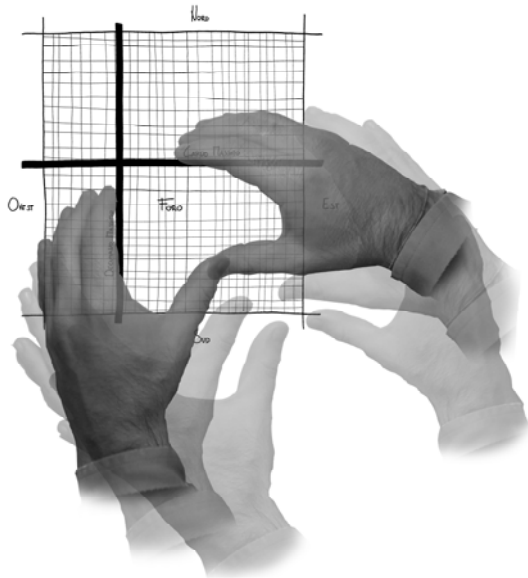
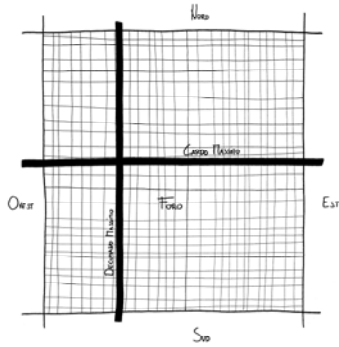
disegno a mano libera sul concetto di ipogeo

Il tema di progetto, come detto, è quello di creare un complesso sportivo che vada a contenere molteplici funzionalità e che permetta la loro comunicazione libera e il più diretta possibile. Visto l'entità dell'intervento, la molteplicità di funzioni e le dimensioni del lotto, il progetto di questo complesso può paragonarsi allo studio in scala di una piccola città. Infatti l'intento dell'opera sarà quello di contenere funzionalità che, se pur legate fra loro da un denominatore comune come lo sport, hanno esigenze individuali molto marcate e quindi la loro coesistenza dovrà essere ben calibrata e studiata anche nelle modalità di interconnessione fra queste. Questa descrizione in poche righe del tema di progetto, fa capire come questo intervento incontri le medesime difficoltà, se pur in modo proporzionale, del progetto di una città ex novo. Infatti, come una città, andrà ad ospitare molteplici attività e sarà necessario distribuirle in modo curato nell'area, senza tralasciare i collegamenti fra queste e le altre zone che caratterizzano i nuclei abitati ( come piazze, aree di sosta, camminamenti protetti, etc... ). Per questo motivo, per definire le linee guida urbanistiche del progetto, si è fatto riferimento alle caratteristiche base dei conglomerati urbani già esistenti. È ovvio però che la quasi totalità dei conglomerati urbani sia il risultato dei mutamenti conseguenti alle ere che si sono succedute e che hanno portato la città ad espandersi ed a cambiare i suoi connotati morfologici. In sostanza, è ben raro, se non impossibile, trovare esempi di città create ex novo e che presentino ancora le caratteristiche originari del loro studio teorico di realizzazione. Per questo motivo, si è deciso di far riferimento alla cultura che, tra le prime nella storia, non è stata caratterizzata esclusivamente da nuclei urbani nati spontaneamente ed evoluti nel tempo, ma che ha creato i propri conglomerati urbani progettandoli a priori in modo che avessero i connotati e le caratteristiche di cui la popolazione necessitasse. La civiltà a cui si fa riferimento è chiaramente quella degli

antichi Romani, i quali avevano definito una ben precisa tipologia urbanistica per le proprie città, la quale era di fatto il frutto di un approfondito studio delle esigenze logistiche dei cittadini. Questo studio ha permesso ai Romani di creare una morfologia urbana razionale e di alta funzionalità che rendesse ben calibrato ogni aspetto della città, dalla rete viaria alla scelta del posizionamento planimetrico di ciascun dei principali ambiti cittadini. L'aspetto principale dei conglomerati urbani romani è il loro carattere regolare dettato da una pianta rettangolare, se non addirittura quadrata, percorsa da una rete stradale ortogonale orientata secondo i punti cardinali. Questa rete viaria si distingue in cardini, che corrono da Nord a Sud, ed in decumani, da Ovest ad Est, ed i loro incontri dividono la città in isolati rettangolari che ospitano gli edifici. Sia nella famiglia dei cardini che in quella dei decumani, è presente una via che ha dimensioni maggiori rispetto alle altre e queste sono dette infatti cardo massimo e decumano massimo. Il loro incontro avviene generalmente nelle vicinanze del centro della città e la sua posizione viene decisa a discrezione dei progettisti che valutavano le caratteristiche morfologiche dell'area e le esigenze funzionali richieste, calibrando così la posizione migliore di questa intersezione. La posizione di questo incontro era così importante perché, in primo luogo, determinava la conseguente disposizione delle altre aree e, secondariamente, perché in quel punto si sarebbe aperta la piazza principale della città, il così detto foro, che ricopriva di fatto il ruolo di centro nevralgico del conglomerato urbano. Era il centro principale di tutta la città dove avevano luogo tutti i principali avvenimenti e dove si affacciavano tutti gli edifici più importanti della vita sociale della comunità.



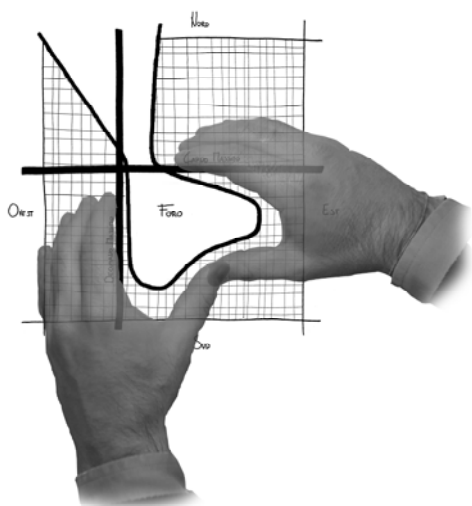
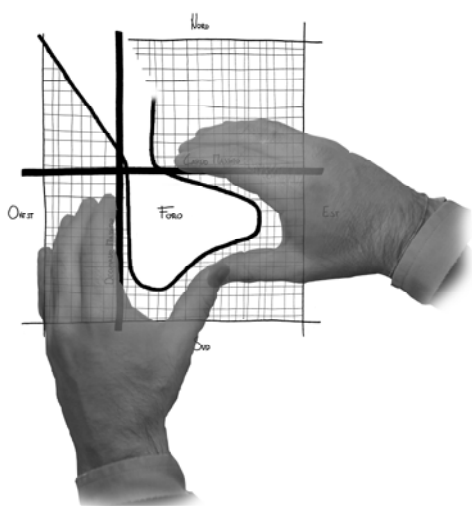
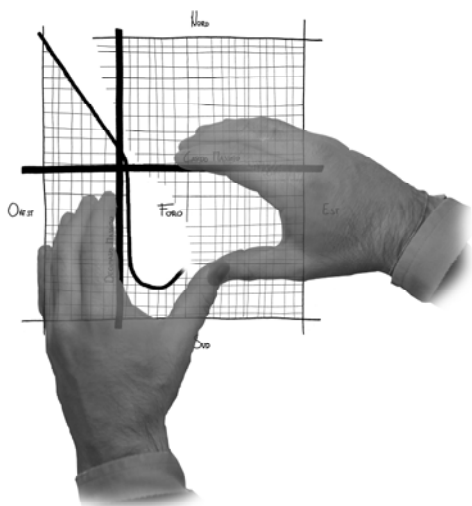
conglomerato urbano romano



Seguendo questo schema base dei conglomerati urbani romani, si è deciso di intervenire sul lotto inserendo una forma geometrica quadrata ed una rete ortogonale, orientando il tutto secondo gli assi cardinali Nord/Sud e Est/Ovest. Questa rete ortogonale rappresenta da una parte la distribuzione generale dei collegamenti pedonali, sia fra le varie attività presenti nel complesso che all'interno delle stesse, e di conseguenza anche la maglia delle strutture murarie che definiranno gli ambiti di ciascuna funzionalità. All'interno di questa maglia sono stati isolati anche il cardo ed il decumano massimi che saranno proprio i principali collegamenti pedonali esterni che attraverseranno l'intero complesso d'intervento.

In particolare, il collegamento che rappresenta il cardo massimo e che corre da Nord a Sud, sarà l'asse principale del complesso che fungerà da collettore visivo e pedonale con la sottostante area del parco della Versiliana e lungo il quale correrà la pista ciclabile che attraverserà così l'intero intervento. Questa sottolineatura dell'asse Nord/Sud del complesso, conferisce a questo quel ruolo di porta d'accesso al parco della Versiliana che è tra le funzioni principi dell'intervento.

Infatti, i visitatori percepiranno fortemente questo asse di percorrenza e saranno spinti ad attraversare il complesso ed indirizzarsi verso l'area del parco che si trova dall'altro lato dell'ingresso principale. A fianco dell'intersezione fra il cardo ed il decumano massimo si aprirà un'ampia piazza che di fatto ricoprirà lo stesso ruolo che aveva il foro all'interno dei conglomerati urbani romani. Su questa piazza, come nel foro, si affacceranno tutte le principali attività del complesso e si potrà accedere a



ciascuna di loro. Questa piazza sarà completamente circondata da portici che permetteranno all'utenza di raggiungere ogni accesso protetti da eventuali agenti atmosferici o semplicemente dal sole battente delle stagioni estive. Anche questa caratteristica è tipica dei fori romani, i quali talvolta erano circondati proprio da portici che collegavano tutti gli edifici che si affacciavano all'interno. L'identificazione di questa piazza centrale come luogo di aggregazione ma anche, e forse soprattutto, polo di distribuzione degli accessi alle varie attività che compongono il complesso, determina la necessità di conferire alla stessa una protezione ed un isolamento dal resto dell'intervento. Questa scelta è dettata dalla volontà di disconnettere la piazza dal resto dell'intervento per far sì che essa assuma una propria identità ed una vita indipendente, conferendole ancor di più importanza e predominanza nell'area in oggetto. Questo luogo dovrà essere un ambiente polifunzionale capace di ricoprire sia il semplice ruolo di luogo dove racchiudere gli accessi ai vari edifici, ma anche di catalizzatore delle attenzioni della comunità e dell'utenza che raggiungerà l'area d'intervento. Questa piazza dovrà poter ospitare eventi anche distinti dalla vita ordinaria del complesso sportivo facendo sì che possa essere sfruttata in un modo più ampio dalla cittadinanza. Al contempo bisogna tener presente il carattere ipogeo che si è scelto di conferire all'intervento per salvaguardare il più possibile l'attuale realtà naturalistica dell'area. Perciò le strutture che si andranno a creare avranno la loro collocazione principale al di sotto del livello del suolo mentre la piazza, che per definizione è un luogo completamente all'aperto, dovrà essere lasciata emergere dal terreno. Per questo

motivo dovrà essere limitata e contenuta da opere che simbolicamente la proteggeranno dall'incedere del terreno che ricopre gli ambienti ospitanti le varie attività del complesso. Quindi, ponendosi ipoteticamente di fronte allo schema base dell'intervento (e cioè una geometria quadrata percorsa nelle due direzioni da una maglia ortogonale di interconnessioni e strutture murarie) si immagina di porre le mani sul perimetro di questa forma quadrata e progressivamente iniziare a stringere la mano avvicinando reciprocamente il pollice e le altre quattro dita. Con questo movimento si immagina di plasmare la forma quadrata perimetrale d'origine fino ad ottenere una forma irregolare che si espande a fianco dell'incontro fra i due assi principali dell'intervento. All'interno della forma identificata dalle mani si andrà a collocare la piazza e la loro posizione simboleggia la protezione della stessa dall'incedere del terreno che ricopre le strutture circostanti. Infatti, con il rivolgersi dei palmi delle mani verso l'interno si immagina di proteggere il centro nevralgico del complesso d'intervento ed i dorsi rivolti all'esterno ostacoleranno simbolicamente il terreno che si espande sopra le opere murarie del reticolo ortogonale d'origine. Per sottolineare maggiormente il completo distacco, sia dal punto di vista funzionale che geometrico ed ideologico della piazza dall'intero intervento, si immagina che un nastro si inserisca all'interno della maglia seguendo il perimetro della forma identificata dai palmi delle mani. Man mano che il nastro penetrerà all'interno delle mani, andrà ad intersecare le varie linee che formano la maglia ortogonale, le quali verranno così sottratte e cancellate dalla maglia stessa. Il risultato sarà che questa interconnessione fra l'ipotetico incedere del nastro e le linee ortogonali, creerà un vuoto nella maglia regolare d'origine che definirà lo spazio polifunzionale della piazza principale. Dal momento che lungo il perimetro della piazza appena ricavata andranno a distribuirsi i vari ambiti del complesso con i rispettivi accessi, sarà necessario che questo profilo assuma delle altezze adeguate ad ospitare al suo interno i locali delle varie attività. Per ricavare queste altezze, si ipotizza di creare una depressione della piazza il cui accesso sarà consentito attraverso due rampe allineate lungo l'asse Nord/Sud. Questa depressione amplificherà il carattere di centro di aggregazione della piazza in quanto l'utente che si avvicinerà all'accesso del complesso sarà trascinato psicologicamente all'interno dell'area polifunzionale proprio grazie a questo dislivello che si verrà a creare. Dal momento che le funzionalità che verranno inserite all'interno del complesso necessitano di altezze abbastanza rilevanti, è impensabile creare un dislivello tale da garantire queste quote. Per ciò, parallelamente all'incedere della depressione, si avrà un innalzamento del terreno circostante, il quale, a seconda delle attività che verranno ospitate in quella determinata porzione di lotto, salirà della quota sufficiente per garantire i volumi necessari. Così facendo, il contemporaneo innalzamento della quota del terreno circostante amplificherà anche la percezione di depressione della piazza centrale ed i prospetti che si affacceranno su questa avranno altezze tali da garantire accessi adeguati alle varie attività. Fra tutte le attività che verranno ospitate all'interno del complesso sportivo, si possono identificare tre di queste come le principali in termini di volumi occupati ed di importanza logistica e sociale. Queste tre funzionalità sono: la piscina, il palazzetto ed il maneggio. Queste attività saranno quelle che caratterizzeranno più di tutte le altre il complesso sportivo, in quanto sono

quelle funzionalità che sono emerse come più indispensabili dallo studio delle esigenze territoriali della zona. Al contempo, saranno anche strutture che necessiteranno di particolari altezze per poter svolgere le competizioni al suo interno e per questo motivo il loro completo interramento diventerebbe un'opera ingegneristica di improbabile realizzazione. Per di più, le aree di queste strutture dedicate allo svolgimento delle competizioni, necessiterebbero possibilmente di un'illuminazione naturale abbastanza importante e anche questo aspetto non si sposa particolarmente con il concetto di ipogeo. In sintesi, il ruolo predominante all'interno del complesso, l'indispensabile presenza di altezze consistenti e la necessità di illuminazione naturale diretta, suggerisce di applicare soluzioni mirate per questi particolari ambienti che risolvano tutte queste esigenze appena identificate. Per far questo, si è deciso di caratterizzare ciascuno spazio con un elemento di copertura simile in dimensioni ed in aspetto con gli altri due. Questo contenitore avrà l'aspetto di un cubo di vetro che emerge dal terreno con quote diverse, a seconda di quale delle tre funzioni andrà ad ospitare, e terminerà con una copertura opaca orizzontale. Questi tre "box" saranno le uniche opere murarie percepite dall'esterno e identificheranno così i tre principali ambiti dell'intervento, fungendo perciò da catalizzatore dell'attenzione dell'utente.



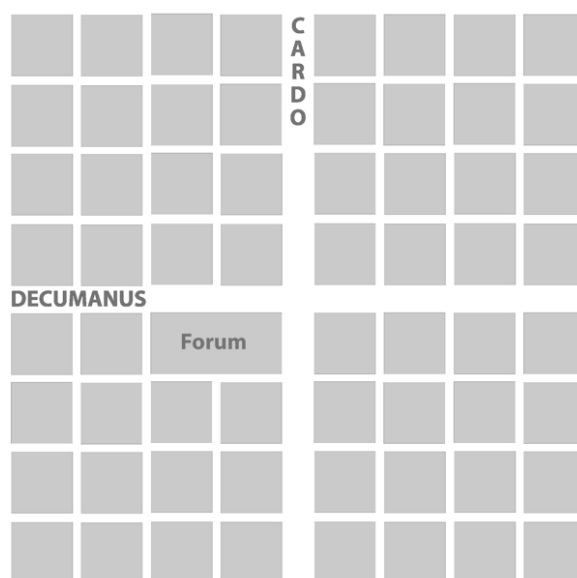
In estrema sintesi conclusiva, la genesi dell'intervento nasce dallo studio dei conglomerati urbani romani e dalla scelta di riproporre nel nuovo intervento la geometria base delle città di quella civiltà. Quindi, partendo da una geometria rettangolare orientata con i punti cardinale e percorsa da una maglia ortogonale che andrà a identificare i collegamenti e le opere murarie del fabbricato, si individuano i due percorsi principali nei due sensi della maglia e si posiziona, a fianco dell'incontro di questi, l'area dove si aprirà poi la piazza centrale. Per simboleggiare il senso di protezione che vogliamo trasmettere in questo ambiente aperto, si immagina di racchiudere questo spazio all'interno del palmo delle mani mentre il terreno circostante ricoprirà le parti di fabbricato escluse da questo gesto. Contemporaneamente si procederà a creare una depressione all'interno di quest'area aperta ed un innalzamento della quota del terreno circostante in modo proporzionale alle altezze necessarie agli ambienti che verranno ospitati nelle distinte aree del lotto. Questo procedimento permetterà, oltre a raggiungere le altezze necessarie, anche ad amplificare il potenziale attrattivo della piazza centrale che grazie al dislivello creato aumenterà appunto questa sua caratteristica. Per identificare meglio le tre attività principali del complesso sportivo e per soddisfare questi ambienti in termini di volumi necessari allo svolgimento delle competizioni e di illuminazione naturale diretta, saranno inseriti tre elementi architettonici di forma pressoché cubica e simile fra loro in dimensioni ed aspetto. Questi corpi saranno gli



unici interventi emergenti dal suolo percepiti all'esterno dall'utenza ed il profilo laterale completamente vetrato su tutto il perimetro permetterà l'accesso dell'illuminazione naturale al loro interno. La loro elevazione dalla quota del terreno sarà adeguatamente calibrata in funzione dell'attività che andrà ad ospitare al loro interno e saranno inseriti in un contesto circostante completamente naturale e contraddistinto da fitta vegetazione e da aree verdi.

### 3.1 | Città Romane

Lo schema urbanistico adottato dai Romani nella costruzione della città è caratterizzato dall'incontro ortogonale delle strade, cardo (da nord a sud) e decumani (da est ad ovest), che suddividono la città in isolati quadrangolari. Su questa struttura, ricavata dal "templum" etrusco e utilizzata costantemente nella costruzione dei castra romani, si basano tre tipi di impianti urbanistici. Secondo un primo schema la città è definita da una cinta muraria irregolare ed è suddivisa in isolati di forma rettangolare, priva di un centro cittadino ben definito. In un secondo sistema, quello più frequente, la città è circondata da una cerchia di mura che segue un percorso generalmente rettangolare ed è suddivisa in isolati di forma quadrata delimitati, da strade parallele a cardo e decumano massimi, ovvero le vie principali, che si incontrano nel centro della città dove sorge il foro, fulcro della città romana. Un terzo tipo di impianto urbano segue uno schema in cui l'incrocio di cardo e decumano non è posto al centro ma spostato verso uno dei lati, come accadeva negli accampamenti militari; anche in questo modello il foro è il fulcro della città.



Schema Tipo per Città Romane

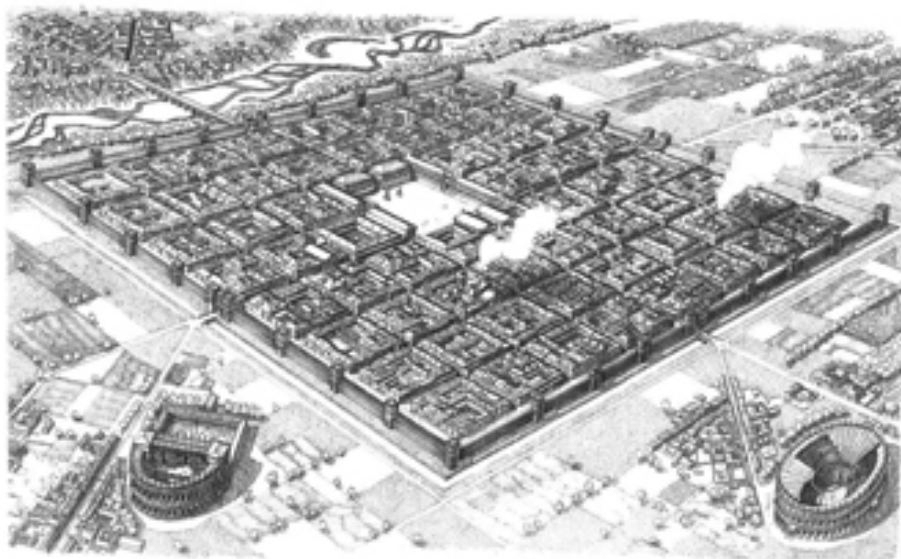
Il foro in principio aveva funzione soprattutto commerciale, poi venne adibito ad ospitare gli edifici pubblici principali. Era di forma rettangolare, spesso circondato da portici. Al suo interno l'edificio più importante era la basilica che aveva molteplici funzioni; innanzitutto fungeva da tribunale, ma era spesso usata anche come luogo di riunioni, accogliendo pure i mercanti per le loro contrattazioni. Questo edificio aveva pianta rettangolare e poteva essere chiuso o aperto sui lati esterni; possedeva

file di colonne che lo dividevano in navate. Altro edificio fondamentale nella città romana era il capitolium, tempio dedicato alla Triade capitolina (Giove, Giunone e Minerva), che voleva essere un'imitazione del Campidoglio. Anch'esso era situato nel foro, accompagnato generalmente da altri edifici religiosi; veniva considerato il simbolo del potere religioso e politico dell'impero.

Molta rilevanza nella società romana aveva il teatro, nonostante il suo avvento, in età repubblicana, fosse stato accolto con diffidenza dai romani, poiché gli attori erano sempre liberti o schiavi. Il teatro era formato da cavea ed orchestra che avevano forma semicircolare; quest'ultima col passare del tempo venne adibita ad ospitare i seggi senatoriali. Dietro al palco (pulpitum) vi era il frons scenae, che presentava una ricca decorazione costituita da colonne e statue.

Molto frequente nella città romana era anche la presenza dell'anfiteatro, che veniva utilizzato per spettacoli di lotte fra gladiatori, cacce di animali e battaglie navali. Questi erano gli spettacoli preferiti dal popolo romano, che vi partecipava in massa. L'anfiteatro era di forma ellittica; la parte più bassa dell'edificio, cioè quella in cui gareggiavano i gladiatori, era detta arena; attorno ad essa vi era la cavea, composta da gradinate che salivano progressivamente. La costruzione esterna era costituita da una parete composta da archi disposti generalmente su due ordini ed intervallati da colonne ornamentali.

Anche il circo aveva una funzione simile a quella dell'anfiteatro; in esso si svolgevano le corse dei cavalli e dei carri. Anche questo edificio era di forma ellittica molto allungata. L'arena era percorsa da un basamento ornato da statue, detto spina ed era circondata dalla cavea; su uno dei suoi lati corti vi erano i carceres dove venivano tenuti i cavalli.



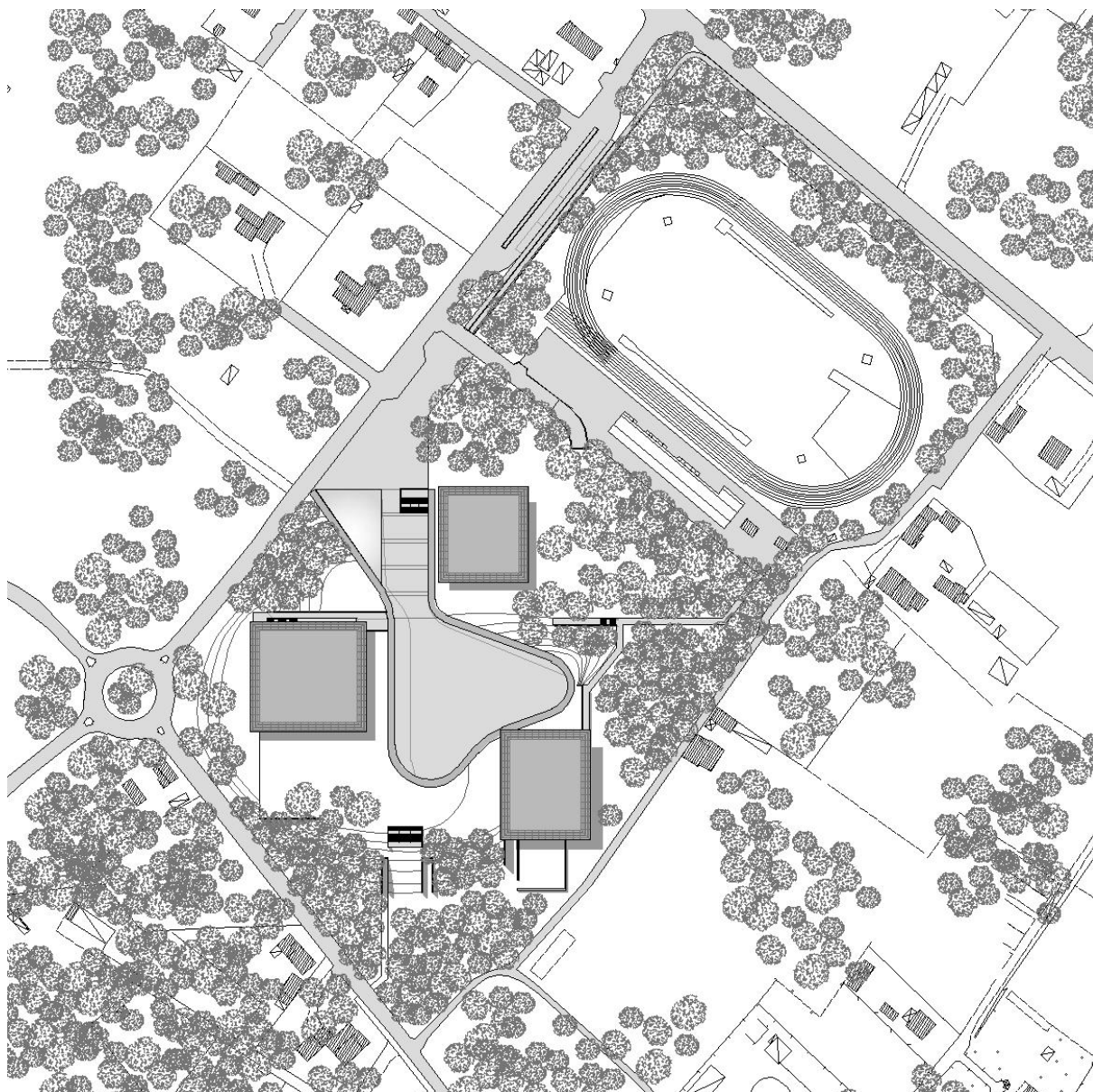
Città Romana

Questa panoramica sull'urbanistica romana si conclude con le terme, i bagni pubblici romani, che divennero una vera e propria necessità con l'aumento della popolazione in età imperiale. Le terme erano composte di tre ambienti principali, frigidarium, tepidarium e calidarium, che assumevano i propri nomi in base alla temperatura

dell'acqua delle vasche. Il frigidarium era posto davanti all'ingresso e comprendeva una grande piscina all'aperto con acqua fredda; il tepidarium, un vasto salone di forma rettangolare, era composto da due vasche calde che, come il calidarium, erano riscaldate a ipocausto, cioè da aria calda che passava sotto il pavimento. Ultimo ambiente era il calidarium, di forma circolare con una grande vasca al centro.

## 4 | Descrizione Generale

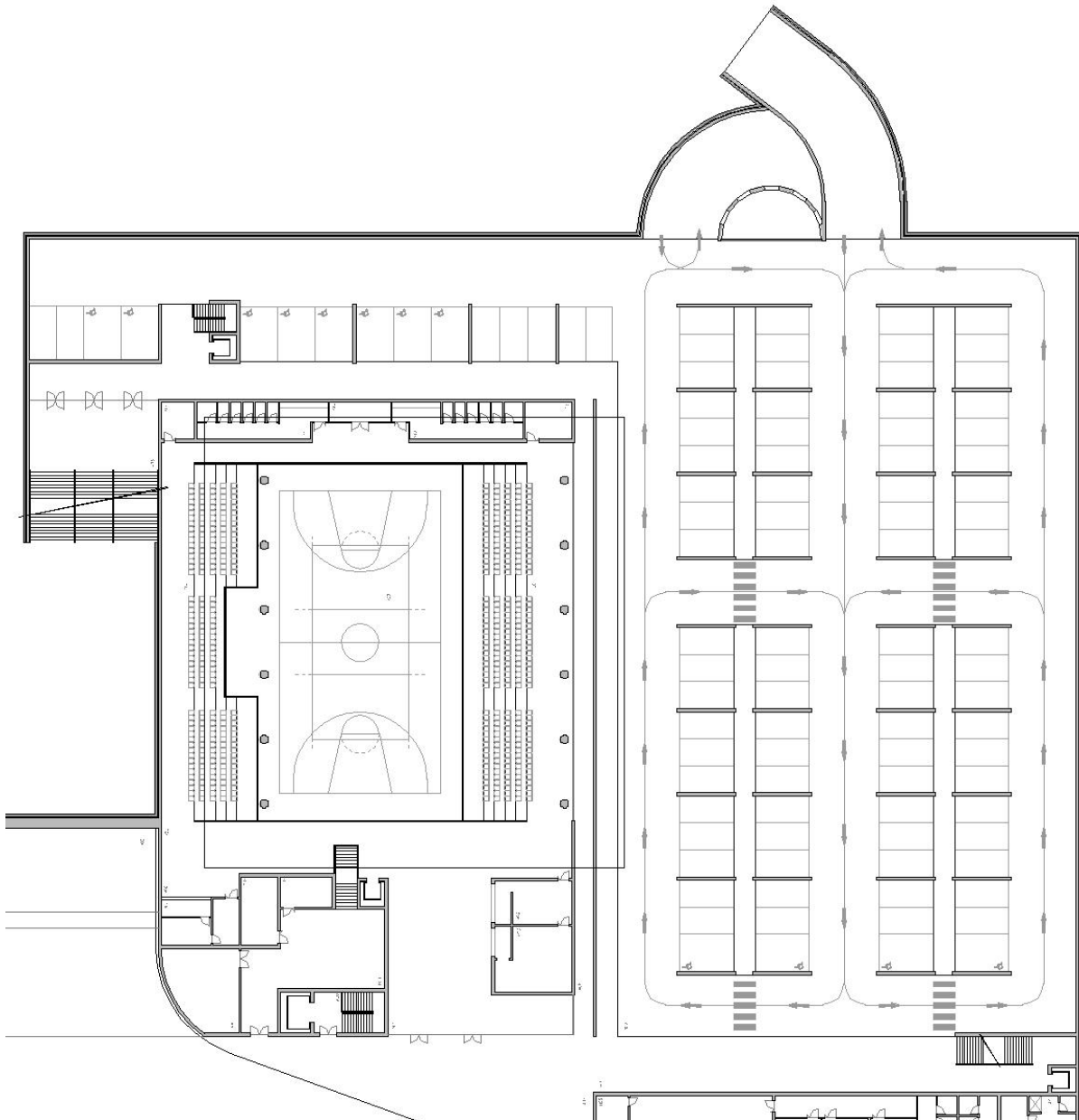
Le caratteristiche del progetto forniscono il quadro di un intervento omogeneo, compatto, calibrato negli spazi e nelle esigenze, ben distribuito ed accorto ai collegamenti fra le varie aree.



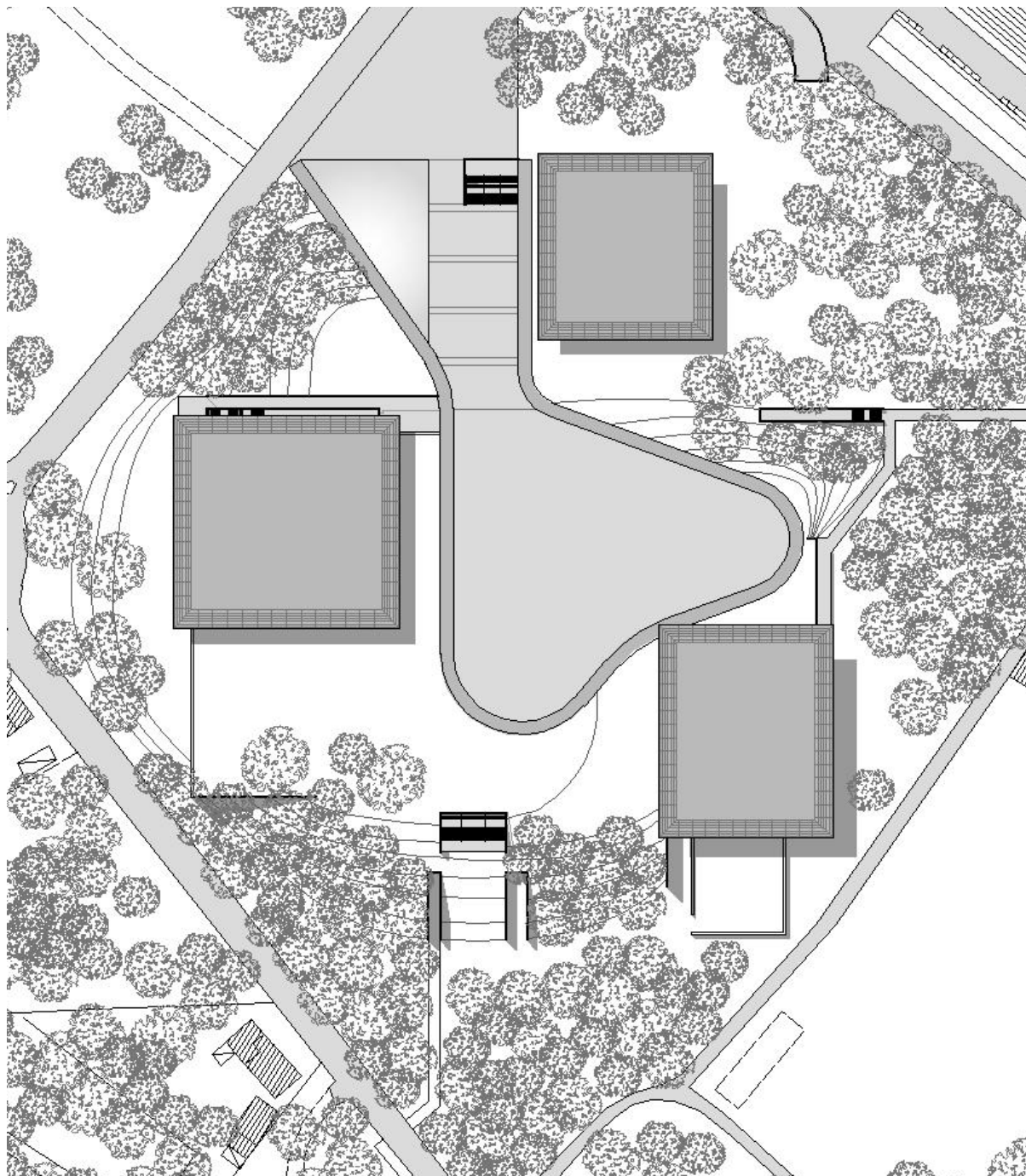
L'accesso al lotto è possibile attraverso via dei Setteponti, la quale è un'appendice di via Unità d'Italia, una delle arterie principali della rete stradale versiliese. A poche centinaia di metri dal lotto d'intervento, lungo via Unità d'Italia, si trova il casello autostradale Versilia e questo aspetto rende l'area ben accessibile e raggiungibile anche da utenze non propriamente locali. Come già riportato, la previsione di potenziamento di via Setteponti permetterà l'ulteriore integrazione del lotto (e quindi dell'intervento) nella maglia urbana della Versilia e, proprio in virtù di questo futuro potenziamento, si è pensato di effettuare alcuni interventi in ambito stradale riguardanti questa strada. Tenendo presente l'ampia affluenza di utilizzatori che

caratterizzerà questo intervento, si è deciso di tenere conto della concreta possibilità che molti di questi utenti raggiungano l'area mediante l'utilizzo di pullman e mezzi di trasporto simile. Per di più, visto l'entità e l'importanza che avrà questo complesso sportivo nella vita sociale della comunità, è ovvio prevedere che le amministrazioni comunali decidano di disporre anche servizi di trasporto pubblico urbano mediante autobus che permettano alla cittadinanza di raggiungere l'area. Per entrambi i motivi, si è reso necessario facilitare l'accesso di mezzi di questo tipo al lotto e per questo è stato previsto di allargare via Setteponti (sottraendo superficie all'area d'intervento) quanto necessario per permettere il passaggio di mezzi di queste dimensioni in entrambi i sensi di marcia. È altrettanto facile capire, dal momento che il proseguimento di via Setteponti verso mare si inserisce in un contesto urbano di civili abitazioni spesso utilizzate esclusivamente nel periodo estivo, che l'area del lotto non potrà essere una tappa intermedia di un tragitto del servizio pubblico che procede la sua corsa verso la zona appena descritta. Questa ipotesi sarebbe poco rilevante dal punto di vista della qualità e della indispensabilità del servizio pubblico offerto alla comunità, dal momento che l'area che andrebbe a servire, successivamente la fermata del lotto d'intervento, è di bassa intensità abitativa. Per questo motivo è più realistico pensare che l'area d'intervento diventi, dal punto di vista del servizio di trasporto pubblico, una tappa da aggiungere ad un già presente tragitto definito dall'amministrazioni comunali e dalle società di trasporti. Di fatto, lungo via Unità d'Italia passano molteplici linee di servizio di trasporto pubblico e quindi sarà necessario prevedere un'opera stradale che permetta ai mezzi di raggiungere il lotto immettendosi in via Setteponti e successivamente ripercorrere la stessa in senso contrario per ritornare su via Unità d'Italia. Per dare una risposta a questo quesito, è stata inserita una rotatoria sull'intersezione fra via Setteponti e via del Barcaio. Questa rotatoria permetterà agli autobus di percorrere via Setteponti in direzione Est/Ovest, effettuare un'inversione completa e ripercorrere la stessa in direzione Ovest/Est. Lungo questo tragitto di ritorno, i mezzi pubblici potranno usufruire di una pensilina che sarà disposta nell'angolo Nord del lotto per permettere la sicura discesa e risalita dell'utenza del servizio dall'autobus. Successivamente potranno proseguire la loro corsa e immettersi nuovamente su via Unità d'Italia per riprendere il tragitto originario del servizio. Questa accortezza viaria potrà essere utilizzata anche dai pullman privati che raggiungeranno il complesso. Questi potranno seguire lo stesso percorso sfruttando la rotatoria e lasciando i passeggeri sulla pensilina, e proseguendo la corsa troveranno subito dopo alla loro destra uno svincolo stradale che porta ad una serie di parcheggi in fila per autobus privati. Qui potranno essere lasciati parcheggiati i mezzi in attesa dello svolgimento della competizione per poi recuperare i passeggeri e ripartire per ritornare a destinazione. Diversamente, l'utenza che raggiungerà il complesso sportivo utilizzando mezzi propri, potrà accedere ad un parcheggio interrato, che si sviluppa nell'area Nord/Est del lotto, mediante una rampa elicoidale raggiungibile attraverso un breve tratto di strada che si immette su via Setteponti. Da questo tratto di strada è possibile immettersi anche nell'area dell'adiacente campo d'atletica per permettere l'accesso di eventuali mezzi di soccorso. Il posizionamento del parcheggio nella zona a Nord/Est del lotto, permette a questo di inserirsi fra l'area dell'attuale campo

d'atletica e quella del nuovo intervento, facendo in modo che, una volta lasciata l'auto, gli utenti possano raggiungere facilmente entrambi i complessi sportivi. In questo modo, si risolveranno anche gli attuali problemi di insufficienza di posti auto del campo d'atletica. Di fatto, il parcheggio sotterraneo potrebbe diventare una sorta di parcheggio scambiatore dove gli utenti possono lasciare i propri mezzi e usufruire del servizio di trasporto pubblico, oppure, nel caso di eventi al Caffè della Versiliana, utilizzare il servizio bus navetta per raggiungere l'area della Villa. Nella proposta attuale il parcheggio prevede al piano 0 (-4,00 m) un numero di posti auto pari a 99 unità, di cui 12 posti auto per disabili, e al piano -1 (-7.00 m) un numero pari a 95 unità, di cui 10 per disabili, per un totale di 194 posti auto complessivi. Nel caso fosse valutata la necessità di potenziare il numero di parcheggi, sarà sufficiente riproporre lo schema base di questi piani su ulteriori livelli sottostanti finché non sarà raggiunto il numero desiderato.



La planimetria del parcheggio interrato è stata studiata in modo da prevedere il posizionamento dei collegamenti verticali alle sue due estremità, così che da ogni lato del parcheggio risulteranno facilmente raggiungibili. In più, tutta la superficie è attraversata da percorsi pedonali riservati che collegano tutte le zone del parcheggio e permettono la percorrenza sicura in ogni ambito dell'ambiente. Anche l'eventualità del raggiungimento del lotto mediante mezzi ciclabili è stata posta in primo piano, studiando adeguatamente il tragitto del tratto di pista ciclabile che andrà a completare quello già presente. Infatti, la pista ciclabile è stata prolungata e il suo percorso, che attualmente si interrompe su via Unità d'Italia, è stato esteso fino a raggiungere la piazza d'accesso dove si trova la pensilina per gli autobus. Da qui la pista ciclabile accederà all'interno del complesso attraversandolo completamente e immettendosi successivamente su via del Barcaio.

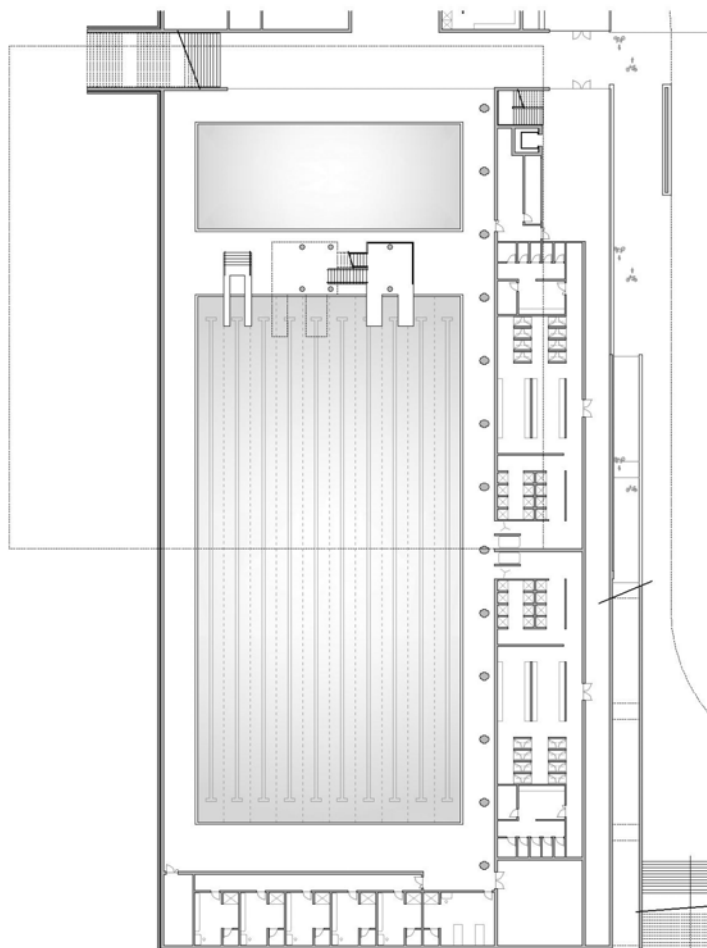


Raggiunta la piazza dove si trova la pensilina degli autobus e che funge da area di raccoglimento, è possibile accedere sia al complesso sportivo che al circostante parco pubblico che si espande al medesimo livello di questa area. Di fronte a questa area, si apre la rampa ciclabile principale che porta alla piazza ribassata centrale ed è possibile già percepire come quello che ci troviamo di fronte sia l'asse principale dell'intervento. Di fatto, all'altro lato del complesso si trova una rampa di scale che risale fin oltre la quota zero, la quale è affiancata da una seconda rampa ciclabile, con una larghezza stavolta di 2.50m, e che rappresenta la parte terminale dell'asse principale su cui si sviluppa l'intervento. La rampa ciclabile principale è fiancheggiata da un lato da una vasca con giochi d'acqua che, con il procedere del declivio, diventa una parete d'acqua che accompagna l'utente per tutta la discesa, mentre dall'altro



lato si affaccia la rampa di scale che permette l'accesso e l'uscita dal parcheggio interrato. Nelle adiacenze della parete d'acqua, si ha la corsia dedicata alla pista ciclabile che, appena prima di raggiungere il piano orizzontale a -4.00 m, si inserisce al di sotto del fabbricato circostante, che su quel lato incomincia a raggiungere un'altezza di prospetto abbastanza rilevante. Infatti, sul lato a Nord della rampa, si vedono alcune fasce che "nascono" da quota zero e che progressivamente salgono per raggiungere, in sommità, una quota superiore ai 6.00 m e che accompagnano visivamente e simbolicamente il visitatore all'interno del complesso sportivo. Queste fasce percorrono l'intero sviluppo del perimetro della piazza ribassata centrale, con quote che da un massimo di oltre 6.00m scenderanno progressivamente fino a terminare la loro corsa a quota 0.00m affianco della rampa di scale di accesso al parcheggio interrato, quindi sul lato Sud della rampa ciclabile principale. Terminata la discesa lungo la rampa ciclabile e raggiunta la piazza centrale ribassata, ci troviamo all'interno di un grande ambiente aperto e circondato da queste fasce orizzontali che trattengono l'orizzonte visivo all'interno della piazza e che conferiscono quella sensazione di protezione che in fase preliminare di progetto si era ipotizzato di presentare. Questo ambiente è stato volutamente lasciato completamente sgombro da qualsiasi intervento architettonico per attribuire alla piazza il ruolo di ambiente fortemente polifunzionale e capace di ospitare innumerevoli eventi di carattere anche completamente differente fra loro. Il territorio pietrasantino e versiliese in generale, necessità di un luogo all'aperto e distante dai centri abitati capace di ospitare particolari eventi che attualmente sono organizzati in luoghi non idonei e che comunque, molto spesso, creano disagio alla cittadinanza che risiede nelle strette vicinanze. Questo ambiente si presta perfettamente ad ospitare eventi di vario tipo, come spettacoli musicali, conferenze con grande pubblico, esposizioni temporanee di statue o opere di altro genere, eventi legati alla tradizione delle contrade come il Gioco delle Bandiere o il Festival delle Canzonette, eventi fieristici temporanei o mercati settimanali, meeting sportivi con stand tematici di propaganda delle attività sportive e/o delle aziende del settore e tanti altri ancora. Per di più, visto la grande dimensione dello spazio a disposizione, questi eventi possono talvolta anche convivere e creare perciò un'area che offre contemporaneamente molteplici attrazioni per la cittadinanza e l'utenza in generale. La funzione originale di questo spazio rimane comunque quella di elemento di comunicazione e collegamento fra le varie attività che compongono il complesso sportivo e infatti su questa piazza si affacciano gli accessi di tutti i vari ambiti racchiusi dal progetto, riproponendo, in chiave contemporanea, le caratteristiche architettoniche degli antichi monasteri. Questi, infatti, avevano la caratteristica che i vari edifici che li componevano si affacciavano esclusivamente sull'interno della corte, mentre esternamente i prospetti risultavano molto più chiusi e meno penetrabili anche solo a livello architettonico. In più, sia i monasteri che i fori delle città romane, venivano percorsi lungo il loro perimetro da portici che permettevano ai visitatori di raggiungere liberamente ogni estremo di questi ambienti al sicuro da qualsiasi tipo di agente atmosferico. Questa caratteristica così importante per grandi ambienti aperti, è stata riproposta anche all'interno di questo intervento e la piazza ribassata risulta così completamente circondata da portici che proteggono l'utente e gli permettono di

muoversi indisturbato all'interno di questo spazio. In più questi portici, in occasione di particolare eventi, possono fungere anche da quinte o da aree per il personale organizzatore dello spettacolo. All'interno della piazza è facile individuare ogni diversa attività che è compresa nell'intervento e il rispettivo punto d'accesso.

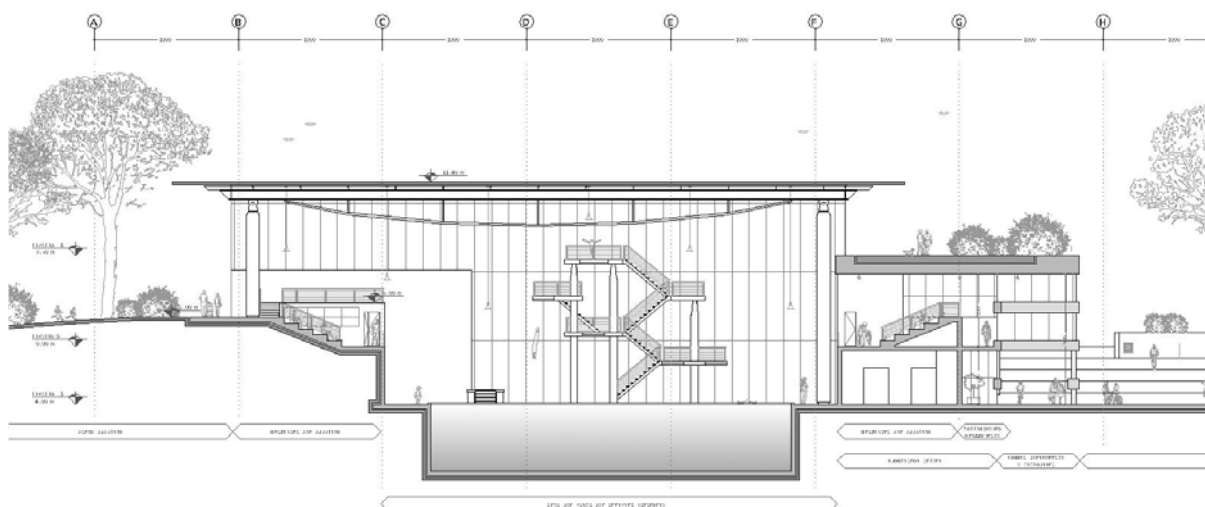


La porzione d'intervento che ospita la piscina si affaccia sul lato Nord della piazza e occupa quasi la totalità del prospetto. Esternamente è caratterizzata dai quattro nastri che corrono lungo tutto il prospetto e che ospitano nei vuoti che lasciano fra di loro una superficie vetrata. I due nastri di sommità completano il perimetro della piazza centrale, mentre quelli sottostanti seguono l'andamento della rampa ciclabile secondaria per sottolineando ancora maggiormente l'asse principale del progetto e il ruolo di porta Nord del parco della Versiliana. L'accesso alla struttura che ospita la piscina si affaccia sul asse secondario dell'intervento, quello che corre in direzione Ovest/Est, e al di là dell'accesso si trova una hall di accoglienza

per l'utenza. In questa hall troviamo sia i collegamenti verticali a piano superiore sia il locale reception. Sul lato opposto della hall rispetto all'ingresso, inizia un corridoio che se percorso porta agli accessi indipendenti degli ambienti spogliatoio uomini e donne. Questi spogliatoi sono ampiamente dimensionati per ospitare sia la quotidiana affluenza di amatori della disciplina che la straordinaria evenienza di dover rispondere alle esigenze di atleti che partecipano a competizioni. Gli spogliatoi sono identici e speculari e sono composti da una zona principale dove si trovano gli armadietti e le sedute per permettere agli utenti di cambiarsi e depositare i proprio oggetti personali. A fianco di questa zona, si trova l'area delle cabine spogliatoio, dove a rotazione gli utenti possono cambiarsi in completa privacy prima di depositare gli indumenti negli armadietti. Nella parte di spogliatoio più vicina all'ingresso dell'area della vasca, si trova la zona docce e servizi igienici, in modo da permettere all'utente di usufruire di questi servizi in modo discreto ed isolato rispetto al resto dello spogliatoio. L'accesso all'area della vasca è permesso solo attraversando l'apposita cabina per la doccia che funge da filtro non aggirabile per la zona per le attività natatorie. Entrambi gli accessi all'area per le attività natatorie dei due

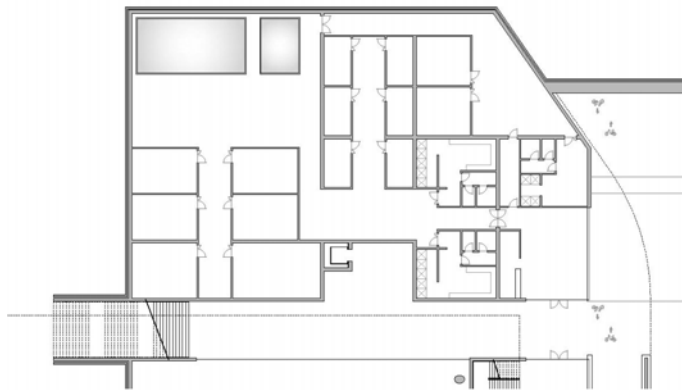
spogliatoi avvengono al centro dello sviluppo longitudinale della vasca di 50 m e si immettono su un fascia perimetrale alle vasche di circa 3.00m, che permette il raggiungimento di ogni angolo di questo ambiente in completa sicurezza e con distanze sufficienti dall'acqua per la sicurezza dell'utente. La vasca per le attività natatorie ha una dimensione di 50.00m per 25.00m ed ospita fino a 10 corsie. Le postazioni dei blocchi di partenza per le competizioni si trovano sul lato Sud della vasca mentre sul lato Nord, ovvero fra la vasca grande e la vasca piccola, si trovano le piattaforme per i tuffi. Nell'impianto sono stati previsti tutti i livelli di piattaforme per competizione. Infatti sono presenti: numero 1 piattaforma da 10.00m; numero 1 piattaforma da 7.50m; numero 1 piattaforma da 5.00m; numero 2 piattaforme da 2.50m; numero 2 piattaforme da 1.00m. Questi insieme rappresentano un set completo di piattaforme per ogni variante di questa disciplina. Al di là delle piattaforme, come detto, si trova la vasca piccola, utilizzabile per le fasi di riscaldamento per le competizioni, per corsi di nuoto per principianti e bambini e per ogni tipo di corsi e di attività che utilizzano l'acqua come ambiente dello svolgimento. La vasca piccola ha una profondità massima di 1.20m mentre la vasca grande ha una profondità che varia dai 5.00m nella zona sottostante le piattaforme per i tuffi, ai 1.80m della zona di fronte ai blocchi di partenza. Dietro la fascia dei blocchi di partenza, si trovano altri locali che ospitano: gli spogliatoi utilizzabili sia dagli istruttori che dai giudici di gara in caso di competizioni; un locale infermeria; un locale tecnico; un magazzino. L'area della vasca è accessibile non soltanto attraverso gli spogliatoi degli atleti ma anche mediante un accesso che si apre dall'ufficio retrostante la reception nella hall. Questo permette sia al personale che all'eventuale corpo dei giudici di gara di non dover necessariamente attraversare i locali degli spogliatoi degli atleti per entrare ed uscire dall'area della vasca per attività natatorie. Il livello inferiore della struttura ospitante la piscina è composto da questi locali appena descritti, mentre per accedere al piano superiore alla quota di 0.00m si devono utilizzare i collegamenti verticali, sia scale che ascensore, che si trovano nella hall d'ingresso. Al piano superiore, di fronte alla rampa di scale e all'ascensore, si trova un locale guardaroba. A fianco di questo ampio disimpegno, si trova la prima gradinata per gli spettatori, la quale è contenuta, sia verso l'interno che verso l'esterno, da collegamenti orizzontali per permettere l'accesso ai posti a sedere. Il corridoio esterno è fiancheggiato da una parete vetrata che permette di affacciarsi direttamente sulla piazza sottostante, mentre il collegamento orizzontale sul lato interno è un ballatoio che aggira l'area della vasca e, attraverso il quale, si può raggiungere sia la seconda gradinata sul lato opposto (per una capienza totale di 980 posti a sedere), sia i locali dei bagni che si trovano sul lato Sud. Il ballatoio termina sul lato Nord, non completando il perimetro della vasca, e in questa zona ospita un locale ristoro con un'area antistante e soprastante per i tavolini. Utilizzando le rampe di scale della gradinata di questo lato, si raggiunge una quota di 2.00m dove si trova un camminamento che percorre in lunghezza tutta la gradinata e che per una parte è contenuto da un'ampia vetrata che dà direttamente sul parco esterno. Questa ampia vetrata fa parte del corpo cubico centrale che sovrasta la vasca nella zona delle piattaforme per i tuffi. In questa zona, infatti, si eleva uno dei tre cubi vetrati che individuano, insieme al palazzetto ed al maneggio, le tre principali attività del

complesso e che permettono a queste di avere l'altezza e l'illuminazione naturale necessarie per lo svolgimento delle attività al loro interno.



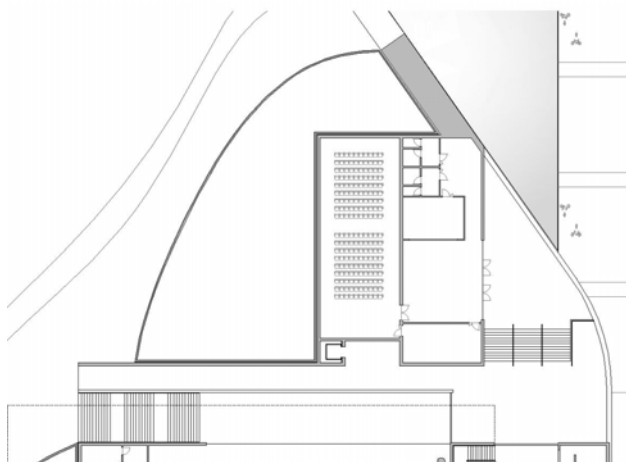
La struttura metallica che sovrasta la zona delle piattaforme per i tuffi nell'ala per attività natatorie è di fatto l'oggetto dello studio strutturale di questa tesi. Questo organismo è composto da due file parallele di 6 colonne ciascuna con interasse di 6 m, di cui quella a Sud si eleva per circa 14,50 m mentre quella a Nord per circa 8,50 m. Tuttavia, poiché le due file di pilastri spiccano dal terreno con un dislivello reciproco di 6 m, la quota delle teste dei pilastri sarà sempre la stessa conferendo orizzontabilità alla copertura. La sagoma resistente delle colonne è formata da profili standard a doppia T ma il suo aspetto sarà circolare grazie ad un rivestimento che ingloberà l'anima resistente e che, rastremandosi all'estremo superiore, si armonizzerà con il collegamento a cerniera tra trave e pilastro. La distanza fra queste due file parallele di colonne è circa 40 m e questa luce è coperta da una trave sbadacchiata con il corrente inferiore che segue un andamento ad arco di circonferenza. Nel piano trasversale rispetto a questo appena descritto, le file di pilastri sono collegati fra loro da elementi trasversali che ne interrompono la lunghezza libera di inflessione e che formano una modularità quadrata in prospetto nel piano dei pilastri. Nei moduli quadrati delle campate estreme dell'organismo di copertura sono ospitati i sistemi di controventamento di facciata. In copertura, i sistemi di controventamento seguono l'intero perimetro della stessa, collaborando strutturalmente con gli arcarecci di copertura che hanno interasse di 3,30 m. La copertura presenta un aggetto di circa 4 m lungo l'intero perimetro, formato da una serie di profili in alluminio con sezione ad arco di circonferenza che formano un sistema di frangisole orizzontale. I vari montanti che sono presenti nelle travi sbadacchiate con un passo di 6,60m sono collegati trasversalmente l'uni con gli altri mediante un sistema di crociere con diagonali a 45° che si collegano nella piattamanda inferiore degli arcarecci soprastanti. Una volta definite le tipologie degli elementi resistenti dell'organismo di copertura a seguito di un accurato studio strutturale, queste sono state ipotizzate come impiegabili anche negli altri due organismi di copertura del palazzetto sportivo e del maneggio. Su questi altri due

organismi non è stato effettuato nessun tipo di studio strutturale ma, dal momento che presentano criticità meno rilevanti rispetto a quelle dell'oggetto di tesi, è stato ritenuto non sbagliato rappresentare esclusivamente a livello architettonico la loro struttura con caratteristiche e con elementi resistenti analoghi a quelli studiati. Attraverso la vetrata che delimita il lato Ovest della struttura cubica che ricopre l'area delle piattaforme per i tuffi, si può accedere direttamente al parco pubblico.



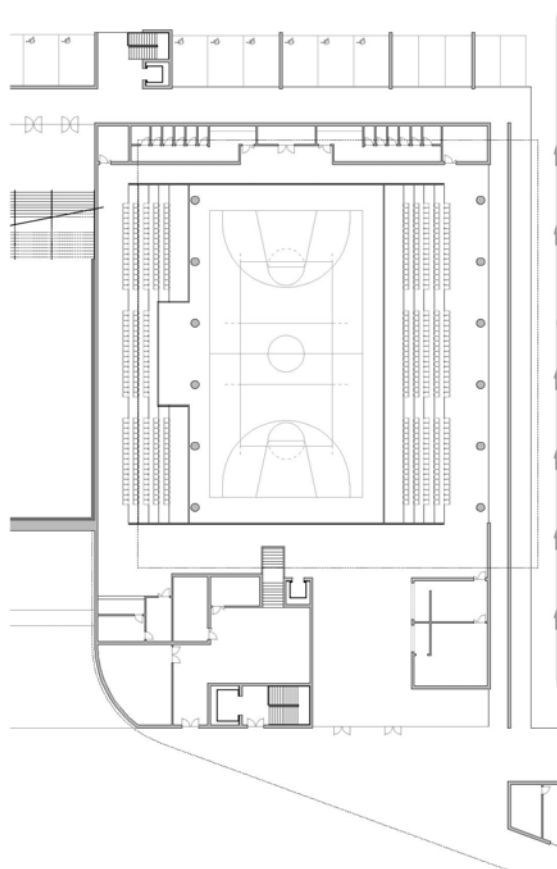
Di fronte all'ingresso alla struttura ospitante la piscina, si trova l'accesso al centro wellness. Al di là della vetrata d'ingresso, si trova una hall con una reception e l'intero centro si sviluppa su un solo livello. Aggirando la reception, ci immettiamo in un corridoio che ci conduce ad un disimpegno sul quale si può accedere agli

spogliatoi della clientela. Su questo ampio disimpegno si accede alla zona del solarium, composta da 6 cabine predisposte per ospitare questo tipo di trattamenti. All'estremità dell'ampio disimpegno, si apre un corridoio che conduce all'area relax, formata da un grande zona dove si possono disporre lettini, divani o altra mobilia per creare un ambiente rilassante. Sono presenti anche due vasche d'acqua, la più piccola delle quali ospita un sistema di idromassaggio. Alle spalle della sala relax, si trova una zona composta da 5 stanze per i trattamenti terapeutici o rilassanti e da una sauna. L'ala del centro wellness riservata al personale è completamente isolata ed indipendente dal resto della struttura. Si può accedere a questa zona direttamente dalla hall d'ingresso mediante un corridoio che conduce ad una sala d'aspetto. Su questa sala d'aspetto si affacciano due uffici e lo spogliatoio del personale e da qui si può accedere direttamente all'ala dedicata alla clientela attraversando un breve corridoio che si trova ai margini di questa sala e che conduce direttamente nella zona relax.



Gli accessi alla struttura della piscina e del centro wellness, come detto, si affacciano sull'asse secondario del complesso che corre in direzione Ovest/Est. All'estremità Ovest, questo asse termina con una scalinata che conduce alla porzione del parco che si trova di fronte alla vetrata che funge da accesso secondario alla piscina e da qui si può anche accedere alla zona ospitante la sala conferenze. Infatti, affianco al vano della rampa di scale appena citata, corre un ballatoio che conduce ad una prima area all'aperto che si affaccia sulla sottostante rampa ciclabile

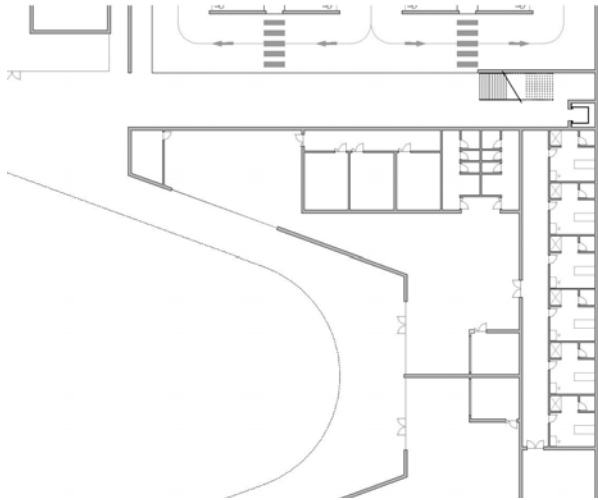
principale d'accesso al complesso. Lungo il ballatoio, si apre un vano laterale dove è collocato l'ascensore che collega questo livello con quello della piazza sottostante. Da questa prima area scoperta, si può scendere attraverso una rampa di scale all'area coperta antistante l'accesso della sala conferenze, al di là del quale troviamo una hall d'ingresso. Su questa hall si affacciano, oltre all'accesso alla sala conferenze, anche una reception, un ufficio e un corridoio che porta ai bagni raggiungibili da un disimpegno posizionato dietro il locale reception. La sala conferenze ha una capienza di 180 persone e può essere utilizzata per ospitare meeting e per completare il ventaglio di servizi disponibili con le altre strutture del complesso.



Percorrendo l'asse secondario in direzione Est, saremo condotti in un'area coperta che fiancheggia l'accesso al palazzetto dello sport, ma proseguendo ancora oltre ci troveremo all'interno del livello superiore del parcheggio interrato. Questo permette ai visitatori, che usufruiscono del parcheggio per lasciare i propri mezzi, di raggiungere la piazza centrale direttamente dalla zona di deposito auto senza necessariamente utilizzare la rampa di scale che si affaccia sulla rampa ciclabile principale d'accesso sull'asse Nord/Sud dell'intervento. Da questa area coperta si può accedere alla struttura ospitante il palazzetto con i campi da pallavolo e pallacanestro. Gli atleti ed il personale hanno un accesso riservato indipendente da quello per il pubblico dal quale si entra in un ampio

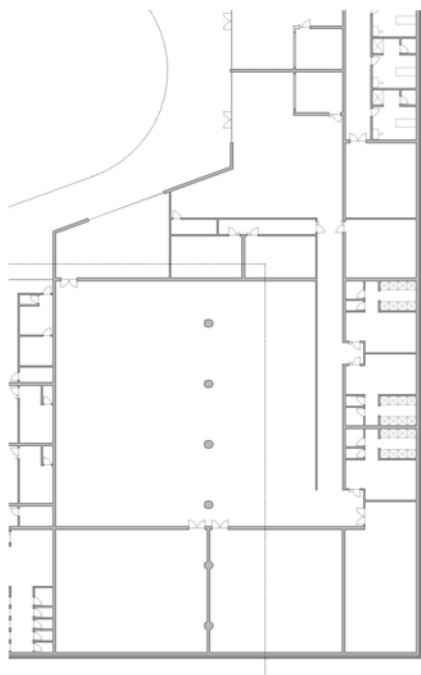
disimpegno dove si affacciano 4 uffici e un locale magazzino. Sono presenti anche una rampa di scale ed un ascensore che permette di raggiungere il livello inferiore a -7.00 m dove si trovano tutti i locali dedicati a coloro che partecipano alle competizioni o alle sedute di allenamento. Appena raggiunto il livello inferiore ci troviamo in un disimpegno dal quale, mediante due corridoi laterali, si può accedere alle due ali dedicate ciascuna ad ogni squadra partecipante. Su ogni lato, infatti, sono predisposti uno spogliatoio per la squadra ed uno per il corpo allenatori. Dal disimpegno ai piedi dei collegamenti verticali, si può accedere direttamente al campo per le attività, al di là del quale si trovano i locali spogliatoio per i direttori di gara, un'infermeria, un locale tecnico ed un locale magazzino. L'ingresso per il pubblico, invece, si ha attraverso una vetrata che si affaccia sull'area coperta al livello superiore e dal quale si accede ad un'ampia hall. In questa hall si trovano il locale reception ed il locale guardaroba, e procedendo ancora avanti si raggiunge un

ballatoio che si affaccia sul campo gara e che gli corre attorno per tutto il perimetro. Percorrendo in senso orario, si raggiunge dapprima l'area ristoro e successivamente la prima gradinata per il pubblico. La seconda gradinata si trova dall'altro lato del campo di gara e si può raggiungerla attraverso proprio il ballatoio prima descritto. Sul lato opposto a quello della hall d'ingresso, si trovano i bagni per il pubblico ed alcuni locali tecnici e magazzino. La capienza complessiva degli spalti per il pubblico è di 476 posti a sedere ed il campo da gara può ospitare competizioni di pallavolo e pallacanestro.

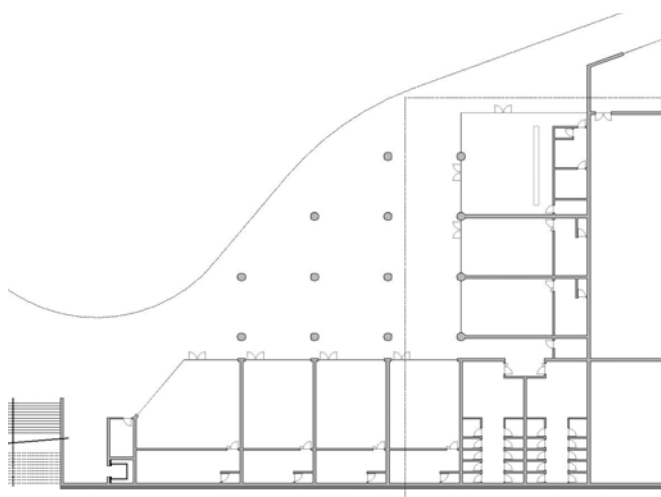


Dalla zona coperta da cui si può accedere al palazzetto ed al parcheggio interrato, percorrendo il portico che circonda la piazza centrale, si può raggiungere un'altra zona coperta dove si affacciano altri due accessi alle attività contenute nel complesso sportivo. I due accessi sono formati da due superfici vetrate e quella a Nord è l'accesso al centro di medicina sportiva, mentre quella a Sud è l'accesso al centro fitness. Al di là della vetrata

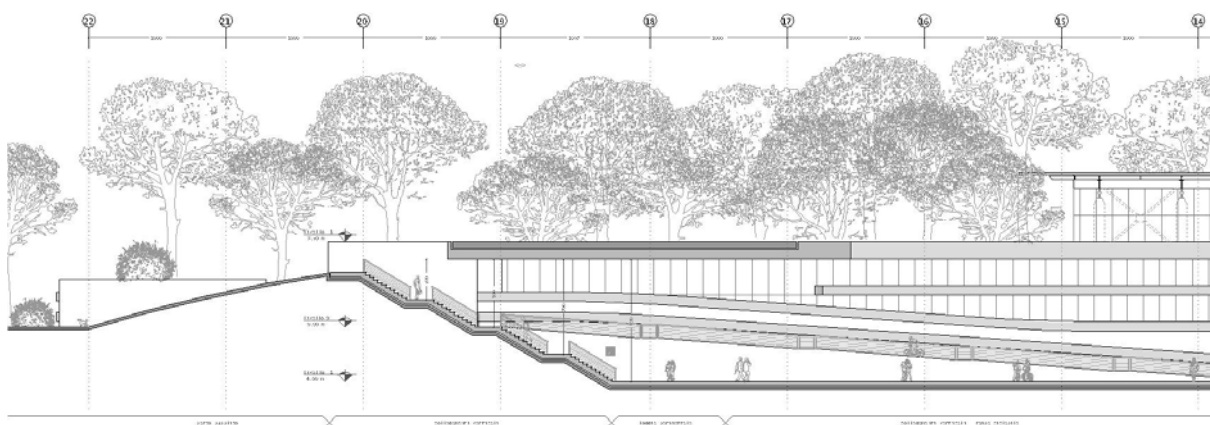
d'accesso del centro di medicina sportiva, si trova un'ampia sala d'attesa con un locale reception. Da questa sala d'attesa è possibile accedere ad un corridoio sul quale si affacciano gli ambulatori del centro di medicina sportiva dove si svolgono le visite mediche, e all'estremo Sud di questo corridoio si trova una piccola palestra ad uso esclusivo del centro. Dalla sala d'aspetto per le visite mediche, si può raggiungere, oltre i bagni del centro medico, un'altra sala d'attesa con ampia vetrata sulla piazza centrale, dove si affacciano un locale tecnico e 3 uffici.



Varcando l'accesso del centro fitness, ci troviamo, come per il centro di medicina sportiva, un'ampia sala d'attesa con locale reception. Su questa sala d'attesa si affacciano 2 uffici e mediante un corridoio si possono raggiungere gli spogliatoi degli utenti e quello del personale del centro fitness. In fondo a questo corridoio, oltre a trovare un magazzino per i macchinari, si aprono i locali principali del centro, ovvero un'ampia sala pesi di circa 630 mq e due sale corsi, da 180mq e 160mq. Dalla sala pesi si può accedere ad una sala relax con una grande vetrata sulla piazza centrale, dove i clienti del centro possono rilassarsi e riposarsi durante le sedute di allenamento e dove potranno trovare divani, tavoli e altra mobilia per questo scopo.

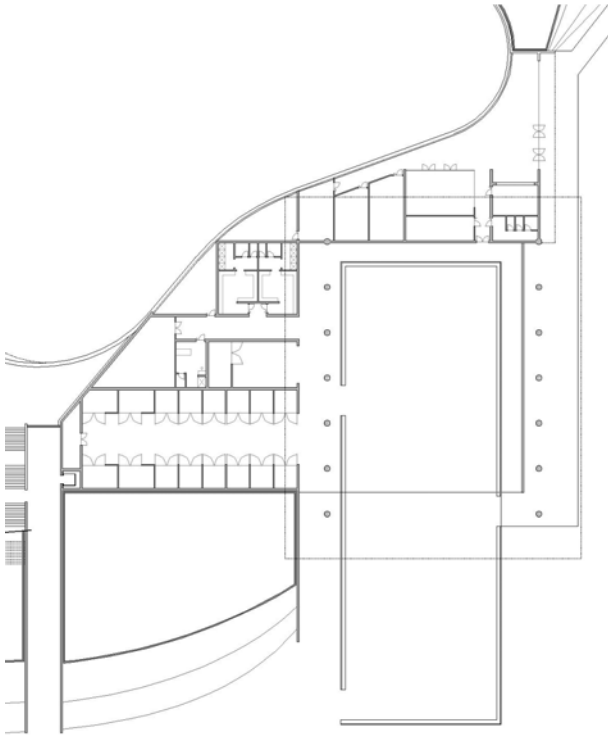


Proseguendo lungo il portico circostante la piazza centrale, si trova un'area coperta molto grande dedicata alle attività commerciali. Su questa area coperta si affacciano un locale bar/ristorante e 6 fondi per attività commerciali (2 da 75mq, 3 da 85mq e 1 da 105mq) dotati ciascuno di spogliatoio/magazzino e bagno. Nell'angolo di questa grande zona coperta, si trovano i bagni pubblici disponibili per tutti gli utenti della piazza e dell'area commerciale.



Continuando a percorrere il portico attorno alla piazza, ci troviamo di fronte ad una grande scalinata, affiancata sul lato Ovest dalla rampa ciclabile secondaria d'uscita dal complesso sportivo e sul lato Est da un'area con ascensore. Di fatto questa zona è la parte terminale dell'asse principale Nord/Sud sul quale si sviluppa l'intero complesso sportivo e l'uscita da questo si può effettuare utilizzando uno dei tre tipi di collegamento verticale. La rampa di scale centrale permette di raggiungere due livelli differenti, il primo a +0.00 m ed il secondo a +4.00 m, e l'utente può scegliere a quale quota uscire dal complesso sportivo ed immettersi nel parco pubblico esterno. Se l'utente decidesse di terminare la sua ascesa al livello più alto, potrà raggiungere le aree sopraelevate del parco oppure ridiscendere il lieve declivio che si trova davanti e arrivare al livello +0.00m. Sia la rampa ciclabile che l'ascensore raggiungono la quota di +0.00m e conducono al parco attraverso due bravi gallerie che attraversano la collina artificiale soprastante.





Attraverso i collegamenti verticali presenti all'estremo Sud dell'asse principale e quelli all'estremo Est dell'asse secondario, è possibile raggiungere, oltre che il parco circostante, anche le ultime due attività ospitate dal complesso sportivo, che sono per l'appunto il maneggio ed il centro pet-therapy. Queste due attività sono le uniche due che non si affacciano direttamente sulla piazza interna e questa scelta è dettata dal fatto che insieme compongono una struttura che necessita di particolari esigenze di autonomia e, soprattutto, di privacy. Infatti, in particolar modo la struttura per la pet-therapy, ha la necessità di avere uno spazio indipendente dal resto del

complesso, il quale ospita attività che potrebbero essere di disturbo all'utenza che utilizza questa struttura. Gli utenti del centro pet-therapy hanno spesso particolari patologie che richiedono una sensibilità molto elevata che mal si sposa con l'affollamento e l'affluenza che caratterizzerà la vita quotidiana del resto del complesso sportivo. Questa valutazione si estende al maneggio che, oltre ad essere utilizzabile in modo indipendente, di fatto ricopre il ruolo di appendice del centro pet-therapy e quindi richiede le solite esigenze di quest'ultimo. Al di là di questa contingenza funzionale con il centro pet-therapy, anche di per se il maneggio ospiterà attività che non si concilierebbero con quelle presenti nel resto del complesso sportivo e questa ulteriore valutazione ha definito perciò la chiara esigenza di isolare queste due strutture dal resto dell'intervento. L'accesso a queste due strutture avviene da un'ampia hall d'ingresso che si apre sul lato Est del parco e si affaccia sulla piazza interna, attraverso la vetrata ospitata fra i nastri che la circondano. Nella hall si trova una reception e si aprono due corridoi, uno dei quali porta ai locali del centro pet-therapy mentre l'altro a quelli dell'adiacente maneggio. Percorrendo il primo corridoio si raggiunge dapprima un locale completamente vetrato e dedicato alle attività ludiche del centro, in quanto questo centro potrà essere utilizzato, non solo per fornire specifiche terapie a bambini e persone affette da particolari patologie, ma anche come ludoteca a disposizione degli utenti del parco e del complesso sportivo. Il centro potrà anche fornire il servizio di nursery per gli utenti del centro sportivo, di asilo nido e di scuola materna, definendo così un ampio ventaglio di servizi. Proseguendo nel corridoio, si raggiungerà l'ala dedicata alle attività didattiche del centro composta da 3 aule (di superfici pari a circa 30 mq, 33 mq e 37 mq), da una delle quali si può accedere ad un'altra sala per attività ludiche. Percorrendo l'altro corridoio, prima di accedere ai locali del maneggio, si incontreranno gli accessi per un locale ufficio e per i bagni del centro.

Al maneggio si accede attraverso una porta che si apre sul percorso che circonda il campo pratica, il quale è dimensionato per permettere la contemporanea presenza di cavalli e di persone a piedi. Il campo pratica ha dimensioni pari a 60m per 20m che gli permettono di ospitare competizioni ed allenamenti di ogni livello e di ogni specialità di questa attività sportiva. Il campo pratica è per una metà protetto dalla struttura di copertura e, mediante un sistema di infissi e elementi verticali scorrevoli presenti sul lato Sud, è possibile utilizzarlo completamente oppure solo parzialmente in caso di avverse condizioni atmosferiche che non permettono l'utilizzo della parte all'aperto. Su lato Ovest del campo pratica si trovano i locali dedicati agli utenti del maneggio ed al ricovero dei cavalli. Su questo lato si inserisce un corridoio attraverso il quale si accede ai principali locali dedicati all'utenza ed al personale del maneggio: un locale infermeria, un magazzino, un ufficio per il personale e gli spogliatoi per l'utenza. Sempre sul lato Ovest si può accedere al locale adibito ad infermeria ed a selleria per i cavalli, mentre proseguendo verso l'estremo Sud di questo lato, si trova l'ala per il ricovero dei cavalli. Quest'area è composta da 16 stalle (di cui 4 dimensionate per ospitare cavalle con i propri puledri) le quali potranno dare ricovero ad esemplari di proprietà pubblica oppure potranno essere dati in locazione a privati.

Una volta stabilita la disposizione planimetrica del complesso, è stato chiaro come il progetto vivesse su due anime parallele, una naturalistica ed una artificiale. Il senso di questa distinzione sta nel fatto che la natura ipogea dell'intervento lo distingue di fatto in due aree: quella esterna completamente naturale e caratterizzata esclusivamente da una fitta vegetazione della famiglia del pino marittimo; quella centrale composta dalla piazza ribassata e racchiusa dal "fascio di nastri" che percorrono il suo perimetro e che disegnano i prospetti verticali. Questo doppio aspetto architettonico sarà sottolineato dalla scelta dei materiali che accentuerà questo contrasto e contribuirà così a distinguere queste due aree con funzionalità completamente opposte creando due ambienti agli antipodi dell'estetica.

Questa disposizione planimetrica delle attività, seguita da una cura specifica per i collegamenti fra le varie strutture, permette di fornire un complesso sportivo ricco e ben calibrato sulle esigenze della cittadinanza e dell'utenza in generale. Fornisce un ampio spettro di servizi concentrando il tutto in un'area circoscritta e compatta che permette all'utente di raggiungere facilmente ogni attività ospitata. Tutto questo intervento è inserito in un contesto con forti connotati naturalistici e vegetativi che permettono un basso impatto ambientale, propagando di fatto l'area che ospita il vicino parco e la pineta della Versiliana. Questo aspetto marcatamente naturalistico, unito alla conformazione architettonica di planimetria e all'integrazione nella rete ciclabile locale, fornisce al complesso il ruolo di porta Nord del parco della Versiliana, rispondendo così a tutte le linee progettuali primarie che erano state identificate in fase preliminare di progettazione.

## **5 | Introduzione**

### **5.1 | Descrizione Generale della Struttura**

La porzione dell'intervento che sarà oggetto di studio strutturale è costituita da una serie di 7 telai trasversali con interasse di 6m e da travi secondarie che sorreggono la copertura la quale, a sua volta, è composta da cosiddetti pannelli "sandwich". La struttura ha una copertura piana ma le due file di pilastri che la sorreggono sono di altezza diverse (circa 14,50m e 8,50m ciascuna), fatto che determina una differenza di quota di 6m fra il piede delle due file di colonne. Questi telai verticali "zoppi" sono completati da un collegamento orizzontale fra le teste dei pilastri formato da una trave sbadacchiata di una luce di quasi 40m di sviluppo. Il corrente inferiore della trave sbadacchiata ha uno sviluppo longitudinale ad arco di circonferenza.

Per la copertura sono stati scelti i pannelli Elcomsystem WPM/C-FN che garantiscono un ottimo grado di rigidità e isolamento sia termico che acustico.

Lungo la luce di 40m coperta dai telai verticali si ha la necessità di mantenere la stessa completamente sgombra di ostacoli per poter ospitare le attività natatorie e questa esigenza costringe i progettisti a limitare al minimo gli elementi irrigiditori della struttura in quel piano.

Per garantire la stabilità nel piano longitudinale delle file dei pilastri, saranno inseriti dei controventi di facciata nelle campate terminali della struttura. Mentre il comportamento nel piano trasversale sarà ricondotto a quello di un pendolo inverso mediante l'irrigidimento della struttura di copertura con l'utilizzo di controventi di falda lungo tutto il perimetro della stessa.

Gli infissi che ospiteranno la vetrata perimetrale della struttura non dovranno essere posizionati nel piano dei pilastri e dei telai, ma ad una distanza da questi di circa 1,50m. Questa scelta architettonica obbliga a prevedere un aggetto degli elementi che compongono la struttura orizzontale di copertura per coprire la luce necessaria. Questi infissi verticali saranno sovrastati da una struttura aggettante formata da file parallele di elementi posizionati a formare un brise soleil orizzontale. Questa ulteriore elemento architettonico pensile avrà una struttura capace di fissarsi agli elementi strutturali orizzontali di copertura. Entrambe le soluzioni architettoniche non pregiudicano in modo apprezzabile il comportamento globale della struttura portante principale e verranno perciò valutate e dimensionate in modo indipendente.

### **5.2 | Normativa di Riferimento**

D.M. 14/01/2008 – "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

CIRCOLARE 02/02/2009 – "Nuova circolare delle Norme tecniche per le costruzioni".

C.N.R. 10011-97 – "COSTRUZIONI IN ACCIAIO Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione".

Eurocodice 3 – "Progettazione delle strutture di acciaio"

## 5.3 | Analisi dei Carichi

### 5.3.1 | Riferimento Normativo

Per la determinazione delle azioni e delle combinazioni di carico che vanno ad impegnare la struttura si sono seguite le disposizioni riportate nel decreto ministeriale del 14 gennaio 2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*”, capitolo 3 (“*Azioni sulle costruzioni*”).

In alcuni casi, dove necessario e suggerito dalla norma sopra citata, si è proceduto ad integrazioni, ricorrendo a “norme di comprovata validità”; nella presente relazione tecnica verrà espressamente evidenziato quando si è operato in tal modo, e verranno inoltre citate le fonti utilizzate.

### 5.3.2 | Carichi Permanenti

Intendendo quali carichi permanenti quelli non rimovibili durante il normale esercizio della costruzione, appartengono a questa categoria il peso proprio degli elementi in acciaio e in calcestruzzo armato, il peso dei pannelli di copertura, il peso dei solai e i carichi delle eventuali pareti di tamponamento interne.

Il peso proprio dei vari elementi strutturali è da considerarsi ripartito uniformemente lungo l'asse baricentrico dell'asta considerata, con intensità pari al prodotto tra il peso per unità di volume e l'area della sezione trasversale del profilo.

Il peso dei pannelli di copertura, 10,50 daN/m<sup>2</sup> (per il modello Elcomsystem WPM/C-FN), è stato considerato ripartito uniformemente sulla superficie di copertura che lo trasferirà conseguentemente agli arcarecci di copertura.

### 5.3.3 | Sovraccarichi Variabili

Per la determinazione delle intensità da assumere per i sovraccarichi variabili (esercizio) si è fatto riferimento alla Tabella 3.1.II, presente nel paragrafo 3.1.4 della norma sopra citata, ed in particolare alla categoria H1, relativa alle “coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione”, per quanto riguarda i carichi in copertura, e alla categoria B1, relativa a “uffici non aperti al pubblico”, per quanto riguarda i solai di interpiano.

carichi verticali ripartiti in copertura: 0.50 kN/m<sup>2</sup>;

I valori indicati dalla norma sono da considerarsi comprensivi degli effetti dinamici ordinari per cui, vista anche la tipologia dell'opera in questione, possono essere considerati agenti staticamente.

### 5.3.4 | Carico Neve

Il carico neve sulle coperture è stato valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove è indicato con:

$q_s$  carico neve sulla copertura,

$\mu_i$  coefficiente di forma della copertura,

$q_{sk}$  valore di riferimento del carico neve al suolo,

$C_E$  coefficiente di esposizione,

$C_t$  coefficiente termico.

Il carico è da considerarsi agente in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. Collocando la struttura in questione a Pietrasanta, zona che, secondo normativa, ricade in zona II, il valore di riferimento del carico neve al suolo vale

$$q_{sk} = 1 \text{ kN/ m}^2$$

Considerando il sito in una classe topografica "normale", e non avendo realizzato uno specifico e documentato studio circa le proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura, sia per il coefficiente di esposizione  $C_E$  che per il coefficiente termico  $C_t$  si adotta il valore 1.

Il termine  $\mu_i$  rappresenta il coefficiente di forma della copertura; per esso devono essere considerate le due principali disposizioni di carico:

Carico da neve depositata in assenza di vento

Carico da neve depositata in presenza di vento

Nel caso specifico in esame il deposito di neve non si verifica in quanto non ci sono elementi atti a consentire ciò.

Il coefficiente  $\mu_i$ , avendo il nostro edificio una pendenza in copertura di circa 1/2 % per lo scolo delle acque, sarà pari a  $\mu_i = 0,8$

Si assume che la neve non sia impedita a scivolare in quanto non sono presenti parapetti o barriere o altre ostruzioni.

In conclusione il carico dato dalla neve è pari a:

$$q_s = 0.8 \times 100 \times 1 \times 1 = 80 \text{ daN/m}^2$$

### 5.3.5 | Carico Vento

Il vento si considera spirante in direzione orizzontale, sia trasversalmente che longitudinalmente rispetto alla costruzione; per edifici usuali appare lecito ricondurre le azioni dinamiche ad azioni statiche equivalenti. Le azioni statiche del vento si traducono in pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia interne che esterne, degli elementi che compongono la costruzione. La struttura in oggetto è stata considerata come *non stagna*.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove è indicato con:

$q_b$  pressione cinetica di riferimento,

$C_e$  coefficiente di esposizione,

$C_p$  coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico),

$C_d$  coefficiente dinamico.

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  (in N/m<sup>2</sup>) è fornita dall'espressione data dalla Normativa in funzione della densità dell'aria  $\rho$ , assunta pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>, e della velocità di riferimento del vento  $v_b$  (in m/s). Quest'ultima è nota dalla collocazione geografica e dall'altitudine del sito in cui sorge la struttura.

Nel caso in esame, essendo la struttura ubicata a Pietrasanta, ricade in zona 3 della tabella 3.3.I della Normativa, per cui ad essa corrisponde, visto che  $a_s < a_o$ , una velocità di riferimento del vento  $v_{b,o}$  pari a 27 m/s.

Se ne deduce che la pressione cinetica di riferimento  $q_b$  è pari a:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 46 \text{ daN/m}^2$$

Per la determinazione del coefficiente di esposizione  $C_e$  si necessita dei seguenti dati:  $k_r$ ,  $z_0$  e  $z_{min}$ , diversi a seconda della categoria di esposizione del sito, da inserire in una delle seguenti formule:

$$C_e(z) = k_r^2 C_1 \ln(z/z_0) [7 + C_1 \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$C_e(z) := C_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa			500m	750m	
	mare					
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

L'andamento del coefficiente di esposizione  $c_e$  in funzione dell'altezza, è stato definito supponendo il terreno in classe di rugosità C (in via cautelativa, considerandola ubicata in zona priva di ostacoli) e ritenendo la struttura ad una distanza dalla costa inferiore ai 30km.

Da questo si vede che la classe di esposizione è la II.

Il coefficiente di topografia  $c_t$  (presente all'interno della formula del coefficiente di esposizione  $c_e$ ) si assume pari a 1.

Quindi si ha che:

$$c_e(z) = 2,21$$

Per quanto riguarda il coefficiente di forma (o aerodinamico)  $c_p$ , si deve distinguere tra pressione esterna e pressione interna.

Per la valutazione della pressione esterna si assumerà:

Per gli elementi sopravento, con inclinazione sull'orizzontale  $\alpha \geq 60^\circ$ ,  $c_{pe} = +0,8$

Per gli elementi sopravento, con inclinazione sull'orizzontale  $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$  e per gli elementi sottovento,  $c_{pe} = -0,4$

Per gli elementi di copertura, con  $\alpha \leq 20^\circ$ , avremo  $c_{pe} = -0,4$

Questi coefficienti andranno combinati con quelli interni pari a  $c_{pi} = \pm 0,2$  a seconda di caso di pressione o depressione interna.

Il coefficiente dinamico  $c_d$ , può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente (tra le quali sono citati espressamente i capannoni industriali).

Andranno valutate tre direzioni del vento in quanto la struttura risulta simmetrica, per geometria e carico, solo lungo un asse e queste tre situazioni di carico andranno considerate sia in caso di pressione che depressione interna.

Il valore del carico vento, al netto dei coefficienti di pressione interna ed esterna, è pari a  $101 \text{ daN/m}^2$ . Questo valore va applicato all'area verticale esposta al vento per ogni prospetto e successivamente distribuita sugli elementi orizzontali superiori della struttura portante a cui verrà trasmesso attraverso il sistema di infissi di facciata. Queste superfici hanno altezza pari a 4,50m per i prospetti laterali in direzione X, 8,50m per il prospetto in direzione Y che si affaccia sul parco e 4,50m per il prospetto in direzione Y che si affaccia sulla piazza interna. Oltre al vento in facciata andrà valutato il vento in copertura moltiplicando il valore della pressione del vento per l'interasse fra gli arcarecci, pari a 3,30m ed il valore così ricavato verrà applicato agli arcarecci stessi.

Così facendo, avremo:

$$\begin{aligned} \text{Prospetto Laterale e Prospetto Piazza: } & 101 \text{ daN/m}^2 \times 4,50\text{m}/2 = 2,30 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Prospetto Parco: } & 101 \text{ daN/m}^2 \times 8,50\text{m}/2 = 4,30 \text{ daN/m}^2 \\ \text{Copertura: } & 101 \text{ daN/m}^2 \times 3,30\text{m} = 3,40 \text{ daN/m}^2 \end{aligned}$$

Tenendo conto di questi tre diversi valori di carico vento, delle tre direzioni del vento a cui è soggetta la struttura e ai casi di pressione e depressione interna, avremo perciò questa situazione:

#### Vento lungo Y in direzione positiva

$$\begin{aligned} \text{Prospetto Sopravento con Pressione Interna: } & 2,3 \text{ daN/m}^2 \times (0,8-0,2) = \\ 1,38 \text{ daN/m}^2 & \\ \text{Prospetto Sottovento con Pressione Interna: } & 4,3 \text{ daN/m}^2 \times (0,4+0,2) = \\ 2,58 \text{ daN/m}^2 & \\ \text{Copertura con Pressione Interna: } & 3,4 \text{ daN/m}^2 \times (0,4+0,2) = \\ 2,04 \text{ daN/m}^2 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prospetto Sopravento con Depressione Interna: } & 2,3 \text{ daN/m}^2 \times (0,8+0,2) = \\ 2,30 \text{ daN/m}^2 & \\ \text{Prospetto Sottovento con Depressione Interna: } & 4,3 \text{ daN/m}^2 \times (0,4-0,2) = \\ 0,86 \text{ daN/m}^2 & \\ \text{Copertura con Depressione Interna: } & 3,4 \text{ daN/m}^2 \times (0,4-0,2) = \\ 0,68 \text{ daN/m}^2 & \end{aligned}$$

#### Vento lungo Y in direzione negativa

$$\begin{aligned} \text{Prospetto Sopravento con Pressione Interna: } & 4,3 \text{ daN/m}^2 \times (0,8-0,2) = \\ 2,58 \text{ daN/m}^2 & \\ \text{Prospetto Sottovento con Pressione Interna: } & 2,3 \text{ daN/m}^2 \times (0,4+0,2) = \\ 1,38 \text{ daN/m}^2 & \\ \text{Copertura con Pressione Interna: } & 3,4 \text{ daN/m}^2 \times (0,4+0,2) = \\ 2,04 \text{ daN/m}^2 & \end{aligned}$$



Prospetto Sopravento con Depressione Interna: 4,30daN/m <sup>2</sup>	4,3daN/m <sup>2</sup>	x	(0,8+0,2)	=
Prospetto Sottovento con Depressione Interna: 0,46daN/m <sup>2</sup>	2,3daN/m <sup>2</sup>	x	(0,4-0,2)	=
Copertura con Depressione Interna: 0,68daN/m <sup>2</sup>	3,4daN/m <sup>2</sup>	x	(0,4-0,2)	=

### Vento lungo X

Prospetto Sopravento con Pressione Interna: 1,38daN/m <sup>2</sup>	2,3daN/m <sup>2</sup>	x	(0,8-0,2)	=
Prospetto Sottovento con Pressione Interna: 1,38daN/m <sup>2</sup>	2,3daN/m <sup>2</sup>	x	(0,4+0,2)	=
Copertura con Pressione Interna: 2,04daN/m <sup>2</sup>	3,4daN/m <sup>2</sup>	x	(0,4+0,2)	=
Prospetto Sopravento con Depressione Interna: 2,30daN/m <sup>2</sup>	2,3daN/m <sup>2</sup>	x	(0,8+0,2)	=
Prospetto Sottovento con Depressione Interna: 0,46daN/m <sup>2</sup>	2,3daN/m <sup>2</sup>	x	(0,4-0,2)	=
Copertura con Depressione Interna: 0,68daN/m <sup>2</sup>	3,4daN/m <sup>2</sup>	x	(0,4-0,2)	=

### 5.3.6 | Carico Termico

La normativa NTC 2008 nel paragrafo 3.5.5 prescrive per le strutture in acciaio due casi di variazione termica. Bisogna valutare se gli elementi che compongono la struttura siano esposti o protetti dall'azione diretta del sole. Nel primo caso, quello di strutture in acciaio esposte si ha una variazione termica di  $\pm 25^{\circ}\text{C}$ , mentre per le strutture in acciaio protette si ha una variazione termica di  $\pm 15^{\circ}\text{C}$ . La struttura oggetto di studio risulta completamente protetta dall'azione diretta del sole e perciò sarà soggetta ad una variazione di  $\pm 15^{\circ}\text{C}$  in ogni suo elemento.

### 5.3.7 | Carico Sismico

La valutazione della forza sismica che percuote la struttura in esame è stata valutata secondo i seguenti criteri e indici sismici.

#### Coordinate geografiche

Località:	Pietrasanta LU
Longitudine:	10.2330
Latitudine:	43.9570

#### Parametri per le forme spettrali

	<b>Pver</b>	<b>Tr</b>	<b>ag [g]</b>	<b>Fo</b>	<b>T*c</b>
<b>SLO</b>	81	45	0,052	2,520	0,250
<b>SLD</b>	63	75	0,062	2,520	0,260
<b>SLV</b>	10	712	0,155	2,380	0,300
<b>SLC</b>	5	1462	0,196	2,380	0,310

Vita nominale: 50 anni

Classe d'Uso: III

Categoria di Suolo di Fondazione: C

Categoria Topografica: T1

Fattore di Struttura lungo X: 3,2

Fattore di Struttura lungo Y: 1,6

Fattore di Struttura lungo Z: 1,0

## 5.4 | Combinazioni di Carico

### Legenda azioni

1	carico peso proprio
2,3,4,5	carichi sismici SLU
6,7,8,9	carichi sismici SLD
10	carico copertura
11	carico neve
12	carico vento lungo X con pressione interna
13	carico vento lungo X con depressione interna
14	carico vento lungo Y in direzione positiva con pressione interna
15	carico vento lungo Y in direzione positiva con depressione interna
16	carico vento lungo Y in direzione negativa con pressione interna
17	carico vento lungo Y in direzione negativa con depressione interna
18	carico termico positivo
19	carico termico negativo

### Legenda combinazioni

Da 1 a 106	combinazioni SLU
Da 107 a 159	combinazioni SLE rara
Da 160 a 191	combinazioni SLV
Da 192 a 223	combinazioni SLD
Da 224 a 232	combinazioni SLE frequenti
233	combinazione SLE permanenti

combinazioni	azioni																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.90
2	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.90
3	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.90
4	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.90
5	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	1.50
6	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	1.50
7	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.90
8	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.90
9	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.90
10	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.90
11	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	1.50
12	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	1.50
13	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.90
14	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.90
15	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90
16	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90
17	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	1.50
18	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	1.50
19	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
20	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
21	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
22	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
23	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
24	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
25	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
26	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
27	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
28	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
29	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
31	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
32	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
33	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
34	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
35	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
36	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
37	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
38	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
39	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
40	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
41	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.90	0.0
42	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.90	0.0
43	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.90	0.0
44	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.90	0.0
45	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	1.50	0.0
46	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	1.50	0.0
47	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.90	0.0
48	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.90	0.0
49	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.90	0.0
50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.90	0.0
51	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	1.50	0.0
52	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	1.50	0.0

combinazioni	azioni																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
53	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.90	0.0
54	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.90	0.0
55	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0
56	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0
57	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	1.50	0.0
58	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	1.50	0.0
59	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
60	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
61	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
62	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
63	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
64	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
65	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
66	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
67	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
68	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
69	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
70	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
71	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
72	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
73	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
74	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
75	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
76	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
77	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
78	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
79	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
80	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
81	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
82	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
83	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
84	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
85	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0
86	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0
87	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0
88	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0
89	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0
90	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0
91	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0
92	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0
93	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
95	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
96	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
97	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
98	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
99	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
101	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
102	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
103	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
104	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
105	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

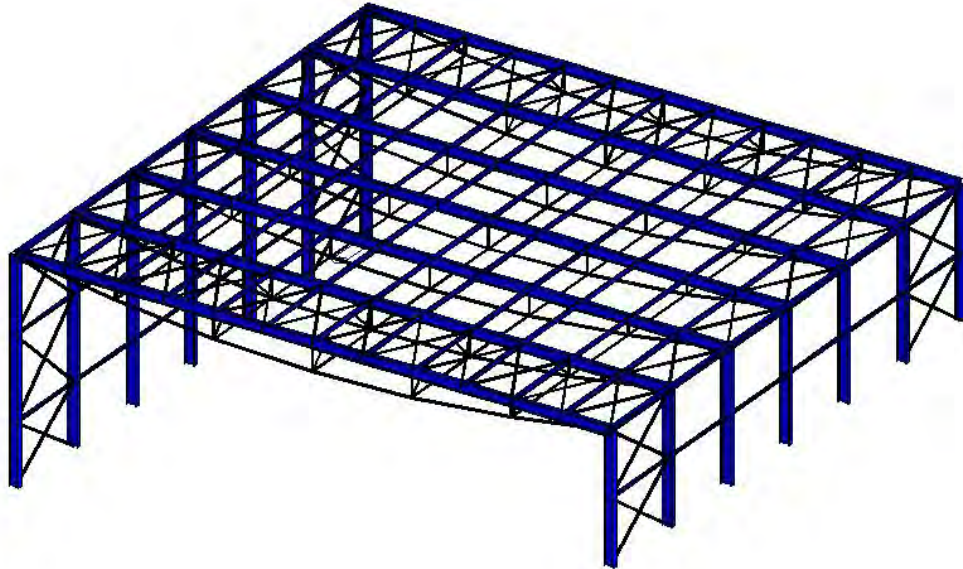
combinazioni	azioni																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
106	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
107	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.60
108	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.60
109	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	1.00
110	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.60
111	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.60
112	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	1.00
113	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.60
114	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60
115	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	1.00
116	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60
117	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60
118	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
119	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60
120	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60
121	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
122	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60
123	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60
124	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
125	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60
126	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
127	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.60	0.0
128	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.60	0.0
129	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	1.00	0.0
130	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.60	0.0
131	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.60	0.0
132	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	1.00	0.0
133	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.60	0.0
134	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.60	0.0
135	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	1.00	0.0
136	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
137	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
138	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0
139	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
140	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
141	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0
142	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
143	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
144	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0
145	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
146	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0
147	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0
148	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
149	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0
150	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0
151	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0
152	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
153	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
154	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
155	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
156	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
157	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
158	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

combinazioni	azioni																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
159	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
160	1.00	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
161	1.00	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
162	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
163	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
164	1.00	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
165	1.00	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
166	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
167	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
168	1.00	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
169	1.00	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
170	1.00	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
171	1.00	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
172	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
173	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
174	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
175	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
176	1.00	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
177	1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
178	1.00	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
179	1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
180	1.00	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
181	1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
182	1.00	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
183	1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
184	1.00	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
185	1.00	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
186	1.00	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
187	1.00	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
188	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
189	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
190	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
191	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
192	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
193	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
194	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
195	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
196	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
197	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
198	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
199	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
200	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
201	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
202	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
203	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
204	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
205	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
206	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
207	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
208	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
209	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
210	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
211	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

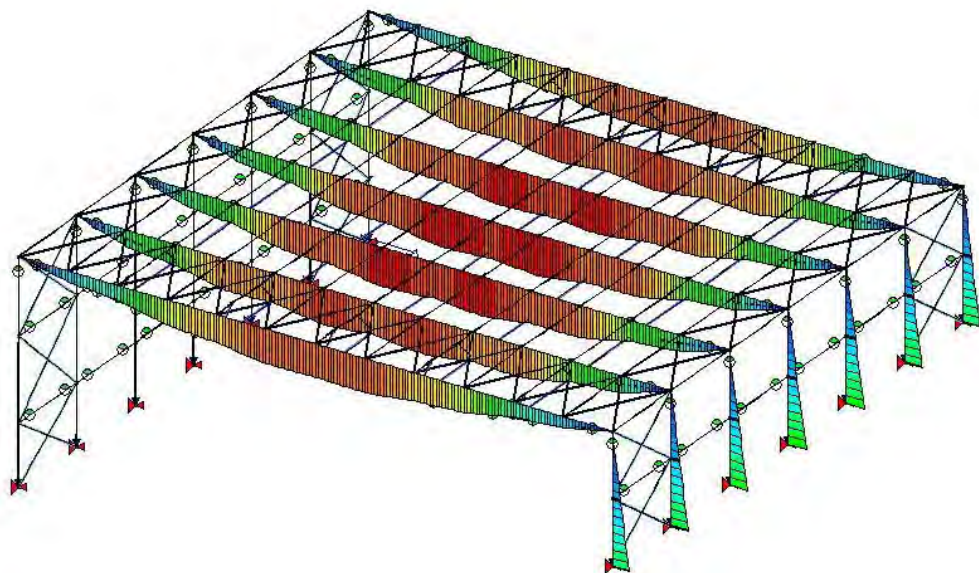
combinazioni	azioni																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>212</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>213</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>214</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>215</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>216</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>217</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>218</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>219</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>220</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>221</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>222</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>223</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>224</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>225</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0
<b>226</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50
<b>227</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0
<b>228</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>229</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>230</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>231</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>232</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	0.0
<b>233</b>	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



## 6 | Analisi della Struttura



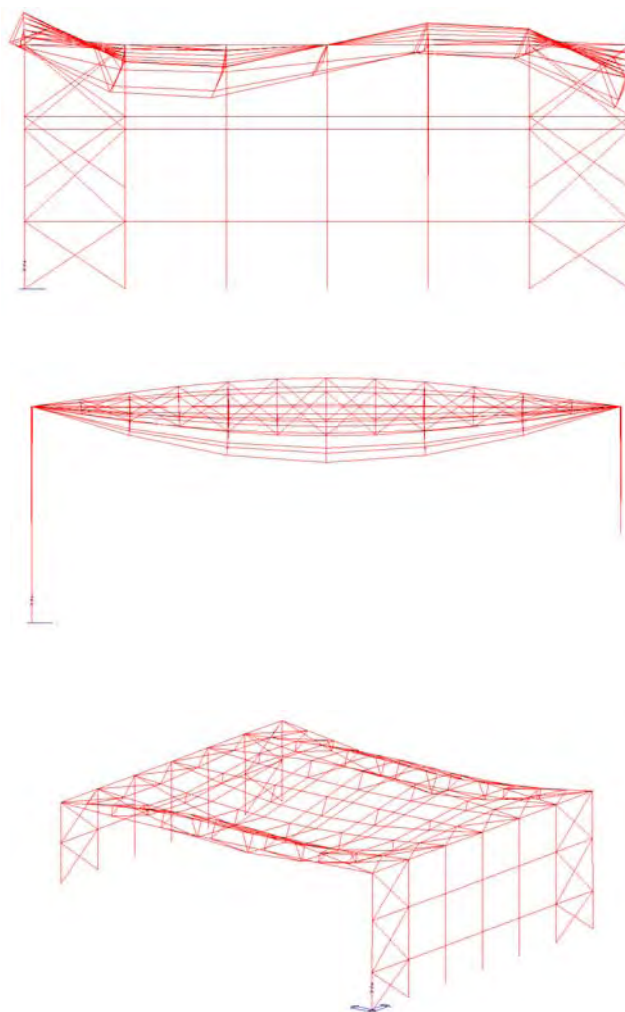
*Struttura*



*Diagramma dei Momenti*

## 6.1 | Analisi degli Effetti delle Deformazioni

In ossequio alle NTC 2008 ed in particolare al par. 4.2.3.4, sono stati valutati gli effetti del secondo ordine al fine di assicurare la possibilità di trascurare le loro conseguenze sulla risposta strutturale dell'organismo resistente. Per accertare che l'entità di questi effetti delle deformate fosse trascurabile, è stato valutato il moltiplicatore dei carichi applicati  $\alpha_{cr}$  utilizzando l'analisi di Buckling. La norma impone che il valore del moltiplicatore  $\alpha_{cr}$  sia superiore a 10 affinché l'analisi strutturale di tipo lineare possa essere condotta senza tener conto degli effetti del secondo ordine. Eseguendo l'analisi è stato possibile valutare come la geometria della struttura, soggetta alle varie combinazioni di carico, comportasse un'instabilità dei correnti superiori ed inferiori della trave. Per limitare gli effetti del secondo ordine, è risultato necessario amplificare le rigidità dei due correnti ed inserire alcuni campi di crociere verticali, in modo che il valore del moltiplicatore  $\alpha_{cr}$  risultasse accettabile nei limiti prescritti dalla norma.



Il moltiplicatore dei carichi applicati  $\alpha_{cr}$  risulta maggiore di 10 per tutte le combinazioni di carico prese in esame.

## **6.2 | Verifiche delle Membrature**

Qua di seguito si mostrano le verifiche degli elementi che compongono la struttura in acciaio. Gli elementi soggetti a verifiche sono:

**1.2.1 | Copertura**

**1.2.2 | Frangisole Aggettanti di Copertura**

**1.2.3 | Traversi Orizzontali Colonne**

**1.2.4 | Controventi di Facciata**

**1.2.5 | Colonne Prospetto Parco**

**1.2.6 | Colonne Prospetto Parco del Campo dei Controventi**

**1.2.7 | Colonne Prospetto Piazza**

**1.2.8 | Colonne Prospetto Piazza del Campo dei Controventi**

**1.2.9 | Corrente Superiore**

**1.2.10 | Corrente Inferiore**

**1.2.11 | Montanti**

**1.2.12 | Arcareccio**

**1.2.13 | Controventi di Copertura**

**1.2.14 | Corrente Crociere**

**1.2.15 | Diagonale Crociere**

## 6.2.1 | Copertura

Per la membrana di copertura è stata scelta un pannello isolante termo copertura della serie Elcom System WPN-FC di spessore 100 mm.

$$q_n = 80 \text{ daN/mq}$$

*carico neve*

$$q_p = 13 \text{ daN/mq}$$

*carico peso proprio*

$$q_{Ed} = 1,3 q_p + 1,5 q_n = 137 \text{ daN/mq} = 1,37 \text{ KN/mq}$$

$$i = 330 \text{ cm}$$

Condizioni di carico					Carichi utili di esercizio uniformemente distribuiti in Kg/m <sup>2</sup> - KN/m <sup>2</sup>									
S spessore mm	U		peso Kg/m <sup>2</sup>	U.M.	DISTANZA TRA GLI APPOGGI IN m $\ell$									
	Kcal m <sup>-2</sup> ·h·°C	W m <sup>-2</sup> ·°C			2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
25	0,711	0,827	9,58	Kg/m <sup>2</sup>	125	85	60	50	40	130	95	70	60	50
					KN/m <sup>2</sup>	1,23	0,83	0,59	0,49	0,39	1,27	0,93	0,68	0,59
35	0,522	0,607	9,96	Kg/m <sup>2</sup>	145	100	80	60	50	155	115	90	70	60
					KN/m <sup>2</sup>	1,42	0,98	0,78	0,59	0,49	1,52	1,12	0,88	0,68
40	0,461	0,536	10,15	Kg/m <sup>2</sup>	166	125	90	70	55	178	140	108	85	70
					KN/m <sup>2</sup>	1,63	1,22	0,88	0,68	0,54	1,74	1,37	1,05	0,83
50	0,372	0,433	10,53	Kg/m <sup>2</sup>	225	160	120	90	70	245	182	140	115	90
					KN/m <sup>2</sup>	2,21	1,57	1,18	0,88	0,68	2,41	1,78	1,37	1,13
60	0,313	0,364	10,91	Kg/m <sup>2</sup>	289	216	142	115	85	321	237	181	141	115
					KN/m <sup>2</sup>	2,83	2,12	1,39	1,13	0,83	3,15	2,32	1,77	1,38
80	0,237	0,276	11,67	Kg/m <sup>2</sup>	455	316	227	160	120	500	365	280	215	145
					KN/m <sup>2</sup>	4,46	3,09	2,22	1,57	1,18	4,91	3,58	2,74	2,11
100	0,191	0,222	12,63	Kg/m <sup>2</sup>	470	345	260	200	160	510	390	285	225	180
					KN/m <sup>2</sup>	4,60	3,38	2,55	1,96	1,57	4,99	3,82	2,79	2,20
120	0,160	0,186	13,43	Kg/m <sup>2</sup>	510	435	290	260	200	535	445	320	290	210
					KN/m <sup>2</sup>	4,99	4,26	2,84	2,55	1,96	5,24	4,36	3,13	2,84

Il carico massimo,  $q_{adm}$ , per la tipologia di copertura scelta con interasse di 300 cm è maggiore del carico gravante,  $q_{Ed}$ , sul pannello di copertura, quindi la verifica risulta positiva.

$$q_{adm} > q_{Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.2 | Frangisole Aggettanti di Copertura

Il dimensionamento degli elementi frangisole aggettanti dalla copertura è stato effettuato assegnando a questa struttura un comportamento semplificato di una trave su due appoggi, uno sull'estremità ed uno a 150 cm dal primo.

$$a = 404 \text{ cm}$$

*parte in aggetto*

$$b = 150 \text{ cm}$$

*distanza fra gli appoggi*

$$p_{\text{all}} = 2750 \text{ daN/mc}$$

*peso specifico alluminio*

$$A = 0,0059 \text{ mq}$$

*area sezione traversi alluminio*

$$n = 10$$

*numero traversi alluminio*

$$q_{\text{all}} = \frac{p_{\text{all}} \cdot A \cdot 10}{a}$$

$$q_{\text{all}} = 13 \text{ daN/mq}$$

*carico alluminio*

$$q_n = 80 \text{ daN/mq}$$

*carico neve*

$$Q_n = 1,5 \cdot i \cdot q_n$$

$$i = 3,3 \text{ m}$$

*interasse frame frangisole*

$$Q_n = 4 \text{ daN/cm}$$

$$Q_{\text{all}} = 1,5 \cdot i \cdot q_{\text{all}}$$

$$i = 3,3 \text{ m}$$

*interasse frame frangisole*

$$Q_{\text{all}} = 2 \text{ daN/cm}$$

$$q_{\text{Ed}} = Q_{\text{all}} + Q_n = 6 \text{ KN/mq}$$

*carico sollecitante*

$$q_{\text{Ed,DM96}} = q_{\text{Ed}} + 40\% = 8,5 \text{ KN/mq}$$

*carico sollecitante con sisma*

$$V_A = 8060 \text{ daN}$$

*reazione vincolare*

$$V_B = -4624 \text{ daN}$$

*reazione vincolare*

$$M_A = 693600 \text{ daNcm}$$

*momento massimo*

$$W_{\text{min}} = \frac{M_{\text{max}}}{f_{yk}}$$

*modulo plastico minimo*

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$W_{\text{min}} = 253 \text{ cm}^3$$

Dal momento che la struttura dei frangisole aggettanti è formata dal posizionamento affiancato dei singoli frame prima descritti, le sollecitazioni graveranno su due elementi orizzontali affiancati. Per questo sono stati scelti dei profili **UPN 160** (  $W = 138 \text{ cm}^3 > W_{\text{min}}/2$  ) per facilitare il fissaggio agli arcarecci sottostanti.

### 6.2.3 | Traversi Orizzontali Colonne

L'elemento trasversale nelle colonne è stato ipotizzato con un profilo HEB 160.

#### 6.2.3.1 | Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Per elementi con sezioni soggette a taglio e prive di irrigidimenti (per evitare di condurre verifiche più approfondite secondo le NTC par 4.2.4.1.3.4) deve verificare la relazione [4.2.28] che impone:

$$\frac{h_w}{t} \left/ \frac{72}{\eta} \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} \right. < 1$$

$$h_w = 134 \text{ mm}$$

$$t = 8$$

$$\eta = 1$$

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,25 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.2.3.2 | Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 69]:

$$N: -12880 \text{ daN}$$

$$M_2: 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: 146400 \text{ daNcm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 54,3 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 142214 \text{ daN}$$

$$n = 0,09$$

Se  $n < 0,2$  la verifica di resistenza da applicare è la seguente:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{y,Ed} = 146400 \text{ daNcm}$$

$$M_{z,Ed} = 0$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0,5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

Dove:

$$a = (A - 2 b t_f) / A \leq 0,5$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

$$a = 0,23 \leq 0,5$$

$$W_{pl,y} = 354 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,y,Rd} = 927143 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 953333 \text{ daNcm} > M_{pl,y,Rd}$$

$$\text{quindi } M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,16 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.3.3 | Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 69]:

$$N: \quad -12880 \text{ daN}$$

$$M_2: \quad 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: \quad 146400 \text{ daNcm}$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_x \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$



$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J_y = 2492 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 889 \text{ cm}^4$$

$$L = 600 \text{ cm}$$

$$N_{cr,y} = 143471 \text{ daN}$$

$$N_{cr,z} = 51182 \text{ daN}$$

$$\lambda_y = 1,020$$

$$\lambda_z = 1,708$$

$$\alpha_y = 0,34 \quad [ \text{da Tab. 4.2.VI} ]$$

$$\alpha_z = 0,49 \quad [ \text{da Tab. 4.2.VI} ]$$

$$\phi_y = 1,160$$

$$\phi_z = 2,328$$

$$\chi_y = 0,584$$

$$\chi_z = 0,256$$

quindi  $\chi_{\min} = 0,256$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

$$M_{eq,Ed} = 0,6 \cdot M_a - 0,4 \cdot M_b \geq 0,4 \cdot M_a$$

$$0,75 \cdot M_{\max,Ed} \leq M_{eq,Ed} \leq M_{\max,Ed}$$

$$M_{y,a} = -146400 \text{ daNcm}$$

$$M_{y,b} = 46610 \text{ daNcm}$$

$$M_{yeq,Ed} = -106484 \text{ daNcm}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,53 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.2.3.4 | Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ]

$$f_{\max} = 0,1 \text{ cm}$$

$$f_{\text{adm}} = 600 \text{ cm} / 200 = 3,00 \text{ cm}$$

$$f_{\max} < f_{\text{adm}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.4 | Controventi di Facciata

Per valutare la tipologia di elemento da utilizzare nei controventi di facciata è necessario tener conto delle limitazioni di snellezza  $\lambda$  e quelle sui coefficienti di sovra-resistenza  $\Omega_i$ . Nel primo caso, è necessario rispettare il limite per cui  $1,3 \leq \lambda \leq 2$  [ NTC par. 7.5.5 ], mentre nel secondo caso bisogna far in modo che la differenza fra il valore minimo ed il valore massimo dei coefficienti di sovra-resistenza  $\Omega_i$  non sia superiore al 25% [ NTC par. 7.5.5 ].

Per far fronte al contemporaneo rispetto delle suddette limitazioni, si è deciso di utilizzare per i controventi di facciata nel prospetto verso la piazza interna dei profili CHS Ø139,7 t8, mentre per quelli nel prospetto verso il parco dei profili CHS Ø139,7 t6,3.

### CHS Ø139,7 t8

$$\lambda = l_0 / i$$

$$\lambda_1 (\text{Fe430}) = 86,8$$

$$\lambda = l_0 / i$$

$$l_0 = 800 \text{ cm}$$

$$i = 4,66 \text{ cm}$$

$$\lambda = 171,67$$

$$\lambda = 1,98$$

$$1,3 \leq \lambda \leq 2$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### CHS Ø139,7 t6,3

$$\lambda = l_0 / i$$

$$\lambda_1 (\text{Fe430}) = 86,8$$

$$\lambda = l_0 / i$$

$$l_0 = 735 \text{ cm}$$

$$i = 4,72 \text{ cm}$$

$$\lambda = 155,72$$

$$\lambda = 1,79$$

$$1,3 \leq \lambda \leq 2$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

	$N_{ed, traz, max}$	SL	Sezione	$N_{pl, Rd}$	$\Omega_i$
Prospetto piazza - alti	7329 daN	166	CHS Ø139,7 t8	86690 daN	11,83
Prospetto piazza - intermedi	8583 daN	163	CHS Ø139,7 t8	86690 daN	10,10
Prospetto piazza - bassi	8774 daN	163	CHS Ø139,7 t8	86690 daN	9,88
Prospetto parco - alti	5715 daN	169	CHS Ø139,7 t6,3	69143 daN	12,10
Prospetto parco - bassi	6910 daN	172	CHS Ø139,7 t6,3	69143 daN	10,01

$$\frac{\Omega_{\max} - \Omega_{\min}}{\Omega_{\text{medio}}} = 0,20$$

**20% < 25%**

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.2.4.1 | Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

CHS Ø139,7 t8

Caratteristiche di sollecitazione [comb 36]:

N: 27440 daN

$$\frac{N_{ed}}{\min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd})} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

A = 33,10 cmq

A<sub>net</sub> = A - t x Ø<sub>bul</sub> = 31,56 cmq

f<sub>yk</sub> = 2750 daN/cmq

f<sub>tk</sub> = 4300 daN/cmq

γ<sub>m0</sub> = 1,05

γ<sub>m2</sub> = 1,25

N<sub>pl,Rd</sub> = 86690 daN

N<sub>u,Rd</sub> = 97710 daN

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

**0,32 < 1**

**VERIFICA SODDISFATTA**

CHS Ø139,7 t6,3

Caratteristiche di sollecitazione [comb 36]:

N: 27120 daN

$$\frac{N_{ed}}{\min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd})} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$A = 26,40 \text{ cmq}$$

$$A_{net} = A - t \times \varnothing_{bul} = 24,86 \text{ cmq}$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{tk} = 4300 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{pl,Rd} = 69143 \text{ daN}$$

$$N_{u,Rd} = 76966 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,39 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.5 | Colonne Prospetto Parco

L'elemento colonna per il prospetto che si affaccia sul parco è stato ipotizzato con un profilo HEB 650.

Per strutture con comportamento a pendolo inverso, è necessario che l'elemento colonna rispetti la seguente restrizione [NTC par. C7.5.2.1]:  $N_{ed,max} < 0,3N_{pl,Rd}$

$$N_{ed,max} = 37890 \text{ daN} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$N_{pl,Rd,HEB 650} = 749833 \text{ daN}$$

$$0,3N_{pl,Rd} = 224950 \text{ daN}$$

$$N_{ed,max} < 0,3N_{pl,Rd}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.5.1 | Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Per elementi con sezioni soggette a taglio e prive di irrigidimenti (per evitare di condurre verifiche più approfondite secondo le NTC par 4.2.4.1.3.4) deve verificare la relazione [4.2.28] che impone:

$$\frac{h_w}{t} \sqrt{\frac{72}{\eta} \frac{235}{f_{yk}}} < 1$$

$$h_w = 588 \text{ mm}$$

$$t = 16$$

$$\eta = 1$$

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,55 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.5.2 | Verifiche di Resistenza a Pressoflessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 186]:

$$N: -13260 \text{ daN}$$

$$M_2: 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: 5143000 \text{ daNcm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 286,3 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 749833 \text{ daN}$$

$$n = 0,03$$

Se  $n < 0,2$  la verifica di resistenza da applicare è la seguente:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{y,Ed} = 5143000 \text{ daNcm}$$

$$M_{z,Ed} = 0$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0,5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

Dove:

$$a = (A - 2 b t_f) / A \leq 0,5$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

$$a = 0,35 \leq 0,5$$

$$W_{pl,y} = 7320 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,y,Rd} = 19171400 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 22540919 \text{ daNcm} > M_{pl,y,Rd}$$

$$\text{quindi } M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,27 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.5.3 | Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 190]:

$$N: -13640$$

$$M_2: 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: 5142000 \text{ daNcm}$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_x \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J_y = 210616 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 13984 \text{ cm}^4$$

$$L_y = 850 \times 2 = 1700 \text{ cm}$$

$$L_z = 425 \text{ cm}$$

$$N_{cr,y} = 1510357 \text{ daN}$$

$$N_{cr,z} = 401041 \text{ daN}$$

$$\lambda_y = 0,722$$

$$\lambda_z = 1,401$$

$$\alpha_y = 0,21 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\alpha_z = 0,34 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\phi_y = 0,815$$

$$\phi_z = 1,686$$

$$\chi_y = 0,837$$

$$\chi_z = 0,381$$

quindi  $\chi_{\min} = 0,381$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

$$M_{eq,Ed} = 0,6 \cdot M_a - 0,4 \cdot M_b \geq 0,4 \cdot M_a$$

$$0,75 \cdot M_{\max,Ed} \leq M_{eq,Ed} \leq M_{\max,Ed}$$

$$M_{y,a} = 5193000 \text{ daNcm}$$

$$M_{y,b} = 0 \text{ daNcm}$$

$$M_{yeq,Ed} = 3115800 \text{ daNcm}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,27 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.2.5.4 | Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ]

$$f_{\max} = 1,28 \text{ cm} \quad [\text{comb. 128}]$$

$$f_{\text{adm}} = 850 \text{ cm} / 300 = 2,83 \text{ cm}$$

$$f_{\max} < f_{\text{adm}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.6 | Colonne Prospetto Parco del Campo di Controvento

L'elemento colonna per il prospetto che si affaccia sul parco è stato ipotizzato con un profilo HEB 650.

Per strutture con comportamento a pendolo inverso, è necessario che l'elemento colonna rispetti la seguente restrizione [NTC par. C7.5.2.1]:  $N_{ed,max} < 0,3N_{pl,Rd}$

$$N_{ed,max} = 37890 \text{ daN} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$N_{pl,Rd,HEB 650} = 749833 \text{ daN}$$

$$0,3N_{pl,Rd} = 224950 \text{ daN}$$

$$N_{ed,max} < 0,3N_{pl,Rd}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.6.1 | Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Per elementi con sezioni soggette a taglio e prive di irrigidimenti (per evitare di condurre verifiche più approfondite secondo le NTC par 4.2.4.1.3.4) deve verificare la relazione [4.2.28] che impone:

$$\frac{h_w}{t} \frac{1}{\eta} \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} < 1$$

$$h_w = 588 \text{ mm}$$

$$t = 16$$

$$\eta = 1$$

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,55 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Caratteristiche di sollecitazione:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{Rd} \cdot \Omega \cdot N_{Ed,E}$$

$$M_{2,Ed} = M_{2,Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{Rd} \cdot \Omega \cdot M_{2,Ed,E}$$

$$M_{3,Ed} = M_{3,Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{Rd} \cdot \Omega \cdot M_{3,Ed,E}$$

$$N_{Ed,G}: \quad 10580 \text{ daN}$$

$$M_{2,Ed,G}: \quad 15620 \text{ daNcm}$$

$$M_{3,Ed,G}: \quad 74040 \text{ daNcm}$$

$$N_{Ed,E}: \quad 5679 \text{ daN}$$

$$M_{2,Ed,E}: \quad 25010 \text{ daNcm}$$

$$M_{3,Ed,E}: \quad 136700 \text{ daNcm}$$



$$\gamma_{Rd,s275} = 1,15$$

$$\Omega = \min \Omega_i$$

$$\Omega = 9,88$$

$$N_{Ed}: \quad 81557 \text{ daN}$$

$$M_{2,Ed}: \quad 328200 \text{ daNcm}$$

$$M_{3,Ed}: \quad 1782544 \text{ daNcm}$$

### 6.2.6.2 | Verifiche di Resistenza a Pressoflessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 286,3 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 749833 \text{ daN}$$

$$n = 0,11$$

Se  $n < 0,2$  la verifica di resistenza da applicare è la seguente:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{y,Ed} = 1782544 \text{ daNcm}$$

$$M_{z,Ed} = 328200 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0,5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

Dove:

$$a = (A - 2 b t_f) / A \leq 0,5$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

$$a = 0,35 \leq 0,5$$

$$W_{pl,y} = 7320 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,y,Rd} = 19171428 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 20681905 \text{ daNcm} > M_{pl,y,Rd}$$

$$W_{pl,z} = 1441 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,z,Rd} = 3774048 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,z,Rd} = 4071397 \text{ daNcm} > M_{pl,z,Rd}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,18 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.6.3 | Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{yeq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_x \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{zeq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J_y = 210616 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 13984 \text{ cm}^4$$

$$L_y = 850 \times 2 = 1700 \text{ cm}$$

$$L_z = 550 \text{ cm}$$

$$N_{cr,y} = 1510357 \text{ daN}$$

$$N_{cr,z} = 958131 \text{ daN}$$

$$\lambda_y = 0,722$$

$$\lambda_z = 0,907$$

$$\alpha_y = 0,21 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\alpha_z = 0,34 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\phi_y = 0,815$$

$$\phi_z = 1,031$$

$$\chi_y = 0,837$$

$$\chi_z = 0,657$$

$$\text{quindi } \chi_{\min} = 0,657$$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,36 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.7 | Colonne Prospetto Piazza

L'elemento colonna per il prospetto che si affaccia sulla piazza è stato ipotizzato con un profilo HEB 650.

Per strutture con comportamento a pendolo inverso, è necessario che l'elemento colonna rispetti la seguente restrizione [NTC par. C7.5.2.1]:  $N_{ed,max} < 0,3N_{pl,Rd}$

$$N_{ed,max} = 42330 \text{ daN} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$N_{pl,Rd,HEB 650} = 749833 \text{ daN}$$

$$0,3N_{pl,Rd} = 224950 \text{ daN}$$

$$N_{ed,max} < 0,3N_{pl,Rd}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.7.1 | Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Per elementi con sezioni soggette a taglio e prive di irrigidimenti (per evitare di condurre verifiche più approfondite secondo le NTC par 4.2.4.1.3.4) deve verificare la relazione [4.2.28] che impone:

$$\frac{h_w}{t} \sqrt{\frac{72}{\eta} \frac{235}{f_{yk}}} < 1$$

$$h_w = 588 \text{ mm}$$

$$t = 16$$

$$\eta = 1$$

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,55 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.7.2 | Verifiche di Resistenza a Pressoflessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 185]:

$$N: -10580 \text{ daN}$$

$$M_2: 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: 1988000 \text{ daNcm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 286,3 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 749833 \text{ daN}$$

$$n = 0,01$$

Se  $n < 0,2$  la verifica di resistenza da applicare è la seguente:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{y,Ed} = 1988000 \text{ daNcm}$$

$$M_{z,Ed} = 0$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0,5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

Dove:

$$a = (A - 2 b t_f) / A \leq 0,5$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

$$a = 0,35 \leq 0,5$$

$$W_{pl,y} = 7320 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,y,Rd} = 19171400 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 22540919 \text{ daNcm} > M_{pl,y,Rd}$$

$$\text{quindi } M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,10 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.7.3 | Verifiche di Stabilità a Pressoflessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 17]:

$$N: -35970$$

$$M_2: 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: 1065000 \text{ daNcm}$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_x \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J_y = 210616 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 13984 \text{ cm}^4$$

$$L_y = 850 \times 2 = 1700 \text{ cm}$$

$$L_z = 425 \text{ cm}$$

$$N_{cr,y} = 1510357 \text{ daN}$$

$$N_{cr,z} = 401041 \text{ daN}$$

$$\lambda_y = 0,722$$

$$\lambda_z = 1,401$$

$$\alpha_y = 0,21 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\alpha_z = 0,34 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\phi_y = 0,815$$

$$\phi_z = 1,686$$

$$\chi_y = 0,837$$

$$\chi_z = 0,381$$

quindi  $\chi_{\min} = 0,381$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

$$M_{eq,Ed} = 0,6 \cdot M_a - 0,4 \cdot M_b \geq 0,4 \cdot M_a$$

$$0,75 \cdot M_{\max,Ed} \leq M_{eq,Ed} \leq M_{\max,Ed}$$

$$M_{y,a} = -1988000 \text{ daNcm}$$

$$M_{y,b} = \text{daNcm}$$

$$M_{yeq,Ed} = -1192800 \text{ daNcm}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,19 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.2.7.4 | Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ]

$$f_{\max} = 1,14 \text{ cm} \quad [\text{comb. 218}]$$

$$f_{\text{adm}} = 1450 \text{ cm} / 300 = 4,83 \text{ cm}$$

$$f_{\max} < f_{\text{adm}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.8 | Colonne Prospetto Piazza del Campo di Controvento

L'elemento colonna per il prospetto che si affaccia sul parco è stato ipotizzato con un profilo HEB 650.

Per strutture con comportamento a pendolo inverso, è necessario che l'elemento colonna rispetti la seguente restrizione [NTC par. C7.5.2.1]:  $N_{ed,max} < 0,3N_{pl,Rd}$

$$N_{ed,max} = 42330 \text{ daN} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$N_{pl,Rd,HEB 650} = 749833 \text{ daN}$$

$$0,3N_{pl,Rd} = 224950 \text{ daN}$$

$$N_{ed,max} < 0,3N_{pl,Rd}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.8.1 | Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Per elementi con sezioni soggette a taglio e prive di irrigidimenti (per evitare di condurre verifiche più approfondite secondo le NTC par 4.2.4.1.3.4) deve verificare la relazione [4.2.28] che impone:

$$\frac{h_w}{t} \frac{1}{\eta} \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} < 1$$

$$h_w = 588 \text{ mm}$$

$$t = 16$$

$$\eta = 1$$

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,55 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Caratteristiche di sollecitazione:

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{Rd} \cdot \Omega \cdot N_{Ed,E}$$

$$M_{2,Ed} = M_{2,Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{Rd} \cdot \Omega \cdot M_{2,Ed,E}$$

$$M_{3,Ed} = M_{3,Ed,G} + 1,1 \cdot \gamma_{Rd} \cdot \Omega \cdot M_{3,Ed,E}$$

$$N_{Ed,G}: \quad 12270 \text{ daN}$$

$$M_{2,Ed,G}: \quad 14480 \text{ daNcm}$$

$$M_{3,Ed,G}: \quad 122400 \text{ daNcm}$$

$$N_{Ed,E}: \quad 13630 \text{ daN}$$

$$M_{2,Ed,E}: \quad 30830 \text{ daNcm}$$

$$M_{3,Ed,E}: \quad 50500 \text{ daNcm}$$

$$\gamma_{Rd,s275} = 1,15$$

$$\Omega = \min \Omega_i$$

$$\Omega = 9,88$$

$$N_{Ed}: \quad 182620 \text{ daN}$$

$$M_{2,Ed}: \quad 399800 \text{ daNcm}$$

$$M_{3,Ed}: \quad 753559 \text{ daNcm}$$

### 6.2.8.2 | Verifiche di Resistenza a Pressoflessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 286,3 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 749833 \text{ daN}$$

$$n = 0,24$$

Se  $n < 0,2$  la verifica di resistenza da applicare è la seguente:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{y,Ed} = 753559 \text{ daNcm}$$

$$M_{z,Ed} = 399800 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0,5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

Dove:

$$a = (A - 2 b t_f) / A \leq 0,5$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

$$a = 0,35 \leq 0,5$$

$$W_{pl,y} = 7320 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,y,Rd} = 19171428 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 17660952 \text{ daNcm} < M_{pl,y,Rd}$$

$$W_{pl,z} = 1441 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,z,Rd} = 3774048 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,z,Rd} = 3476698 \text{ daNcm} < M_{pl,z,Rd}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,16 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.8.3 | Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{yeq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_x \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{zeq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J_y = 210616 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 13984 \text{ cm}^4$$

$$L_y = 1450 \times 2 = 2900 \text{ cm}$$

$$L_z = 550 \text{ cm}$$

$$N_{cr,y} = 519056 \text{ daN}$$

$$N_{cr,z} = 958131 \text{ daN}$$

$$\lambda_y = 1,232$$

$$\lambda_z = 0,907$$

$$\alpha_y = 0,21 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\alpha_z = 0,34 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\phi_y = 1,367$$

$$\phi_z = 1,031$$

$$\chi_y = 0,510$$

$$\chi_z = 0,657$$

$$\text{quindi } \chi_{\min} = 0,510$$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,77 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**



## 6.2.9 | Corrente Superiore

L'elemento corrente superiore è stato ipotizzato con un profilo HEB 650.

### 6.2.9.1 | Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Per elementi con sezioni soggette a taglio e prive di irrigidimenti (per evitare di condurre verifiche più approfondite secondo le NTC par 4.2.4.1.3.4) deve verificare la relazione [4.2.28] che impone:

$$\frac{h_w}{t} \frac{1}{\eta} \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} < 1$$

$$h_w = 588 \text{ mm}$$

$$t = 16$$

$$\eta = 1$$

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,55 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.9.2 | Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 77]:

$$N: -117900 \text{ daN}$$

$$M_2: 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: 4585000 \text{ daNcm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 286,3 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 749833 \text{ daN}$$

$$n = 0,16$$

Se  $n < 0,2$  la verifica di resistenza da applicare è la seguente:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{y,Ed} = 4585000 \text{ daNcm}$$

$$M_{z,Ed} = 0$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0,5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

Dove:

$$a = (A - 2 b t_f) / A \leq 0,5$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

$$a = 0,35 \leq 0,5$$

$$W_{pl,y} = 7320 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,y,Rd} = 19171400 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 19519971 \text{ daNcm} > M_{pl,y,Rd}$$

$$\text{quindi } M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,24 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.9.3 | Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 77]:

$$N: \quad -117900 \text{ daN}$$

$$M_2: \quad 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: \quad 4585000 \text{ daNcm}$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_x \cdot (1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}})} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot (1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}})} \leq 1$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J_y = 210616 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 13984 \text{ cm}^4$$

$$L_y = 330 \times 2 = 660 \text{ cm}$$

$$L_z = 330 \text{ cm}$$

$$N_{cr,y} = 10021265 \text{ daN}$$

$$N_{cr,z} = 2660715 \text{ daN}$$

$$\lambda_y = 0,280$$

$$\lambda_z = 0,544$$

$$\alpha_y = 0,21 \quad [ \text{da Tab. 4.2.VI} ]$$

$$\alpha_z = 0,34 \quad [ \text{da Tab. 4.2.VI} ]$$

$$\phi_y = 0,548$$

$$\phi_z = 0,706$$

$$\chi_y = 0,982$$

$$\chi_z = 0,864$$

quindi  $\chi_{\min} = 0,864$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

$$M_{eq,Ed} = 0,6 \cdot M_a - 0,4 \cdot M_b \geq 0,4 \cdot M_a$$

$$0,75 \cdot M_{\max,Ed} \leq M_{eq,Ed} \leq M_{\max,Ed}$$

$$M_{y,a} = 4585000 \text{ daNcm}$$

$$M_{y,b} = 0 \text{ daNcm}$$

$$M_{yeq,Ed} = 2751000 \text{ daNcm}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,56 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.2.9.4 | Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ]

$$f_{\max} = 10,34 \text{ cm} \quad [\text{comb. 125}]$$

$$f_{\text{adm}} = 3960 \text{ cm} / 200 = 19,8 \text{ cm}$$

$$f_{\max} < f_{\text{adm}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.10 | Corrente Inferiore

L'elemento corrente inferiore è stato ipotizzato con profilo tubolare di dimensioni CHS Ø150 t20.

### 6.2.10.1 | Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 37]:

N: 119400 daN

$$\frac{N_{ed}}{\min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd})} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$A = 81,68 \text{ cm}^2$$

$$A_{net} = A - t \times \varnothing_{bul} = 80,14 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{tk} = 4300 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{pl,Rd} = 213924 \text{ daN}$$

$$N_{u,Rd} = 248113 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,56 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.11 | Montanti

L'elemento montante è stato ipotizzato con un profilo tubolare cavo circolare di dimensioni CHS Ø101,6 t10.

### 6.2.11.1 | Verifiche di Resistenza a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 105]:

N: -9135 daN

$$\frac{N_{ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

A = 28,78 cmq

f<sub>yk</sub> = 2750 daN/cm<sup>2</sup>

γ<sub>m0</sub> = 1,05

N<sub>c,Rd</sub> = 75376 daN

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

0,13 < 1

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.11.2 | Verifiche di Stabilità a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.3.1 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 105]:

N: -9135 daN

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

A = 28,78 cm<sup>2</sup>

f<sub>yk</sub> = 2750 daN/cm<sup>2</sup>

χ<sub>min</sub> = min{χ<sub>y</sub>; χ<sub>z</sub>}

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J = 305,4 \text{ cm}^4$$

$$L = 180 \text{ cm}$$

$$N_{cr} = 195364 \text{ daN}$$

$$\lambda = 0,636$$

$$\alpha = 0,21 \quad [\text{ da Tab. 4.2.VI }]$$

$$\phi = 0,748$$

$$\chi = 0,876$$

$$\text{quindi } \chi_{\min} = 0,876$$

$$Y_{m1} = 1,05$$

$$N_{b,Rd} = 66029 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,23 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.12 | Arcareccio

L'elemento arcareccio di copertura è stato ipotizzato con un profilo IPE 270.

### 6.2.12.1 | Verifiche di Instabilità dell'Anima - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Per elementi con sezioni soggette a taglio e prive di irrigidimenti (per evitare di condurre verifiche più approfondite secondo le NTC par 4.2.4.1.3.4) deve verificare la relazione [4.2.28] che impone:

$$\frac{h_w}{t} \sqrt{\frac{72}{\eta} \frac{235}{f_{yk}}} < 1$$

$$h_w = 249,6 \text{ mm}$$

$$t = 6,6$$

$$\eta = 1$$

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,57 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.12.2 | Verifiche di Resistenza a PressoFlessione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 105]:

$$N: -5780 \text{ daN}$$

$$M_2: 207 \text{ daNcm}$$

$$M_3: 144600 \text{ daNcm}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 45,9 \text{ cmq}$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cmq}$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 120214 \text{ daN}$$

$$n = 0,05$$

Se  $n < 0,2$  la verifica di resistenza da applicare è la seguente:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \leq 1$$

$$M_{y,Ed} = 144600 \text{ daNcm}$$

$$M_{z,Ed} = 207 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0,5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

Dove:

$$a = (A - 2 b t_f) / A \leq 0,5$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{per le sezioni di classe 1 e 2;}$$

$$a = 0,40 \leq 0,5$$

$$W_{pl,y} = 484 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,y,Rd} = 1267600 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,y,Rd} = 1505275 \text{ daNcm} > M_{pl,y,Rd}$$

$$\text{quindi } M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd}$$

$$W_{pl,z} = 96,95 \text{ cm}^3$$

Per cui:

$$M_{pl,z,Rd} = 253900 \text{ daNcm}$$

$$M_{N,z,Rd} = 301506 \text{ daNcm} > M_{pl,z,Rd}$$

$$\text{quindi } M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,11 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.12.3 | Verifiche di Stabilità a PressoFlessione - [ NTC par. C4.2.4.1.3.3 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 37]:

$$N: \quad -5784 \text{ daN}$$

$$M_2: \quad 0 \text{ daNcm}$$

$$M_3: \quad 144600 \text{ daNcm}$$



$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{yeq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_x \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{zeq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J_y = 5789,8 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 419,87 \text{ cm}^4$$

$$L_y = 600 \text{ cm}$$

$$L_z = 600 \text{ cm}$$

$$N_{cr,y} = 333334 \text{ daN}$$

$$N_{cr,z} = 24173 \text{ daN}$$

$$\lambda_y = 0,615$$

$$\lambda_z = 2,285$$

$$\alpha_y = 0,21 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\alpha_z = 0,34 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\phi_y = 0,733$$

$$\phi_z = 3,465$$

$$\chi_y = 0,884$$

$$\chi_z = 0,165$$

quindi  $\chi_{\min} = 0,165$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

$$M_{eq,Ed} = 0,6 \cdot M_a - 0,4 \cdot M_b \geq 0,4 \cdot M_a$$

$$0,75 \cdot M_{\max,Ed} \leq M_{eq,Ed} \leq M_{\max,Ed}$$

$$M_{y,a} = -170200 \text{ daNcm}$$

$$M_{y,b} = 153400 \text{ daNcm}$$

$$M_{yeq,Ed} = -163480 \text{ daNcm}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,52 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.2.12.4 | Verifiche di Deformabilità - [ NTC par. 4.2.4.2.1 ]

$$f_{\max} = 1,16 \text{ cm} \quad [\text{comb. 125}]$$

$$f_{\text{adm}} = 600 \text{ cm} / 200 = 3,00 \text{ cm}$$

$$f_{\max} < f_{\text{adm}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.13 | Controventi di Copertura

La lunghezza libera di inflessione per i controventi di facciata è pari a 660cm, quindi per rispettare la limitazione  $1,3 \leq \lambda \leq 2$  [ NTC par. 7.5.5 ], sarà necessario un profilo tubolare di dimensioni CHS Ø114,3 t6,3.

#### CHS Ø114,3 t6,3

$$\lambda = l/\lambda_1$$

$$\lambda_1 (\text{Fe430}) = 86,8$$

$$\lambda = l_0/i$$

$$l_0 = 660 \text{ cm}$$

$$i = 3,82 \text{ cm}$$

$$\lambda = 172,77$$

$$\lambda = 1,98$$

$$1,3 \leq \lambda \leq 2$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.2.13.1 | Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 160]:

$$N: \quad 4677 \text{ daN}$$

$$\frac{N_{ed}}{\min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd})} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$A = 21,38 \text{ cm}^2$$

$$A_{net} = A - t \times \varnothing_{bul} = 20,88 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{tk} = 4300 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{pl,Rd} = 55995 \text{ daN}$$

$$N_{u,Rd} = 64645 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,09 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.14 | Corrente Crociere

L'elemento corrente delle crociere è stato ipotizzato con un profilo tubolare di dimensioni CHS Ø101,6 t10.

### 6.2.14.1 | Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 105]:

N: 7948 daN

$$\frac{N_{ed}}{\min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd})} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$A = 28,78 \text{ cmq}$$

$$A_{net} = A - t \times \varnothing_{bul} = 27,24 \text{ cmq}$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cmq}$$

$$f_{tk} = 4300 \text{ daN/cmq}$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{pl,Rd} = 75376 \text{ daN}$$

$$N_{u,Rd} = 84335 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,12 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.14.2 | Verifiche di Resistenza a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 62]:

N: -869 daN

$$\frac{N_{ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 28,78 \text{ cmq}$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 75376 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,07 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.14.3 | Verifiche di Stabilità a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.3.1 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 62]:

$$N: \quad -869 \text{ daN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$$A = 28,78 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J = 305,4 \text{ cm}^4$$

$$L = 600 \text{ cm}$$

$$N_{cr} = 17583 \text{ daN}$$

$$\lambda = 2,122$$

$$\alpha = 0,21 \quad [ \text{ da Tab. 4.2.VI } ]$$

$$\phi = 2,953$$

$$\chi = 0,199$$

quindi  $\chi_{\min} = 0,199$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

$$N_{b,Rd} = 14999 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,06 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.2.15 | Diagonale Crociere

L'elemento corrente delle crociere è stato ipotizzato con un profilo tubolare di dimensioni CHS Ø101,6 t10.

### 6.2.15.1 | Verifiche di Resistenza a Trazione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 105]:

N: 4758 daN

$$\frac{N_{ed}}{\min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd})} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$A = 28,78 \text{ cmq}$$

$$A_{net} = A - t \times \varnothing_{bul} = 27,24 \text{ cmq}$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cmq}$$

$$f_{tk} = 4300 \text{ daN/cmq}$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{pl,Rd} = 75376 \text{ daN}$$

$$N_{u,Rd} = 84335 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,08 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.15.2 | Verifiche di Resistenza a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 105]:

N: -6540 daN

$$\frac{N_{ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 28,78 \text{ cmq}$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 75376 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,11 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.2.15.3 | Verifiche di Stabilità a Compressione - [ NTC par. 4.2.4.1.3.1 ]

Caratteristiche di sollecitazione [comb 105]:

$$N: \quad -6540 \text{ daN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$$A = 28,78 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J = 305,4 \text{ cm}^4$$

$$L = 255 \text{ cm}$$

$$N_{cr} = 97344 \text{ daN}$$

$$\lambda = 0,902$$

$$\alpha = 0,21 \quad [\text{ da Tab. 4.2.VI }]$$

$$\phi = 0,980$$

$$\chi = 0,734$$

quindi  $\chi_{\min} = 0,734$



$$\gamma_{m1} = 1,05$$

$$N_{b,Rd} = 55326 \text{ daN}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,13 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## **6.3 | Verifiche dei Collegamenti**

I collegamenti che sono stati presi in esame sono i seguenti:

- 1.3.1 | Particolare 01
- 1.3.2 | Particolare 02
- 1.3.3 | Particolare 03
- 1.3.4 | Particolare 04
- 1.3.5 | Particolare 05
- 1.3.6 | Particolare 06
- 1.3.7 | Particolare 07
- 1.3.8 | Particolare 08
- 1.3.9 | Particolare 09
- 1.3.10 | Particolare 10
- 1.3.11 | Particolare 11
- 1.3.12 | Particolare 12
- 1.3.13 | Particolare 13
- 1.3.14 | Particolare 14
- 1.3.15 | Particolare 15
- 1.3.16 | Particolare 16
- 1.3.17 | Particolare 17
- 1.3.18 | Particolare 18
- 1.3.19 | Particolare 19
- 1.3.20 | Particolare 20
- 1.3.21 | Particolare 21
- 1.3.22 | Particolare 22
- 1.3.23 | Particolare 23
- 1.3.24 | Particolare 24
- 1.3.25 | Particolare 25
- 1.3.26 | Particolare 26
- 1.3.27 | Particolare 27
- 1.3.28 | Particolare 28
- 1.3.29 | Particolare 29
- 1.3.30 | Particolare 30

### 6.3.1 | Particolare 01

#### 6.3.1.1 | Bulloni Corrente Inferiore

##### Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 6$$

numero di superfici di taglio

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 99500 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.1.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

#### 6.3.1.3 | Piatti

##### Piatto - 11

##### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 6$$

numero di piatti

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 199000 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,61$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,66$$

$$\alpha = 0,61$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 2,76$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 248880 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$  [comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 1194000 \text{ N}$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 210 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 20 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 22 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 2$

numero di bulloni

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3320 \text{ mm}^2$

sezione reagente

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$N_{p,u,Rd} = 1219104 \text{ N}$

$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$  [comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 1194000 \text{ N}$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 3$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 48 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 210 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 960 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 4200 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 1211517 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 12**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$$

[comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$n_b = 6$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 99500 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{interni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,61$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,66$$

$$\alpha = 0,61$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,75$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 2,75$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 248880 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$$

[comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 597000 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 597000 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$



$n_{b,t} = 2$  *numero bulloni lungo superficie a trazione*  
 $n_{b,v} = 3$  *numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 48 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 210 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 960 \text{ mm}^2$  *area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 4200 \text{ mm}^2$  *area superficie a taglio*

**$V_{\text{eff},1,Rd} = 1211517 \text{ N}$**

**$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 23**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$**  [comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

$n_b = 6$

*numero di bulloni*

**$F_{v,Ed} = 199000 \text{ N}$**

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 40 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}e_2 &= 70 \text{ mm} \\ p_1 &= 60 \text{ mm} \\ p_2 &= 70 \text{ mm} \\ t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_{m2} &= 1,25 \\ f_{tk,S355} &= 510 \text{ N/mm}^2 \\ d &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,61$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,66$$

$$\alpha = 0,61$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 2,76$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 248880 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1194000 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 210 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

$n_b = 2$  *numero di bulloni*

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3320 \text{ mmq}$  *sezione reagente*

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$

$\gamma_{m2} = 1,25$

**$N_{p,u,Rd} = 1219104 \text{ N}$**

**$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

**$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$**  [comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

**$F_{v,Ed} = 1194000 \text{ N}$**

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{m2} = 1,25$

$\gamma_{m0} = 1,05$

$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mmq}$

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 40 \text{ mm}$

$e_2 = 70 \text{ mm}$

$p_1 = 60 \text{ mm}$

$p_2 = 70 \text{ mm}$

$t = 20 \text{ mm}$

$n_{b,t} = 2$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$n_{b,v} = 3$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 48 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 210 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 960 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 4200 \text{ mmq}$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1211517 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 24

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{\text{Ed}} = 423300 \text{ N} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$F_{v,\text{Ed}} = 423300 \text{ N}$$

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{1,5 \cdot f_{yk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M0}}$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mmq}$$

$$t = 80 \text{ mm}$$

$$d = 100 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$F_{v,\text{Rd}} = 4057143 \text{ N}$$

$$F_{b,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{\text{Ed}} = 423300 \text{ N} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,\text{Ed}} = 423300 \text{ N}$$

$$N_{c,\text{Rd}} = \frac{A_{\text{net}} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$l = 485 \text{ mm}$  *lunghezza della sezione reagente*  
 $t = 80 \text{ mm}$  *spessore piatto*  
 $d_0 = 102 \text{ mm}$  *diametro foro*  
 $n_b = 1$  *numero di bulloni*

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 30640 \text{ mm}^2$  *sezione reagente*  
 $f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$   
 $\gamma_{m2} = 1,05$

**$N_{c,Rd} = 14882286 \text{ N}$**

**$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica di stabilità del piatto

[ NTC par. 4.2.4.1.3.1 ]

**$N_{Ed} = 423300 \text{ N}$**  [comb. 25]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

**$N_{v,Ed} = 423300 \text{ N}$**

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A_{net} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$l = 485 \text{ mm}$  *lunghezza della sezione reagente*  
 $t = 80 \text{ mm}$  *spessore piatto*  
 $d_0 = 102 \text{ mm}$  *diametro foro*  
 $n_b = 1$  *numero di bulloni*

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 30640 \text{ mm}^2$  *sezione reagente*  
 $f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

$$J_y = 28,8321 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 18929,6570 \text{ cm}^4$$

$$L_y = 60 \text{ cm}$$

$$L_z = 60 \text{ cm}$$

$$N_{cr,y} = 165994 \text{ daN}$$

$$N_{cr,z} = 108983132 \text{ daN}$$

$$\lambda_y = 1,361$$

$$\lambda_z = 0,053$$

$$\alpha_y = 0,49 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\alpha_z = 0,49 \quad [\text{da Tab. 4.2.VI}]$$

$$\phi_y = 1,711$$

$$\phi_z = 0,465$$

$$\chi_y = 0,364$$

$$\chi_z = 1,079$$

quindi  $\chi_{\min} = 0,364$

$$\gamma_{m1} = 1,05$$

$$N_{b,Rd} = 1065757 \text{ N}$$

$$N_{b,Rd} > N_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 25

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 423300 \text{ N} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 1$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 211650 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{1,5 \cdot f_{yk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M0}}$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$t = 80 \text{ mm}$$

$$d = 100 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$F_{v,Rd} = 4057143 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 423300 \text{ N} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 211650 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$$l = 485 \text{ mm}$$

$$t = 80 \text{ mm}$$

$$d_0 = 102 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 30640 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 14882286 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica di stabilità del piatto

[ NTC par. 4.2.4.1.3.1 ]

$$N_{Ed} = 423300 \text{ N} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$N_{v,Ed} = 211650 \text{ N}$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A_{net} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$l = 485 \text{ mm}$

$t = 80 \text{ mm}$

$d_0 = 102 \text{ mm}$

$n_b = 1$

*lunghezza della sezione reagente*

*spessore piatto*

*diametro foro*

*numero di bulloni*

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 30640 \text{ mm}^2$$

*sezione reagente*

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$

$$\chi_{\min} = \min\{\chi_y; \chi_z\}$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}$$

$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$

$J_y = 28,8321 \text{ cm}^4$

$J_z = 18929,6570 \text{ cm}^4$

$L_y = 60 \text{ cm}$

$L_z = 60 \text{ cm}$

$N_{cr,y} = 165994 \text{ daN}$

$N_{cr,z} = 108983132 \text{ daN}$

$\lambda_y = 1,361$

$\lambda_z = 0,053$

$\alpha_y = 0,49$  [ da Tab. 4.2.VI ]

$\alpha_z = 0,49$  [ da Tab. 4.2.VI ]

$\phi_y = 1,711$

$\phi_z = 0,465$

$\chi_y = 0,364$

$\chi_z = 1,079$

quindi  $\chi_{\min} = 0,364$

$\gamma_{M1} = 1,05$

**$N_{b,Rd} = 1065757 \text{ N}$**



$$N_{b,Rd} > N_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 26 (perno)**

#### **Resistenza a taglio del perno**

[ NTC par. 4.2.8.1.2]

$$N_{Ed} = 423300 \text{ N} \quad [\text{comb. 25}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di perni

$$F_{v,Ed} = 423300 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot A \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 100} = 7854 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{v,Rd} = 1922659 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### **Resistenza a flessione del perno**

[ NTC par. 4.2.8.1.2]

$$M_{Ed} = \frac{F_{v,Ed} \cdot l}{8}$$

$$l = 160 \text{ mm}$$

$$F_{v,Ed} = 423300 \text{ N}$$

lunghezza perno

$$M_{Ed} = 8466000 \text{ N}$$

$$M_{Rd} = \frac{1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$W_{el,\emptyset 60} = 98175 \text{ mm}^4$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$M_{Rd} = 49788750 \text{ N}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a flessione e taglio del perno

[ EC3 parte 1-8 par. 3.13.2]

$$\left( \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right)^2 + \left( \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

**$N_{Ed} = 423300 \text{ N}$**  [comb. 25]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di perni

**$F_{v,Ed} = 423300 \text{ N}$**

$$M_{Ed} = \frac{F_{v,Ed} \cdot l}{8}$$

$l = 160 \text{ mm}$

lunghezza perno

**$M_{Ed} = 8466000 \text{ N}$**

$$M_{Rd} = \frac{1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$

$W_{el,\emptyset 60} = 98175 \text{ mm}^3$

$\gamma_{M2} = 1,05$

**$M_{Rd} = 49788750 \text{ N}$**

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot A \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$

$A_{\emptyset 100} = 7854 \text{ mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,25$

**$F_{v,Rd} = 1922659 \text{ N}$**

**$0,39 < 1$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.3.2 | Particolare 02

### 6.3.2.1 | Bulloni Corrente Inferiore

#### Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 6$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 99500 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.2.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.2.3 | Piatti

#### Piatto - 11

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 6$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 199000 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,61$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,66$$

$$\alpha = 0,61$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 2,76$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 248880 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$  [comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 1194000 \text{ N}$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 210 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 20 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 22 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 2$

numero di bulloni

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3320 \text{ mm}^2$

sezione reagente

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$N_{p,u,Rd} = 1219104 \text{ N}$

$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$  [comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 1194000 \text{ N}$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 3$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 48 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 210 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 960 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 4200 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 1211517 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 12**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$$

[comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$n_b = 6$$

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 99500 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{interni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,61$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,66$$

$$\alpha = 0,61$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,75$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 2,75$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 248880 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N}$$

[comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 597000 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

*lunghezza della sezione reagente*

*spessore piatto*

*diametro foro*

*numero di bulloni*

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

*sezione reagente*

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 1194000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 597000 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$



$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 3$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 48 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 210 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 960 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 4200 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1211517 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.3 | Particolare 03

#### 6.3.3.1 | Bulloni Corrente Inferiore

##### Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1186000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 6$$

*numero di superfici di taglio*  
*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98834 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.3.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

#### 6.3.3.3 | Piatti

##### Piatto - 11

##### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1186000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 6$$

*numero di piatti*  
*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 197667 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,61$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,66$$

$$\alpha = 0,61$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 2,76$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 248880 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{Ed} = 1186000 \text{ N}$**  [comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

**$F_{v,Ed} = 1186000 \text{ N}$**

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 210 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 20 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 22 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 2$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3320 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,25$

**$N_{p,u,Rd} = 1219104 \text{ N}$**

**$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

**$N_{Ed} = 1186000 \text{ N}$**  [comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

**$F_{v,Ed} = 1186000 \text{ N}$**

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 3$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 48 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 210 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 960 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 4200 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 1211517 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 12**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1186000 \text{ N}$$

[comb. 37]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$n_b = 6$$

*numero di bulloni*

$$F_{b,Rd} = 98834 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ ermi} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico}$$

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,61$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,66$$

$$\alpha = 0,61$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,75$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 2,75$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 248880 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 1186000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 593000 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 1186000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 593000 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 35 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 70 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 3$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 48 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 210 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 960 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 4200 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1211517 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**



## 6.3.4 | Particolare 04

### 6.3.4.1 | Manicotto

L'elemento manicotto è stato ipotizzato con profilo tubolare di dimensioni CHS Ø170 t10.

$$N_{Ed} = 1181000 \text{ N} \quad [\text{comb. 37}]$$

$$\frac{N_{ed}}{\min(N_{pl,Rd}; N_{u,Rd})} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$A = 50,26 \text{ cmq}$$

$$A_{net} = A - t \times \varnothing_{bul} = 50,26 \text{ cmq}$$

$$f_{yk} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{tk} = 4300 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{pl,Rd} = 131633 \text{ daN} = 1316330 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = 131633 \text{ daN} = 1316330 \text{ N}$$

Il valore di confronto per la verifica sarà perciò:

$$0,89 < 1$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.5 | Particolare 05

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$M_{Ed} = 458500000 \text{ Nmm}$$

$$V_{Ed} = 62300 \text{ N}$$

#### 6.3.5.1 | Bulloni Piattabanda

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{Ed} = 458500000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_s \cdot n_{b,piatt}}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,piatt} = 8$$

*braccio della forza*

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni piattabanda*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 44086 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 1028136 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,piatt} = 8$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni piattabanda*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 64258 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 108344 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.5.2 | Bulloni Pannello Anima

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$V_{Ed} = 62300 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,V,anima} = \frac{V_{Ed}}{n_s \cdot n_{b,anima}}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,anima} = 8$$

*numero di superfici di taglio  
numero di bulloni anima*

$$F_{v,Ed,M,anima} = 3894 \text{ N}$$

$$N_{Ed,anima} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,anima}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,anima} = 27106 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,anima} = 151864 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,anima} = 8$$

*numero di superfici di taglio  
numero di bulloni anima*

$$F_{v,Ed,N,anima} = 9492 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,anima} = F_{v,Ed,M,anima} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,anima} = 13386 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.5.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.5.4 | Piatti

#### Piatto - 27

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$V_{Ed} = 62300 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,V,anima} = \frac{V_{Ed}}{n_s \cdot n_{b,anima}}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,anima} = 8$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni anima*

$$F_{v,Ed,M,anima} = 3894 \text{ N}$$

$$N_{Ed,anima} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,anima}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,anima} = 27106 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,anima} = 151864 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,anima} = 8$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni anima*

$$F_{v,Ed,N,anima} = 9492 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,anima} = F_{v,Ed,M,anima} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{V,Ed,anima} = 13386 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1,14$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 2,02$$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 344000 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed,anima} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,anima}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,anima} = 27106 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,anima} = 151864 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed,anima}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 75932 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 400 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 6240 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1931904 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{Ed,anima} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,anima}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,anima} = 27106 \text{ cm}^4$$

$$J_{\text{HEB } 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{\text{Ed,anima}} = 151864 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{\text{Ed,anima}}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 75932 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 4$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 234 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 384 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 4680 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 7680 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 2771219 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 28**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{Ed} = 458500000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_s \cdot n_{b,piatt}}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,piatt} = 8$$

*braccio della forza  
numero di superfici di taglio  
numero di bulloni piattabanda*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 44086 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 1028136 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,piatt} = 8$$

*numero di superfici di taglio  
numero di bulloni piattabanda*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 64258 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 108344 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*



$$k_{\text{interni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 58 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 185 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1,14$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 2,02$$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,68$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 10,07$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 344000 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{Ed} = 458500000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_p}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

$$n_p = 2$$

*braccio della forza  
numero di piatti*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 352692 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 1028136 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$N_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 514068 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 866760 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 300 \text{ mm}$$

*lunghezza della sezione reagente*

$$t = 20 \text{ mm}$$

*spessore piatto*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

*diametro foro*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 5120 \text{ mmq}$$

*sezione reagente*

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1585152 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$M_{Ed} = 458500000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_p}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

*braccio della forza*

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 352692 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 1028136 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$N_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 514068 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 866760 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 58 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 185 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 163 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 384 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a taglio}$$

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 3260 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 7680 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 2282739 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 29

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{\text{Ed}} = 458500000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,\text{Ed},M,\text{piatt}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b \cdot n_s \cdot n_{b,\text{piatt}}}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

braccio della forza

$$n_s = 2$$

numero di superfici di taglio

$$n_{b,\text{piatt}} = 8$$

numero di bulloni piattabanda

$$F_{v,\text{Ed},M,\text{piatt}} = 44086 \text{ N}$$

$$N_{\text{Ed},\text{piatt}} = \frac{N_{\text{Ed}} \cdot J_{\text{HEB650},\text{piatt}}}{J_{\text{HEB650}}}$$

$$N_{\text{Ed}} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{\text{HEB 650},\text{piatt}} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{\text{HEB 650}} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{\text{Ed},\text{piatt}} = 1028136 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed},N} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

numero di superfici di taglio

$$n_{b,\text{piatt}} = 8$$

numero di bulloni piattabanda

$$F_{v,\text{Ed},N,\text{piatt}} = 64258 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed},\text{piatt}} = F_{v,\text{Ed},M,\text{piatt}} + F_{v,\text{Ed},N}$$

$$F_{v,\text{Ed},\text{piatt}} = 108344 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 58 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1,14$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 2,02$$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,68$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 344000 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$M_{Ed} = 458500000 \text{ Nmm}$**

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_p}$$

$b = 650 \text{ mm}$

$n_p = 4$

*braccio della forza  
numero di piatti*

**$F_{v,Ed,M,piatt} = 176346 \text{ N}$**

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

**$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$**

$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$

$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$

**$N_{Ed,piatt} = 1028136 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 4$

*numero di piatti*

**$F_{v,Ed,N,piatt} = 257034 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

**$F_{v,Ed,piatt} = 433380 \text{ N}$**

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 115 \text{ mm}$

$t = 20 \text{ mm}$

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$n_b = 1$

*lunghezza della sezione reagente*

*spessore piatto*

*diametro foro*

*numero di bulloni*

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1860 \text{ mmq}$

*sezione reagente*

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$

$\gamma_{m2} = 1,25$

$$N_{p,u,Rd} = 575856 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$M_{Ed} = 458500000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_p}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

$$n_p = 4$$

*braccio della forza  
numero di piatti*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 176346 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 1180000 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 1028136 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$N_p = 4$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 257034 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 433380 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}d_0 &= 22 \text{ mm} \\e_1 &= 75 \text{ mm} \\e_2 &= 58 \text{ mm} \\p_1 &= 150 \text{ mm} \\p_2 &= 0 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n_{b,t} &= 0 && \text{numero bulloni lungo superficie a trazione} \\n_{b,v} &= 2 && \text{numero bulloni lungo superficie a taglio}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}l_{nt} &= p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm} && \text{lunghezza superficie a trazione} \\l_{nv} &= [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 384 \text{ mm} && \text{lunghezza superficie a taglio}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{nt} &= l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq} && \text{area superficie a trazione} \\A_{nv} &= l_{nv} \cdot t = 7680 \text{ mmq} && \text{area superficie a taglio}\end{aligned}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1161299 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**



## **6.3.6 | Particolare 06**

### **6.3.6.1 | Saldature**

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.7 | Particolare 07

#### 6.3.7.1 | Bulloni Diagonale Crociera

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 65390 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 16348 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 14} = 154 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 73920 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.7.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

#### 6.3.7.3 | Piatti

##### Piatto - 13

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 19870 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,77$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$**  [comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 2$

numero di piatti

**$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$**

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 80 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 10 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 15 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 1$

numero di bulloni

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 650 \text{ mm}^2$

sezione reagente

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,25$

**$N_{p,u,Rd} = 201240 \text{ N}$**

**$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

**$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$**  [comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 2$

numero di piatti

**$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$**

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 14**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$F_{b,Rd} = 39740 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int.ermi}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico}$$

$$k_{interni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 9,5$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 120 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1050 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 325080 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 18

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di interni in direzione ortogonale al carico

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}e_2 &= 85 \text{ mm} \\ p_1 &= 60 \text{ mm} \\ p_2 &= 0 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_{m2} &= 1,25 \\ f_{tk,S275} &= 430 \text{ N/mm}^2 \\ d &= 14 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 14,17$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 120 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

$n_b = 1$  *numero di bulloni*

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1050 \text{ mmq}$  *sezione reagente*

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$

$\gamma_{m2} = 1,25$

**$N_{p,u,Rd} = 325080 \text{ N}$**

**$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

**$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$**  [comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

**$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$**

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{m2} = 1,25$

$\gamma_{m0} = 1,05$

$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$

$d_0 = 15 \text{ mm}$

$e_1 = 30 \text{ mm}$

$e_2 = 85 \text{ mm}$

$p_1 = 60 \text{ mm}$

$p_2 = 0 \text{ mm}$

$t = 10 \text{ mm}$

$n_{b,t} = 0$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$n_{b,v} = 2$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.8 | Particolare 08

$$N_{Ed} = 70390 \text{ N}$$

$$M_{Ed} = 25220000 \text{ Nmm}$$

#### 6.3.8.1 | Bulloni Piattabanda

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 70390 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 1$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 35195 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 14} = 154 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 73920 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{Ed} = 25220000 \text{ Nmm}$$

$$N_{t,Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_b}$$

$$b = 80 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

braccio della forza  
numero di bulloni

$$N_{t,Ed} = 157625 \text{ N}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{res,\varnothing 20} = 0,75 A_{\varnothing 20} = 235 \text{ mmq}$$

$$F_{t,Rd} = 169200 \text{ N}$$

$$F_{t,Rd} > N_{t,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a rifollamento della piattabanda

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 70390 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 1$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{V,Ed} = 35195 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 65 \text{ mm}$$

$$e_2 = 27 \text{ mm}$$

$$p_1 = 0 \text{ mm}$$

$$p_2 = 81 \text{ mm}$$

$$t = 10,2 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,98$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0$$

$$\alpha = 0,98$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 1,74$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,45$$

$$k = 1,74$$

$$F_{b,Rd} = 119664 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 70390 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 70390 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 135 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 10,2 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 928,2 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 287371 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{Ed} = 70390 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 70390 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 65 \text{ mm}$$

$$e_2 = 27 \text{ mm}$$

$$p_1 = 0 \text{ mm}$$

$$p_2 = 81 \text{ mm}$$

$$t = 10,2 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 1$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 59 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 108 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 602 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1102 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 378623 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a punzonamento della piattabanda

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{Ed} = 25220000 \text{ Nmm}$$

$$N_{t,Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_b}$$

$$b = 80 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

*braccio della forza  
numero di bulloni*

$$N_{t,Ed} = 157625 \text{ N}$$

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{kb}}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$d_m = 25,4 \text{ mm}$$

$$t_p = 10,2 \text{ mm}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

*diametro minimo dado/testa  
spessore del piatto*

$$B_{p,Rd} = 167994 \text{ N}$$

$$B_{p,Rd} > N_{t,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**



### 6.3.9 | Particolare 09

#### 6.3.9.1 | Bulloni Corrente Crociera

##### Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 19870 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 14} = 154 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 73920 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.9.2 | Bulloni Diagonale Crociera

##### Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 65390 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 16348 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 14} = 154 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 73920 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.9.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.9.4 | Piatti

#### Piatto - 13

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 2$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 19870 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$
$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$
$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,77$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 80 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 10 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 650 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 201240 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 14**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 9,5$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 120 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 10 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1050 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 325080 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 15**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di interni in direzione ortogonale al carico

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 85 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 14,17$$



$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 204 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1890 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 585144 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 85 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.10 | Particolare 10

#### 6.3.10.1 | Bulloni Corrente Crociera

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**N<sub>Ed</sub> = 79480 N** [comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

**F<sub>v,Ed</sub> = 19870 N**

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 14} = 154 \text{ mm}^2$$

**F<sub>v,Rd</sub> = 73920 N**

**F<sub>v,Rd</sub> > F<sub>v,Ed</sub>**

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.10.2 | Bulloni Diagonale Crociera

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**N<sub>Ed</sub> = 65390 N** [comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

**F<sub>v,Ed</sub> = 16348 N**

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 14} = 154 \text{ mm}^2$$

**F<sub>v,Rd</sub> = 73920 N**

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.10.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.10.4 | Piatti

#### Piatto - 13

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 2$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 19870 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,77$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 650 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 201240 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 14**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 9,5$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 120 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 10 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1050 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 325080 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]



$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 16**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di interni in direzione ortogonale al carico

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 85 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 14,17$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 204 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1890 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 585144 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 85 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.11 | Particolare 11

#### 6.3.11.1 | Bulloni Corrente Crociera

##### Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 19870 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 14} = 154 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 73920 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.11.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

#### 6.3.11.3 | Piatti

##### Piatto - 13

##### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 19870 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,77$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$  [comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 2$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 80 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 10 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 15 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 1$

numero di bulloni

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 650 \text{ mm}^2$

sezione reagente

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$N_{p,u,Rd} = 201240 \text{ N}$

$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$  [comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 2$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 14**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 39740 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*



$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{interni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 9,5$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 120 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1050 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 325080 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$$

[comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 30 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$n_{b,t} = 0$  *numero bulloni lungo superficie a trazione*  
 $n_{b,v} = 2$  *numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$  *area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mmq}$  *area superficie a taglio*

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 204135 \text{ N}$**

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 17**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{\text{Ed}} = 79480 \text{ N}$**  [comb. 105]

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_p \cdot n_b}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

$n_b = 2$

*numero di bulloni*

**$F_{v,\text{Ed}} = 39740 \text{ N}$**

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$  *bulloni di bordo in direzione del carico*

$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$  *bulloni interni in direzione del carico*

$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$  *bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$  *bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$d_0 = 15 \text{ mm}$

$e_1 = 30 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}e_2 &= 85 \text{ mm} \\ p_1 &= 60 \text{ mm} \\ p_2 &= 0 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_{m2} &= 1,25 \\ f_{tk,S275} &= 430 \text{ N/mm}^2 \\ d &= 14 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,67$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,08$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 14,17$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 80668 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 79480 \text{ N} \quad [\text{comb. 105}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$\begin{aligned}l &= 204 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm} \\ d_0 &= 15 \text{ mm}\end{aligned}$$

lunghezza della sezione reagente  
spessore piatto  
diametro foro

$n_b = 1$  *numero di bulloni*

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1890 \text{ mmq}$  *sezione reagente*

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$

$\gamma_{m2} = 1,25$

**$N_{p,u,Rd} = 585144 \text{ N}$**

**$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

**$N_{Ed} = 79480 \text{ N}$**  [comb. 105]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

**$F_{v,Ed} = 79480 \text{ N}$**

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{m2} = 1,25$

$\gamma_{m0} = 1,05$

$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$

$d_0 = 15 \text{ mm}$

$e_1 = 30 \text{ mm}$

$e_2 = 85 \text{ mm}$

$p_1 = 60 \text{ mm}$

$p_2 = 0 \text{ mm}$

$t = 10 \text{ mm}$

$n_{b,t} = 0$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$n_{b,v} = 2$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 135 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1350 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 204135 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

## 6.3.12 | Particolare 12

### 6.3.12.1 | Bulloni Piattabanda

#### Resistenza a trazione dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$T_{T,Ed} = 80600 \text{ N}$$

sforzo di trazione nei bulloni

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{res,\varnothing 20} = 0,75 A_{\varnothing 20} = 235 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Rd} = 169200 \text{ N}$$

$$F_{t,Rd} > T_{R,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### Resistenza a punzonamento della piattabanda

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$T_{R,Ed} = 80600 \text{ N}$$

sforzo di trazione nei bulloni

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{kb}}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$d_m = 25,4 \text{ mm}$$

$$t_p = 10,2 \text{ mm}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

diametro minimo dado/testa  
spessore del piatto

$$B_{p,Rd} = 167994 \text{ N}$$

$$B_{p,Rd} > T_{R,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.12.2 | Tubo Distanziatore

$$T_{C,Ed} = 46240 \text{ N}$$

sforzo di compressione nel tubo distanziatore

#### Resistenza a compressione

[ NTC par. 4.2.4.1.2 ]

$$T_{C,Ed} = 46240 \text{ N}$$

sforzo di compressione nel tubo distanziatore

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A_{\varnothing 32,t=10\text{mm}} = 424 \text{ mm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 111078 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > T_{C,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**



### 6.3.13 | Particolare 13

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.13.1 | Bulloni Controvento

##### Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t6,3

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 26,40 \text{ cmq}$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 69143 \text{ daN} = 691430 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 109332 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.13.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.13.3 | Piatti

#### Piatto - 01

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 218665 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Piatto - 02

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 109332 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di interni in direzione ortogonale al carico

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 75 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 7,85$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 155040 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 247 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 10 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2030 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 745416 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 91 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 580 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1940 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 615327 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.14 | Particolare 14

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.14.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t6,3

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 26,40 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 69143 \text{ daN} = 691430 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 109332 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.14.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].



### 6.3.14.3 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

**$F_{v,Ed} = 218665 \text{ N}$**

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Piatto - 06

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*  
*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 109332 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 09**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 4$$

*numero di bulloni*

$$F_{V,Ed} = 218665 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 253 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 4180 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1534896 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$



$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.15 | Particolare 15

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.15.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t6,3

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 26,40 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 69143 \text{ daN} = 691430 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 109332 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.15.2 | Bulloni Traverso Colonna

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

$$F_{v,Ed} = 49330 \text{ N}$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.15.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.15.4 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 218665 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right] \quad \text{bulloni interni in direzione del carico}$$

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico}$$

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a trazione}$$

$$n_{b,v} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a taglio}$$

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a trazione}$$

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a taglio}$$

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mmq} \quad \text{area superficie a trazione}$$

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq} \quad \text{area superficie a taglio}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 06**

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,\text{Rd}} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{u,\text{Rd}}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$F_{v,\text{Ed}} = 109332 \text{ N}$$

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{\text{interni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk, S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione



$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 30

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 49330 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di interni in direzione ortogonale al carico

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1560 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 482976 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 31**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 218665 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,93$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}e_1 &= 50 \text{ mm} \\e_2 &= 239 \text{ mm} \\p_1 &= 80 \text{ mm} \\p_2 &= 0 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\gamma_{m2} &= 1,25 \\f_{tk,S275} &= 430 \text{ N/mm}^2 \\d &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 28,72$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$$l = 480 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente  
spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 9160 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 3751238 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 965952 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 985737 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$



$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 239 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 32**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 80 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 8,48$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$$l = 160 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2760 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 1130286 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 162900 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 162900 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 160 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2760 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 854496 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 80 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.16 | Particolare 16

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.16.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t6,3

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 26,40 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 69143 \text{ daN} = 691430 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 109332 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.16.2 | Bulloni Traverso Colonna

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

$$F_{v,Ed} = 49330 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio  
numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.16.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.16.4 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti  
numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 218665 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right] \quad \text{bulloni interni in direzione del carico}$$

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico}$$

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$



$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a trazione}$$

$$n_{b,v} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a taglio}$$

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a trazione}$$

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a taglio}$$

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mmq} \quad \text{area superficie a trazione}$$

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq} \quad \text{area superficie a taglio}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 06

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,\text{Rd}} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{u,\text{Rd}}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$F_{v,\text{Ed}} = 109332 \text{ N}$$

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{\text{interni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk, S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$n_{b,v} = 2$  *numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$  *area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$  *area superficie a taglio*

**$V_{\text{eff},1,Rd} = 1230653 \text{ N}$**

**$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{V,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 30**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$n_p = 2$

*numero di piatti*

$n_b = 2$

*numero di bulloni*

**$F_{V,Ed} = 49330 \text{ N}$**

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 50 \text{ mm}$

$e_2 = 50 \text{ mm}$

$p_1 = 80 \text{ mm}$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1560 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 482976 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 31**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 218665 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$



$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,93$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}e_1 &= 50 \text{ mm} \\e_2 &= 239 \text{ mm} \\p_1 &= 80 \text{ mm} \\p_2 &= 0 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\gamma_{m2} &= 1,25 \\f_{tk,S275} &= 430 \text{ N/mm}^2 \\d &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 28,72$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$$l = 480 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente  
spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 9160 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 3751238 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 965952 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 985737 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 239 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.17 | Particolare 17

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.17.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t6,3

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 26,40 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 69143 \text{ daN} = 691430 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 109332 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.17.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.17.3 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

**$F_{v,Ed} = 218665 \text{ N}$**

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**



Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Piatto - 06

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 109332 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di interni in direzione ortogonale al carico

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 437330 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 43**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 4$$

*numero di bulloni*

$$F_{V,Ed} = 218665 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 253 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 4180 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1534896 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 874659 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 874659 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.18 | Particolare 18

#### 6.3.18.1 | Bulloni Diagonale Controvento - [ NTC par. 7.5.3.3 ]

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N} \quad [\text{comb. 160}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 11690 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 14} = 154 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 73920 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.18.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

#### 6.3.18.3 | Piatti

##### Piatto - 19

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N} \quad [\text{comb. 160}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 23380 \text{ N}$$



$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 67 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,89$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,31$$

$$\alpha = 0,89$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 10,81$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 107156 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$N_{Ed} = 46760 \text{ N}$  [comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 46760 \text{ N}$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 134 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 10 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 15 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 1$

numero di bulloni

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1190 \text{ mm}^2$

sezione reagente

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$N_{p,u,Rd} = 368424 \text{ N}$

$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$N_{Ed} = 46760 \text{ N}$  [comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 46760 \text{ N}$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 67 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 175 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1750 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 264619 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 20**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N}$$

[comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 11690 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int.ermi}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico}$$
$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$
$$e_1 = 40 \text{ mm}$$
$$e_2 = 77 \text{ mm}$$
$$p_1 = 70 \text{ mm}$$
$$p_2 = 0 \text{ mm}$$
$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$
$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$
$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,89$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,31$$

$$\alpha = 0,89$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 12,67$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 107156 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N} \quad [\text{comb. 160}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 23380 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 154 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1390 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 430344 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N} \quad [\text{comb. 160}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 23380 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 77 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 175 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1750 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 264619 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.19 | Particolare 19

#### 6.3.19.1 | Bulloni Diagonale Controvento - [ NTC par. 7.5.3.3 ]

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**N<sub>Ed</sub> = 46760 N** [comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

n<sub>s</sub> = 2

*numero di superfici di taglio*

n<sub>b</sub> = 2

*numero di bulloni*

**F<sub>v,Ed</sub> = 11690 N**

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

γ<sub>M2</sub> = 1,25

f<sub>tb,10.9</sub> = 1000 N/mm<sup>2</sup>

A<sub>∅14</sub> = 154 mm<sup>2</sup>

**F<sub>v,Rd</sub> = 73920 N**

**F<sub>v,Rd</sub> > F<sub>v,Ed</sub>**

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.19.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

#### 6.3.19.3 | Piatti

Piatto - 10

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**N<sub>Ed</sub> = 46760 N** [comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

n<sub>p</sub> = 2

*numero di piatti*

n<sub>b</sub> = 2

*numero di bulloni*

**F<sub>v,Ed</sub> = 11690 N**

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,89$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,31$$

$$\alpha = 0,89$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,77$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 107156 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**



Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$N_{Ed} = 46760 \text{ N}$  [comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 2$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 23380 \text{ N}$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 80 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 10 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 15 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 1$

numero di bulloni

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 650 \text{ mm}^2$

sezione reagente

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$N_{p,u,Rd} = 201240 \text{ N}$

$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$N_{Ed} = 46760 \text{ N}$  [comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 2$

numero di piatti

$F_{v,Ed} = 23380 \text{ N}$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{M2} = 1,25$

$\gamma_{M0} = 1,05$

$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 40 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 175 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1750 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 264619 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 19**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N}$$

[comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 23380 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{interni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 67 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,89$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,31$$

$$\alpha = 0,89$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 10,81$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 107156 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N}$$

[comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 46760 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 134 \text{ mm}$$
$$t = 10 \text{ mm}$$
$$d_0 = 15 \text{ mm}$$
$$n_b = 1$$

*lunghezza della sezione reagente*  
*spessore piatto*  
*diametro foro*  
*numero di bulloni*

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1190 \text{ mm}^2$$
$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

*sezione reagente*

$$N_{p,u,Rd} = 368424 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N} \quad [\text{comb. 160}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 46760 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$
$$e_1 = 40 \text{ mm}$$
$$e_2 = 67 \text{ mm}$$
$$p_1 = 70 \text{ mm}$$
$$p_2 = 0 \text{ mm}$$
$$t = 10 \text{ mm}$$

$n_{b,t} = 0$  *numero bulloni lungo superficie a trazione*  
 $n_{b,v} = 2$  *numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 175 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$  *area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1750 \text{ mmq}$  *area superficie a taglio*

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 264619 \text{ N}$**

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 21**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{\text{Ed}} = 46760 \text{ N}$**  [comb. 160]

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_p \cdot n_b}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

$n_b = 2$

*numero di bulloni*

**$F_{v,\text{Ed}} = 23380 \text{ N}$**

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$d_0 = 15 \text{ mm}$

$e_1 = 40 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}e_2 &= 67 \text{ mm} \\ p_1 &= 70 \text{ mm} \\ p_2 &= 0 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_{m2} &= 1,25 \\ f_{tk,S275} &= 430 \text{ N/mm}^2 \\ d &= 14 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,89$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,31$$

$$\alpha = 0,89$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 10,81$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 107156 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N} \quad [\text{comb. 160}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 46760 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$\begin{aligned}l &= 134 \text{ mm} \\ t &= 10 \text{ mm} \\ d_0 &= 15 \text{ mm}\end{aligned}$$

lunghezza della sezione reagente  
spessore piatto  
diametro foro

$n_b = 1$  *numero di bulloni*

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1190 \text{ mmq}$  *sezione reagente*

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$

$\gamma_{m2} = 1,25$

**$N_{p,u,Rd} = 368424 \text{ N}$**

**$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

**$N_{Ed} = 46760 \text{ N}$**  [comb. 160]

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

**$F_{v,Ed} = 46760 \text{ N}$**

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{m2} = 1,25$

$\gamma_{m0} = 1,05$

$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$

$d_0 = 15 \text{ mm}$

$e_1 = 40 \text{ mm}$

$e_2 = 67 \text{ mm}$

$p_1 = 70 \text{ mm}$

$p_2 = 0 \text{ mm}$

$t = 10 \text{ mm}$

$n_{b,t} = 0$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$n_{b,v} = 2$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 175 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1750 \text{ mmq}$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 264619 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 22

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{\text{Ed}} = 46760 \text{ N}$$

[comb. 160]

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$F_{v,\text{Ed}} = 23380 \text{ N}$$

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 67 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d = 14 \text{ mm}$$



$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,89$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 1,31$$

$$\alpha = 0,89$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 10,81$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 107156 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N} \quad [\text{comb. 160}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 46760 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 134 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1190 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 368424 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 46760 \text{ N} \quad [\text{comb. 160}]$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 46760 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 15 \text{ mm}$$

$$e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$e_2 = 67 \text{ mm}$$

$$p_1 = 70 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 175 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1750 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 264619 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.20 | Particolare 20

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.20.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.20.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.20.3 | Piatti

#### Piatto - 01

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

**$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

**$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$**

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{m2} = 1,25$

$\gamma_{m0} = 1,05$

$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 50 \text{ mm}$

$e_2 = 60 \text{ mm}$

$p_1 = 80 \text{ mm}$

$p_2 = 80 \text{ mm}$

$t = 20 \text{ mm}$

$n_{b,t} = 2$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$n_{b,v} = 2$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$

*lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$

*lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$

*area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$

*area superficie a taglio*

**$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$**

**$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 06**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti



$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 07**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 253 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 4180 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1534896 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.21 | Particolare 21

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.21.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.21.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.21.3 | Piatti

#### Piatto - 01

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

**$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$n_p = 1$

*numero di piatti*

**$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$**

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$\gamma_{m2} = 1,25$

$\gamma_{m0} = 1,05$

$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$

$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 50 \text{ mm}$

$e_2 = 60 \text{ mm}$

$p_1 = 80 \text{ mm}$

$p_2 = 80 \text{ mm}$

$t = 20 \text{ mm}$

$n_{b,t} = 2$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$n_{b,v} = 2$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$

*lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$

*lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$

*area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$

*area superficie a taglio*

**$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$**

**$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 03**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]



$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di interni in direzione ortogonale al carico

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 62 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 6,19$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 155040 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 247 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2030 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 745416 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 62 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 580 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1940 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 615327 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.22 | Particolare 22

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.22.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.22.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.22.3 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

**$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$**

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Piatto - 04

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*  
*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 63 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$



$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 6,19$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 155040 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 247 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2030 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 745416 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 63 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 580 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1940 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 615327 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.23 | Particolare 23

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.23.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.23.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.23.3 | Piatti

#### Piatto - 01

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Piatto - 05

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 71 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 7,34$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 155040 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 247 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 10 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2030 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 745416 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti



$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 71 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 580 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 1940 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 615327 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.24 | Particolare 24

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.24.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.24.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.24.3 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

**$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$**

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Piatto - 06

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 30**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*



$$F_{V,Ed} = 49330 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{interni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{interni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1560 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 482976 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 41**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 4$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,93$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

numero di piatti

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{int\ ermi} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{int\ ermi} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di interni in direzione ortogonale al carico

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 257 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 28,32$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$$l = 504 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 9640 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{m2} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 3947809 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 242 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3960 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1226016 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 257 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*



$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 757372 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.25 | Particolare 25

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.25.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.25.2 | Bulloni Traverso Colonna

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

$$F_{v,Ed} = 49330 \text{ N}$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.25.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.25.4 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right] \quad \text{bulloni interni in direzione del carico}$$

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico}$$

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$Y_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a trazione}$$

$$n_{b,v} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a taglio}$$

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a trazione}$$

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a taglio}$$

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2 \quad \text{area superficie a trazione}$$

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2 \quad \text{area superficie a taglio}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 06**

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,\text{Rd}} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{u,\text{Rd}}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$F_{v,\text{Ed}} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{interni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione



$n_{b,v} = 2$  *numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$  *area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$  *area superficie a taglio*

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$**

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{\text{v,Ed}}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 30**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{\text{Ed}} = 197320 \text{ N}$**

$$F_{\text{v,Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_p \cdot n_b}$$

$n_p = 2$

*numero di piatti*

$n_b = 2$

*numero di bulloni*

**$F_{\text{v,Ed}} = 49330 \text{ N}$**

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 50 \text{ mm}$

$e_2 = 50 \text{ mm}$

$p_1 = 80 \text{ mm}$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1560 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 482976 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 41

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,93$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}e_1 &= 50 \text{ mm} \\e_2 &= 257 \text{ mm} \\p_1 &= 80 \text{ mm} \\p_2 &= 0 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\gamma_{m2} &= 1,25 \\f_{tk,S355} &= 510 \text{ N/mm}^2 \\d &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 28,32$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$$\begin{aligned}l &= 504 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

lunghezza della sezione reagente  
spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 9640 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 3947809 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 242 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3960 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1226016 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$



$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 257 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 757372 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 42**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 80 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 8,48$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

**$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$**

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$l = 160 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 20 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 22 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 1$

numero di bulloni

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2760 \text{ mm}^2$

sezione reagente

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,05$

**$N_{c,Rd} = 1130286 \text{ N}$**

**$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{Ed} = 162900 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

**$F_{v,Ed} = 162900 \text{ N}$**

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 160 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 20 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 22 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 1$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2760 \text{ mmq} \quad \text{sezione reagente}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 854496 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 80 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.26 | Particolare 26

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.26.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.26.2 | Bulloni Traverso Colonna

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

$$F_{v,Ed} = 49330 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio  
numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.26.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.26.4 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti  
numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right] \quad \text{bulloni interni in direzione del carico}$$

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico}$$

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$



$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a trazione}$$

$$n_{b,v} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a taglio}$$

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a trazione}$$

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a taglio}$$

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mmq} \quad \text{area superficie a trazione}$$

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq} \quad \text{area superficie a taglio}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 06**

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,\text{Rd}} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{u,\text{Rd}}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$F_{v,\text{Ed}} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{\text{interni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk, S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$n_{b,v} = 2$  *numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$  *area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$  *area superficie a taglio*

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$**

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 30**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{\text{Ed}} = 197320 \text{ N}$**

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_p \cdot n_b}$$

$n_p = 2$

*numero di piatti*

$n_b = 2$

*numero di bulloni*

**$F_{v,\text{Ed}} = 49330 \text{ N}$**

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 50 \text{ mm}$

$e_2 = 50 \text{ mm}$

$p_1 = 80 \text{ mm}$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1560 \text{ mmq} \quad \text{sezione reagente}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 482976 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 37**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$



$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,93$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}e_1 &= 50 \text{ mm} \\e_2 &= 225 \text{ mm} \\p_1 &= 80 \text{ mm} \\p_2 &= 0 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\gamma_{m2} &= 1,25 \\f_{tk,S355} &= 510 \text{ N/mm}^2 \\d &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 26,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$$\begin{aligned}l &= 480 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

lunghezza della sezione reagente  
spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 9160 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 3751238 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 225 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 757372 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.27 | Particolare 27

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.27.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.27.2 | Bulloni Traverso Colonna

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 2$$

$$F_{v,Ed} = 49330 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio  
numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.27.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.27.4 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti  
numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right] \quad \text{bulloni interni in direzione del carico}$$

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico}$$

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$



$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a trazione}$$

$$n_{b,v} = 2 \quad \text{numero bulloni lungo superficie a taglio}$$

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a trazione}$$

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a taglio}$$

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mmq} \quad \text{area superficie a trazione}$$

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq} \quad \text{area superficie a taglio}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 06**

#### Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,\text{Rd}} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{u,\text{Rd}}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$F_{v,\text{Ed}} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni di bordo in direzione del carico

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

bulloni interni in direzione del carico

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico

$$k_{\text{interni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk, S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$n_{b,v} = 2$  *numero bulloni lungo superficie a taglio*

$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a trazione*

$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$  *lunghezza superficie a taglio*

$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$  *area superficie a trazione*

$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$  *area superficie a taglio*

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$**

**$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

**Piatto - 30**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{\text{Ed}} = 197320 \text{ N}$**

$$F_{v,\text{Ed}} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_p \cdot n_b}$$

$n_p = 2$

*numero di piatti*

$n_b = 2$

*numero di bulloni*

**$F_{v,\text{Ed}} = 49330 \text{ N}$**

$$F_{b,\text{Rd}} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{\text{bordo}} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{\text{int erni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 50 \text{ mm}$

$e_2 = 50 \text{ mm}$

$p_1 = 80 \text{ mm}$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 1$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1560 \text{ mmq} \quad \text{sezione reagente}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 482976 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 37**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$



$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,93$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 2$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}e_1 &= 50 \text{ mm} \\e_2 &= 225 \text{ mm} \\p_1 &= 80 \text{ mm} \\p_2 &= 0 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\gamma_{m2} &= 1,25 \\f_{tk,S355} &= 510 \text{ N/mm}^2 \\d &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 26,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$$\begin{aligned}l &= 480 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

lunghezza della sezione reagente  
spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 1$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 9160 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,05$$

$$N_{c,Rd} = 3751238 \text{ N}$$

$$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 225 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 757372 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 38**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$F_{v,Ed} = 98660 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 80 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 2,33$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 8,48$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 261440 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a compressione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

**$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$**

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M0}}$$

$l = 160 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 20 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 22 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 1$

numero di bulloni

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2760 \text{ mm}^2$

sezione reagente

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M2} = 1,05$

**$N_{c,Rd} = 1130286 \text{ N}$**

**$N_{c,Rd} > F_{v,Ed}$**

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{Ed} = 162900 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 1$

numero di piatti

**$F_{v,Ed} = 162900 \text{ N}$**

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 160 \text{ mm}$

lunghezza della sezione reagente

$t = 20 \text{ mm}$

spessore piatto

$d_0 = 22 \text{ mm}$

diametro foro

$n_b = 1$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 2760 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 854496 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 197320 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mmq}$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 80 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 0$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq}$$

area superficie a trazione



$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mmq}$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 586697 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.28 | Particolare 28

Dal momento che si tratta di un collegamento in zona dissipativa, il collegamento dovrà essere sovraresistente rispetto agli elementi collegati. Perciò, come sollecitazioni saranno utilizzati valori plastici di resistenza delle membrature collegate.

#### 6.3.28.1 | Bulloni Controvento

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1; par. 7.5.3.3 ]

CHS Ø139,7 t8

*elemento collegato*

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$A = 33,10 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk,S275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$N_{pl,Rd} = 86690 \text{ daN} = 866900 \text{ N}$$

$$N_{u,Rd} = \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot N_{pl,Rd}$$

$$\gamma_{Rd,S275} = 1,15$$

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_b = 4$$

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni*

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\text{Ø}20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### 6.3.28.2 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.28.3 | Piatti

#### Piatto - 01

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

$$n_b = 4$$

*numero di piatti*

*numero di bulloni*

**$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$**

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 200 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 3120 \text{ mmq}$$

Sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1145664 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a trazione

$$n_{b,v} = 2$$

numero bulloni lungo superficie a taglio

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a trazione

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

lunghezza superficie a taglio

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Piatto - 06

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 2$$

$$n_b = 4$$

numero di piatti  
numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 137079 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 2,12$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,12$$

$$F_{b,Rd} = 262948 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 140 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$n_b = 2$$

lunghezza della sezione reagente

spessore piatto

diametro foro

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1920 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 705024 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 548315 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 30 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{eff,1,Rd} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 44**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p \cdot n_b}$$

$$n_p = 1$$

*numero di piatti*



$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$F_{v,Ed} = 274157 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,76$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 0,96$$

$$\alpha = 0,76$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,94$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 3,39$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 310080 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 253 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 2$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 4180 \text{ mmq}$$

sezione reagente

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1534896 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{u,Rd} = 1096629 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{u,Rd}}{n_p}$$

$$n_p = 1$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 1096629 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$\gamma_{m0} = 1,05$$

$$f_{yk,S355} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S355} = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 50 \text{ mm}$$

$$e_2 = 60 \text{ mm}$$

$$p_1 = 80 \text{ mm}$$

$$p_2 = 80 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 58 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 194 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 1160 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 3880 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1230653 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.29 | Particolare 29

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$M_{Ed} = 499800000 \text{ Nmm}$$

$$V_{Ed} = 59300 \text{ N}$$

#### 6.3.29.1 | Bulloni Piattabanda

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{Ed} = 499800000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_s \cdot n_{b,piatt}}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,piatt} = 8$$

*braccio della forza*

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni piattabanda*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 48058 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 361154 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,piatt} = 8$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni piattabanda*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 22572 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 70630 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.29.2 | Bulloni Pannello Anima

Resistenza a taglio dei bulloni

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$V_{Ed} = 59300 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,V,anima} = \frac{V_{Ed}}{n_s \cdot n_{b,anima}}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,anima} = 8$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni anima

$$F_{v,Ed,M,anima} = 3706 \text{ N}$$

$$N_{Ed,anima} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,anima}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,anima} = 27106 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,anima} = 53346 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,anima} = 8$$

numero di superfici di taglio  
numero di bulloni anima

$$F_{v,Ed,N,anima} = 3334 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,anima} = F_{v,Ed,M,anima} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,anima} = 7040 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{tb} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\varnothing 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = 150720 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.29.3 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.29.4 | Piatti

#### Piatto - 27

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$V_{Ed} = 59300 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,V,anima} = \frac{V_{Ed}}{n_s \cdot n_{b,anima}}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,anima} = 8$$

*numero di superfici di taglio  
numero di bulloni anima*

$$F_{v,Ed,M,anima} = 3706 \text{ N}$$

$$N_{Ed,anima} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,anima}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,anima} = 27106 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,anima} = 53346 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,anima} = 8$$

*numero di superfici di taglio  
numero di bulloni anima*

$$F_{v,Ed,N,anima} = 3334 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,anima} = F_{v,Ed,M,anima} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{V,Ed,anima} = 7040 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{interni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{interni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1,14$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 2,02$$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 4,66$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 344000 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$N_{Ed,anima} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,anima}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,anima} = 27106 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,anima} = 53346 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed,anima}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

numero di piatti

$$F_{v,Ed} = 26673 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 400 \text{ mm}$$

lunghezza della sezione reagente

$$t = 20 \text{ mm}$$

spessore piatto

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

diametro foro

$$n_b = 4$$

numero di bulloni

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 6240 \text{ mm}^2$$

sezione reagente

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1931904 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2 ]

$$N_{Ed,anima} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,anima}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,anima} = 27106 \text{ cm}^4$$



$$J_{\text{HEB } 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{\text{Ed,anima}} = 53346 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{\text{Ed,anima}}}{n_p}$$

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed} = 26673 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 50 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 100 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 4$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 234 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 384 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a taglio*

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 4680 \text{ mm}^2$$

*area superficie a trazione*

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 7680 \text{ mm}^2$$

*area superficie a taglio*

$$V_{\text{eff},1,Rd} = 2771219 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### **Piatto - 28**

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{Ed} = 499800000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_s \cdot n_{b,piatt}}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,piatt} = 8$$

*braccio della forza*

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni piattabanda*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 48058 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 361154 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

$$n_{b,piatt} = 8$$

*numero di superfici di taglio*

*numero di bulloni piattabanda*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 22572 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 70630 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{\text{interni}} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right] \quad \text{bulloni di interni in direzione ortogonale al carico}$$

$$\begin{aligned} d_0 &= 22 \text{ mm} \\ e_1 &= 75 \text{ mm} \\ e_2 &= 58 \text{ mm} \\ p_1 &= 150 \text{ mm} \\ p_2 &= 185 \text{ mm} \\ t &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \gamma_{m2} &= 1,25 \\ f_{tk,S275} &= 430 \text{ N/mm}^2 \\ d &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1,14$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 2,02$$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,68$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 10,07$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 344000 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{Ed} = 499800000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,\text{piatt}} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_p}$$

$$\begin{aligned} b &= 650 \text{ mm} \\ n_p &= 2 \end{aligned}$$

*braccio della forza  
numero di piatti*

$$F_{v,Ed,M,\text{piatt}} = 384461 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 361154 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$N_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 180577 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 565038 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$l = 300 \text{ mm}$$

*lunghezza della sezione reagente*

$$t = 20 \text{ mm}$$

*spessore piatto*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

*diametro foro*

$$n_b = 2$$

*numero di bulloni*

$$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 5120 \text{ mmq}$$

*sezione reagente*

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$N_{p,u,Rd} = 1585152 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$M_{Ed} = 499800000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_p}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

*braccio della forza*

$$n_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 384461 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 361154 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$N_p = 2$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 180577 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 565038 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 58 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 185 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$n_{b,t} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a trazione*

$$n_{b,v} = 2$$

*numero bulloni lungo superficie a taglio*

$$l_{nt} = p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 163 \text{ mm}$$

*lunghezza superficie a trazione*

$$l_{nv} = [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 384 \text{ mm} \quad \text{lunghezza superficie a taglio}$$

$$A_{nt} = l_{nt} \cdot t = 3260 \text{ mm}^2$$

area superficie a trazione

$$A_{nv} = l_{nv} \cdot t = 7680 \text{ mm}^2$$

area superficie a taglio

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 2282739 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Piatto - 29

Resistenza a rifollamento del piatto

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

$$M_{\text{Ed}} = 499800000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,\text{Ed},M,\text{piatt}} = \frac{M_{\text{Ed}}}{b \cdot n_s \cdot n_{b,\text{piatt}}}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

braccio della forza

$$n_s = 2$$

numero di superfici di taglio

$$n_{b,\text{piatt}} = 8$$

numero di bulloni piattabanda

$$F_{v,\text{Ed},M,\text{piatt}} = 48058 \text{ N}$$

$$N_{\text{Ed},\text{piatt}} = \frac{N_{\text{Ed}} \cdot J_{\text{HEB650},\text{piatt}}}{J_{\text{HEB650}}}$$

$$N_{\text{Ed}} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{\text{HEB 650},\text{piatt}} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{\text{HEB 650}} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{\text{Ed},\text{piatt}} = 361154 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed},N} = \frac{N_{\text{Ed}}}{n_s \cdot n_b}$$

$$n_s = 2$$

numero di superfici di taglio

$$n_{b,\text{piatt}} = 8$$

numero di bulloni piattabanda

$$F_{v,\text{Ed},N,\text{piatt}} = 22572 \text{ N}$$

$$F_{v,\text{Ed},\text{piatt}} = F_{v,\text{Ed},M,\text{piatt}} + F_{v,\text{Ed},N}$$

$$F_{v,\text{Ed},\text{piatt}} = 70630 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_{bordo} = \min \left[ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione del carico*

$$\alpha_{int\ erni} = \min \left[ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; \frac{f_{tb}}{f_t}; 1 \right]$$

*bulloni interni in direzione del carico*

$$k_{bordo} = \min \left[ \frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di bordo in direzione ortogonale al carico*

$$k_{int\ erni} = \min \left[ \frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right]$$

*bulloni di interni in direzione ortogonale al carico*

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$e_1 = 75 \text{ mm}$$

$$e_2 = 58 \text{ mm}$$

$$p_1 = 150 \text{ mm}$$

$$p_2 = 0 \text{ mm}$$

$$t = 20 \text{ mm}$$

$$\gamma_{m2} = 1,25$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{f_{tb}}{f_t} = 1,96$$

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1,14$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25 = 2,02$$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{2,8 \cdot e_2}{d_0} - 1,7 = 5,68$$

$$\frac{1,4 \cdot p_2}{d_0} - 1,7 = 0$$

$$k = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = 344000 \text{ N}$$

$$F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a trazione della sezione indebolita

[ NTC par. 4.2.8.1.1 ]

**$M_{Ed} = 499800000 \text{ Nmm}$**

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_p}$$

$b = 650 \text{ mm}$

$n_p = 4$

*braccio della forza  
numero di piatti*

**$F_{v,Ed,M,piatt} = 192230 \text{ N}$**

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

**$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$**

$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$

$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$

**$N_{Ed,piatt} = 361154 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$n_p = 4$

*numero di piatti*

**$F_{v,Ed,N,piatt} = 90289 \text{ N}$**

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

**$F_{v,Ed,piatt} = 282519 \text{ N}$**

$$N_{p,u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$l = 115 \text{ mm}$

$t = 20 \text{ mm}$

$d_0 = 22 \text{ mm}$

$n_b = 1$

*lunghezza della sezione reagente*

*spessore piatto*

*diametro foro*

*numero di bulloni*

$A_{net} = (l - d_0 \cdot n_b) \cdot t = 1860 \text{ mmq}$

*sezione reagente*

$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mmq}$

$\gamma_{m2} = 1,25$



$$N_{p,u,Rd} = 575856 \text{ N}$$

$$N_{p,u,Rd} > F_{v,Ed}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

Resistenza a comportamento a Block Tearing

[ EC3 parte 1-8 par. 3.10.2]

$$M_{Ed} = 499800000 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Ed,M,piatt} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot n_p}$$

$$b = 650 \text{ mm}$$

$$n_p = 4$$

*braccio della forza  
numero di piatti*

$$F_{v,Ed,M,piatt} = 192230 \text{ N}$$

$$N_{Ed,piatt} = \frac{N_{Ed} \cdot J_{HEB650,piatt}}{J_{HEB650}}$$

$$N_{Ed} = 414500 \text{ N}$$

$$J_{HEB 650,piatt} = 183510 \text{ cm}^4$$

$$J_{HEB 650} = 210616 \text{ cm}^4$$

$$N_{Ed,piatt} = 361154 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,N} = \frac{N_{Ed}}{n_p}$$

$$N_p = 4$$

*numero di piatti*

$$F_{v,Ed,N,piatt} = 90289 \text{ N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = F_{v,Ed,M,piatt} + F_{v,Ed,N}$$

$$F_{v,Ed,piatt} = 282519 \text{ N}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_{tk} \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{(1/\sqrt{3}) \cdot f_{yk} \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tk,S275} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}d_0 &= 22 \text{ mm} \\e_1 &= 75 \text{ mm} \\e_2 &= 58 \text{ mm} \\p_1 &= 150 \text{ mm} \\p_2 &= 0 \text{ mm} \\t &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n_{b,t} &= 0 && \text{numero bulloni lungo superficie a trazione} \\n_{b,v} &= 2 && \text{numero bulloni lungo superficie a taglio}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}l_{nt} &= p_2 \cdot (n_{b,t} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,t} - 1) = 0 \text{ mm} && \text{lunghezza superficie a trazione} \\l_{nv} &= [e_1 + p_1 \cdot (n_{b,v} - 1) - d_0 \cdot (n_{b,v} - 0,5)] \cdot 2 = 384 \text{ mm} && \text{lunghezza superficie a taglio}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{nt} &= l_{nt} \cdot t = 0 \text{ mmq} && \text{area superficie a trazione} \\A_{nv} &= l_{nv} \cdot t = 7680 \text{ mmq} && \text{area superficie a taglio}\end{aligned}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = 1161299 \text{ N}$$

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} > F_{v,\text{Ed}}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.30 | Particolare 30

È stata scelta una tipologia di palo in calcestruzzo armato. Il foro nel terreno avrà un diametro pari a 250mm e una profondità di 8m, all'interno del quale sarà calato un tubolare di acciaio s275 di diametro esterno 168,3mm e spessore 8mm. Alla camicia di acciaio verrà saldato un piatto verticale in testa al quale verranno a sua volta saldati una coppia di UPN che collegheranno, l'uno all'altro, i pali allineati. Su questo piano che si verrà a formare, verranno stesi due profili HEB che collegheranno i piedi delle colonne. I suddetti profili HEB, saranno vincolati alle sottostanti coppie di UPN trasversali mediante un meccanismo formato da UPN, accoppiati e saldati di schiena, e barre filettate passanti d'acciaio. Il tratto di colonna, che sarà poi collegato alla colonna vera e propria sovrastante, verrà posizionato in modo che le piattabande siano sulla verticale delle anime dei due profili HEB sottostanti e saranno fra loro vincolati mediante saldatura.

$$N_{Ed} = 414,500 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,x} = 499,800 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,y} = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,x} = 2,63 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,y} = 61,39 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = \sqrt{V_{ed,x}^2 + V_{ed,y}^2} = 61,446 \text{ kN}$$

$$n_{pali} = 9$$

$$b_{palo \text{ est,comp}} = 0,85 \text{ m}$$

(n=3)

*braccio del palo esterno in compressione*

$$b_{palo \text{ est,traz}} = -0,85 \text{ m}$$

*braccio del palo esterno in trazione (n=3)*

$$b_{palo \text{ centrale}} = 0 \text{ m}$$

*braccio del palo centrale (n=3)*

$$V_{ed,palo} = \frac{V_{ed}}{n}$$

*carico orizzontale sollecitante nel palo*

$$N_{ed,palo} = \frac{N_{ed}}{n} + \frac{M_{ed} \cdot b}{\sum b^2}$$

*carico verticale sollecitante nel palo*

$$M_{ed,palo} = \frac{V_{ed}^2 + 27c_u d^2 V_{ed}}{36c_u d}$$

*momento flettente sollecitante nel palo*

$$V_{ed,palo} = 6,827 \text{ kN}$$

*carico orizzontale nel palo*

$$N_{ed,palo,comp} = 144,056 \text{ kN}$$

*carico verticale nel palo in compressione*

$$N_{ed,palo,traz} = 51,994 \text{ kN}$$

*carico verticale nel palo in trazione*

$$M_{ed,palo} = 1,313 \text{ kNm}$$

*momento flettente sollecitante nel palo*

### 6.3.30.1 | Pali

$$V_{Rd,palo} = \frac{A_a \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} \quad \text{resistenza a taglio della sola sezione in acciaio}$$

$$N_{Rd,palo,traz} = \frac{A_a \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{resistenza a trazione della sola sezione in acciaio}$$

$$N_{Rd,palo,comp} = \frac{A_a \cdot f_{yk}}{\gamma_a} + \frac{A_c \cdot 0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_c} \quad \text{resistenza a compressione della sezione mista}$$

$$d_{est,acciaio} = 168,3 \text{ mm}$$

diametro esterno camicia acciaio

$$t = 8 \text{ mm}$$

spessore camicia acciaio

$$A_a = 4028,778 \text{ mm}^2$$

area sezione camicia acciaio

$$f_{yk,S275} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_a = 1,05$$

$$d_{calcestruzzo} = 152,3 \text{ mm}$$

diametro calcestruzzo confinato

$$A_c = 20181,662 \text{ mm}^2$$

area sezione calcestruzzo

$$f_{ck,c35/45} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,palo} = 609,185 \text{ kN}$$

resistenza a taglio della sola sezione in acciaio

$$N_{Rd,palo,traz} = 1055,156 \text{ kN}$$

resistenza a trazione della sola sezione in acciaio

$$N_{Rd,palo,comp} = 1416,471 \text{ kN}$$

resistenza a compressione della sezione mista

$$V_{Rd,palo} > V_{ed,palo}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

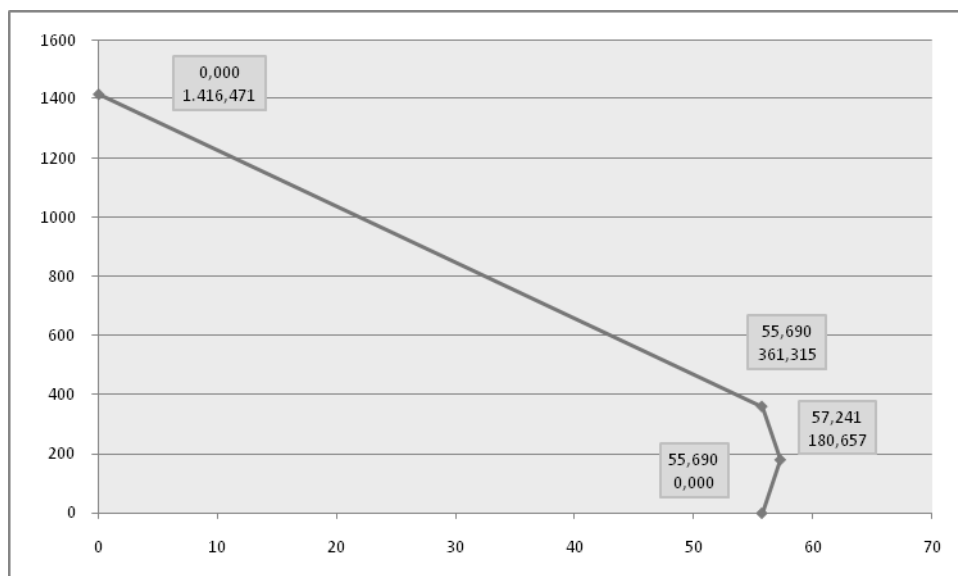
$$N_{Rd,palo,traz} > N_{ed,palo,traz}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$N_{Rd,palo,comp} > N_{ed,palo,comp}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

*Dominio di interazione N-M per sezioni miste*



Punto A

$$N_{Rd,palo} = 1445,426 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,palo} = 0 \text{ kNm}$$

Punto B

$$N_{Rd,palo} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,palo} = 55,690 \text{ kNm}$$

Punto C

$$N_{Rd,palo} = 361,315 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,palo} = 55,690 \text{ kNm}$$

Punto D

$$N_{Rd,palo} = 180,657 \text{ kN}$$

$$M_{Rd,palo} = 57,241 \text{ kNm}$$

Con un valore di sforzo normale pari a  $N_{ed,palo} = 291,438 \text{ kN}$ , per interpolazione si ricava un valore di momento resistente ridotto pari a  $M_{Rd,palo} = 56,924 \text{ kNm}$ .

$$M_{Rd,palo} > M_{ed,palo}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.30.2 | Terreno

$L = 8 \text{ m}$	<i>lunghezza pali</i>
$d = 0,25 \text{ m}$	<i>diametro pali</i>
$L/d = 32$	<i>rapporto lunghezza/diametro</i>
$\varphi = 25^\circ$	<i>angolo rottura terreno</i>
$c_u = 160 \text{ kN/m}^2$	<i>coesione non drenata</i>
$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	<i>peso specifico terreno</i>
$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$	<i>peso specifico terreno drenato</i>
$N_q = 7$	<i>fattore di capacità portante</i>
$N_c = 9$	<i>fattore di capacità portante</i>

$\sigma_{vL} = 160 \text{ kN/m}^2$	<i>tensione litostatica verticale</i>
$\sigma'_{vL} = 80 \text{ kN/m}^2$	<i>tensione litostatica effettiva</i>

$k = 3$	<i>coefficiente empirico</i>
$\mu = 0,466$	<i>coefficiente di attrito</i>
$\alpha = 0,35$	<i>aliquota coesione non drenata</i>

$p = N_q \cdot \sigma'_{vL}$	<i>resistenza unitaria alla punta, condizioni drenate</i>
$p = \sigma_{vL} + N_c \cdot c_u$	<i>resistenza unitaria alla punta, condizioni non drenate</i>

$$s = k \cdot \mu \cdot \sigma'_{vz}$$

resistenza laterale di scorrimento, condizioni drenate

$$s = \alpha \cdot c_u$$

resistenza laterale di scorrimento, condizioni non drenate

$$Q_{lim}^b = \frac{\pi \cdot d^2}{4} p \quad \text{carico limite verticale di punta}$$

$$Q_{lim}^s = \pi \cdot d \cdot \int_0^L s \cdot dz \quad \text{carico limite verticale laterale}$$

$$Q_{rid,comp} = Q_{lim}^s \cdot \left( \frac{\varphi}{90} - 1 \right) + Q_{lim}^b \cdot \left( \frac{\varphi}{90} - 1 \right)^{7,3} \quad \text{carico limite ridotto di compressione}$$

$$Q_{rid,traz} = Q_{lim}^s \cdot \left( \frac{\varphi}{90} - 1 \right) \quad \text{carico limite ridotto di trazione}$$

### Verifica carico verticale

#### Condizioni drenate

$$Q_{lim}^b = 27,489 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{lim}^s = 351,588 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{rid,comp} = 362,971 \text{ kN}$$

$$Q_{rid,traz} = 322,336 \text{ kN}$$

$$Q_{rid,comp} > N_{ed,palo,comp}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$Q_{rid,traz} > N_{ed,palo,traz}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

#### Condizioni non drenate

$$Q_{lim}^b = 78,540 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{lim}^s = 175,929 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{rid,comp} = 233,436 \text{ kN}$$

carico verticale limite ridotto per pali in compressione

$$Q_{rid,traz} = 161,292 \text{ kN}$$

carico verticale limite ridotto per pali in trazione

$$Q_{rid,comp} > N_{ed,palo,comp}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$Q_{rid,traz} > N_{ed,palo,traz}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### Verifica carico orizzontale

Per un rapporto  $L/d = 32$ , i pali ricadono nella categoria *pali lunghi*. Le caratteristiche del terreno e la tipologia di fondazione, presentano una situazione di *pali a rotazione in testa impedita e terreni coesivi*.

$$\frac{H}{c_u \cdot d^2} = -13,5 + \sqrt{182,25 + 36 \cdot \frac{M_y}{c_u \cdot d^3}}$$

Da questa relazione segue:

$$H_{lim} = 178,396 \text{ kN} \quad \text{carico orizzontale limite}$$

$$H_{rid} = H_{lim} \cdot \sqrt{\sin \varphi} \quad \text{carico orizzontale limite ridotto}$$

$$H_{rid,comp} = 162,842 \text{ kN} \quad \text{carico orizzontale limite ridotto per pali in compressione}$$

$$H_{rid,traz} = 36,380 \text{ kN} \quad \text{carico orizzontale limite ridotto per pali in trazione}$$

$$H_{rid,comp} > V_{ed,palo}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

$$H_{rid,traz} > V_{ed,palo}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.30.3 | Putrelle

$$N_{ed,palo,comp} = 144,056 \text{ kN}$$

*carico verticale nel palo in compressione*

$$L = 0,85 \text{ m}$$

*lunghezza di flessione della putrella*

$$M_{ed,putrella} = 122,448 \text{ kNm}$$

*momento flettente sollecitante*

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

$$W_{pl, 2UPN 220} = 1167 \text{ cm}^3$$

$$f_{yk,s275} = 2750 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$M_{pl,Rd, 2UPN 220} = 3056428 \text{ daNcm} = 305,643 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd, 2UPN 220} > M_{ed,putrella}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**

### 6.3.30.4 | Saldature

I collegamenti saldati sono stati eseguiti con saldature a completa penetrazione di classe I [ NTC par. 4.2.8.2.4 ].

### 6.3.30.5 | Barre Filettate

$$N_{ed,palo} = 144,056 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,barra} = \frac{N_{Ed,palo}}{n_b}$$

$$N_b = 4$$

*numero barre*

$$N_{Ed,barra} = 36,014 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$f_{tb,10.9} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{\emptyset 20} = 314 \text{ mm}^2$$

$$A_{res} = 0,75 A_{\emptyset 20} = 235 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Rd} = 169,200 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} > N_{Ed,barra}$$

**VERIFICA SODDISFATTA**





## 7 | Conclusioni

L'oggetto di tesi aveva come obiettivo quello di effettuare uno studio, sia dal punto di vista architettonico che strutturale, di un intervento sito in Pietrasanta che avesse come finalità quella di restituire un servizio alla comunità sotto forma di strutture sportive e sociali.

Il progetto architettonico si è concentrato sullo sviluppo del centro sportivo con caratteristiche legate alle origini del luogo, alle caratteristiche ambientali del territorio circostante e alle richieste dettate dalle necessità territoriali sotto l'aspetto della carenza di attrezzature sportive adeguate.

Il centro sportivo ospita: un centro per attività natatorie, un palazzetto dello sport, un centro per attività di equitazione, un centro wellness, un centro fitness, un centro di medicina sportiva, un centro conferenze, un centro pet-therapy, un centro per attività commerciali, un parcheggio interrato, un parco pubblico ed una piazza polifunzionale. Tutto l'intervento segue un principio di organizzazione planimetrica che segue le linee guida e le caratteristiche principali dei conglomerati urbani dell'antico impero romano, in quanto esempio principe di qualità a livello di distribuzione funzionale di differenti attività in ampie aree. Questa tipologia distributiva delle attività viene reinterpreta all'interno del progetto architettonico e resa adeguata alle esigenze del territorio circostante. Sempre per ridurre al minimo l'impatto ambientale rispetto all'area d'intervento, la quale presenta forti connotati naturalistici dovuti anche dalla vicina presenza del Parco della Versiliana, si è deciso di intervenire con una costruzione che avesse come carattere predominante l'idea di ipogeo. Questa scelta ha permesso allo stesso tempo di abbattere drasticamente i problemi di impatto ambientale e di dedicare molto dello spazio a disposizione ad un parco pubblico che fungesse da appendice al Parco della Versiliana diventando di fatto la nuova porta Nord della pineta. L'intervento si integra perfettamente nei connotati urbani circostanti in quanto si trova su un asse viario oggetto di futuro potenziamento da parte dell'amministrazione comunale. Per amplificare l'integrazione dell'intervento della maglia della viabilità locale, è stato proposto un potenziamento della rete ciclabile già presente nella zona.

Il studio strutturale riguarda uno dei 3 box che rappresentano le uniche strutture in elevazione rispetto alla quota del terreno e perciò anche le uniche visibili dall'esterno dell'intervento. Queste strutture presentano caratteristiche strutturali molto simili fra di loro ma una in particolare presenta criticità predominanti rispetto alle altre. La struttura in questione è quella che ospiterà l'ala per attività natatorie, in particolar modo la zona delle piattaforme per i tuffi. Questa struttura dovrà coprire altezze di circa 15 m e una luce di circa 40 m, che dovrà essere totalmente sgombra nel piano verticale per permettere lo svolgimento delle attività sportive sottostanti.

Per l'analisi della struttura è stato utilizzato il software ProSap come programma di calcolo. Mediante l'utilizzo di questo programma, è stato svolto uno studio degli effetti del secondo ordine mediante un'analisi di Buckling che ha evidenziato la necessità di introdurre particolari rigidità negli elementi longitudinali che

compongono la trave sbadacchiata sulla luce di 40 m. La struttura seguirà meccanismi dissipativi differenti nelle due direzioni principali del sisma: longitudinalmente avrà un meccanismo a pendolo inverso, mentre trasversalmente avrà un meccanismo a controventi concentrici. Successivamente a questo studio, preliminare ma fondamentale, degli effetti del secondo ordine, sono state condotte le verifiche delle membrature e dei collegamenti in ossequio alle normative vigenti, sia nazionali che internazionali. Tutti i collegamenti, là dove le necessità strutturali erano meno stringenti e quindi più permissive, sono stati esteticamente studiati in modo da ridurre al minimo la visibilità dei bulloni di collegamento.

In conclusione, l'obiettivo di questa tesi è stato quello di eseguire un progetto architettonico di un ampio intervento a finalità sportiva e sociale con lo studio strutturale delle parti più critiche e caratterizzanti dell'intero progetto.

## 8 | Bibliografia

### 8.1 | Riferimenti Bibliografici

- M. SASSU, "Progetto di costruzioni intelaiate", TEP, Pisa, 2006.
- G. BALLIO, F.M. MAZZOLANI, "Strutture in acciaio", Hoepli Editore, Torino, 1987.
- M. FROLI, "Appunti di Tecnica delle Costruzioni", vol. 3, SEU, Pisa, 2002.
- S. CARAMELLI, G. MAZZALI, W. SALVATORE, "Progetto e verifica di strutture in acciaio", TEP, Pisa, 2004.
- F.M. MAZZOLANI, R. LANDOLFO, G. DELLA CORTE, B. FAGGIANO, "Edifici con struttura di acciaio in zona sismica", IUSS Press, Pavia, 2006.
- V. NUNZIATA, "Teoria e pratica delle strutture in acciaio", vol. 2, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2006.
- C. VIGGIANI, "Fondazioni", Hevelius Editore, 1999
- R. LANCELOTTA, J. CALAVERA, "Fondazioni", McGraw-Hill Companies, 2003

### 8.2 | Riferimenti Normativi

- D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008, "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare n. 617 del 2 Febbraio 2009, "Nuova circolare delle norme tecniche per le costruzioni"
- CNR-UNI 10011/97, "Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione".
- Eurocodice n. 1, "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture".
- Eurocodice n. 2, "Progettazione delle strutture di calcestruzzo".
- Eurocodice n. 3, "Progettazione delle strutture in acciaio".
- Eurocodice n. 4, "Progettazione delle strutture composte acciaio - calcestruzzo".
- Eurocodice n. 8, "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture".



## **9 | Allegati**

**9.1 | Allegato A – Tavole Architettoniche di Presentazione**

**9.2 | Allegato B – Tavole Strutturali di Presentazione**

**9.3 | Allegato C – Tavole Architettoniche Tecniche**

**9.4 | Allegato D – Tavole Strutturali Tecniche**

## **9.1 | Allegato A – Tavole Architettoniche di Presentazione**



L'idea di trasformare il lotto d'intervento in una sorta di porta Nord del parco della Versiliana potrebbe risolvere, o per lo meno limitare drasticamente, il problema delle aree di sosta per il parcheggio delle auto degli utenti del parco e del caffè della Versiliana. Infatti, la posizione del lotto nelle strette vicinanze del casello autostradale Versilia, renderebbe il complesso facilmente raggiungibile e la creazione di un parcheggio in quest'area permetterebbe all'utenza di accedere agevolmente alla vicina area della Versiliana. Sempre al fine di attribuire a questo intervento il ruolo di porta Nord del parco della Versiliana, si è deciso di potenziare l'attuale rete ciclabile. Si è pensato di raggiungere questo obiettivo prolungando il tratto su via Unità d'Italia in modo che attraversi il lotto d'intervento e si ricollegli poi più avanti alla già presente pista ciclabile che si trova sul Viale Apua e all'interno del Parco della Versiliana. Quindi, con la creazione di un'ampia area parcheggio e di un percorso ciclabile collegato all'attuale rete, il lotto d'intervento sarebbe ben predisposto per diventare a tutti gli effetti la nuova porta Nord del parco della Versiliana.



L'area d'intervento è un'ampia fetta di terreno di circa 45.000 mq che si colloca nelle strette prossimità dell'uscita autostradale Versilia ed è adiacente ad una delle principali arterie stradali locali, ovvero Via Unità d'Italia. Questa sua collocazione consente al lotto di avere una centralità nella conformazione urbana della zona pur essendo posizionata in un'area periferica e lontana dai centri storici dei paesi circostanti. Perciò risulta comunque facilmente raggiungibile sia da un'utenza locale sia da un'utenza estranea all'area versiliese.

Il lotto ha una forma pressoché rettangolare, con una leggera deformazione nell'angolo a Sud che gli conferisce una geometria vagamente trapezoidale. Sul lato Sud-Est confina con aree verdi e scarsamente edificate, mentre a Nord-Est si trova l'area del campo di atletica del Comune di Pietrasanta. Sul lato a Sud-Ovest e a Nord-Ovest, è contenuto da due vie attualmente di bassa percorrenza, via del Barcaio e via Setteponti. Quest'ultima, che percorre un'asse perpendicolare alla costa e si immette su via Unità d'Italia, è oggetto di studio da parte del comune per un suo prossimo potenziamento in termini di portata di traffico automobilistico. Questa decisione del comune è dettata dalla volontà di creare un'asse stradale alternativo al viale Apua per dirottare soprattutto il traffico di mezzi pesanti. Grazie a questa previsione di intervento sulla viabilità pietrasantina, il lotto in questione risulterebbe maggiormente potenziato in termini di centralità nella realtà urbana e nella rete viaria locale. Proprio per questo motivo, l'area è stata indicata dall'amministrazione comunale per ospitare strutture sportive di indirizzo collettivo sia pubblico che privato, con particolare riferimento ad una piscina olimpionica coperta.

Il lotto presenta una forte connotazione naturalistica. La presenza di costruzioni abitative è scarsa e si manifesta in poche unità mentre il resto della superficie ospita alberature per lo più conducibili alla famiglia dei pini marittimi. Ma attualmente il suo carattere vegetativo è tanto spiccato quanto selvaggio e quindi completamente inutilizzabile e usufruibile dalla comunità. Le aree verdi che nel lotto ospitano la macchia arborea sono decisamente inaccessibili e lasciate ad uno stato del tutto privo di qualsiasi cura. Questo fa sì che la maggior parte del lotto abbia una connotazione naturalistica ma che essa non sia in nessun modo utilizzabile da utenze sia pubbliche che private. Questa sua peculiarità a carattere naturalistico, si integra perfettamente con la presenza nelle prossimità dell'area della pineta della Versiliana. Infatti, al di là di via del Barcaio, che delimita il lotto a Sud-Ovest, si apre il parco della Versiliana che si estende per una superficie superiore agli 80 ettari e che presenta una pineta fitta ma completamente usufruibile dall'utenza pubblica grazie ad attrezzature adeguate e ad una accorta e costante manutenzione comunale.

università di Pisa  
corso di laurea in ingegneria edile  
testi di laurea specialistica



titolo | progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale

regolatori tecnico-progettuale | prof. ing. Mauro Sassi  
ing. Marco Andreini  
regolatori tecnico-progettuale | prof. ing. Gaetano Nardini  
arch. Massimiliano Martino  
regolatore | Massimiliano Monteverdi

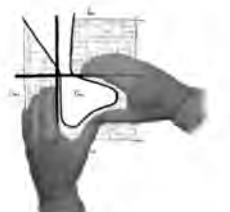
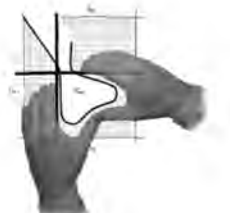
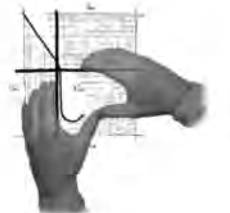
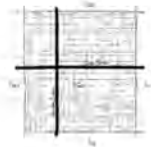
funzione | studio architettonico  
contenuto tavola | approccio alla progettazione

scala 1:2000 | cartografia grafica

numero tavola | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

sahc  
ARCHITETTI ASSOCIATI





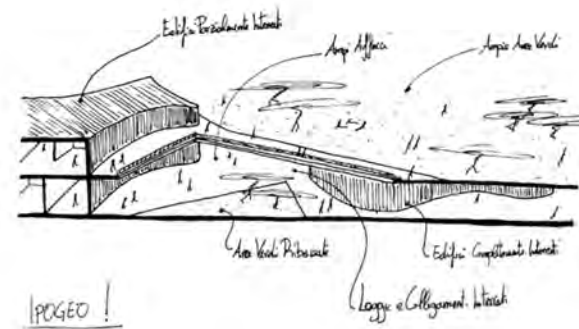
Seguendo questo schema base dei conglomerati urbani romani, si è deciso di intervenire sul lotto inserendo una forma geometrica quadrata ed una rete ortogonale, orientando il tutto secondo gli assi cardinali Nord/Sud e Est/Ovest. Questa rete ortogonale rappresenta da una parte la distribuzione generale dei collegamenti pedonali, sia fra le varie attività presenti nel complesso che all'interno delle stesse, e di conseguenza anche la maglia delle strutture murarie che definiranno gli ambiti di ciascuna funzionalità. All'interno di questa maglia sono stati isolati anche il cardo ed il decumano massimi che saranno proprio i principali collegamenti pedonali esterni che attraverseranno l'intero complesso d'intervento. In particolare, il collegamento che rappresenta il cardo massimo e che corre da Nord a Sud, sarà l'asse principale del complesso che fungerà da collettore visivo e pedonale con la sottostante area del parco della Versiliana e lungo il quale correrà la pista ciclabile che attraverserà così l'intero intervento. Questa sottolineatura dell'asse Nord/Sud del complesso, conferisce a questo quel ruolo di porta d'accesso al parco della Versiliana che è tra le funzioni principi dell'intervento. Infatti, i visitatori percepiranno fortemente questo asse di percorrenza e saranno spinti ad attraversare il complesso ed indirizzarsi verso l'area del parco che si trova dall'altro lato dell'ingresso principale. A fianco dell'intersezione fra il cardo ed il decumano massimo si aprirà un'ampia piazza che di fatto ricoprirà lo stesso ruolo che aveva il foro all'interno dei conglomerati urbani romani. Su questa piazza, come nel foro, si affacceranno tutte le principali attività del complesso e si potrà accedere a ciascuna di loro. Questa piazza sarà completamente circondata da portici che permetteranno all'utenza di raggiungere ogni accesso protetti da eventuali agenti atmosferici o semplicemente dal sole battente delle stagioni estive. Anche questa caratteristica è tipica dei fori romani, i quali talvolta erano circondati proprio da portici che collegavano tutti gli edifici che si affacciavano all'interno. L'identificazione di questa piazza centrale come luogo di aggregazione ma anche, e forse soprattutto, polo di distribuzione degli accessi alle varie attività che compongono il complesso, determina la necessità di conferire alla stessa una protezione ed un isolamento dal resto dell'intervento. Questa scelta è dettata dalla volontà di disconnettere la piazza dal resto dell'intervento per far sì che essa assuma una propria identità ed una vita indipendente, conferendole ancor di più importanza e predominanza nell'area in oggetto. Questo luogo dovrà essere un ambiente polifunzionale capace di ricoprire sia il semplice ruolo di luogo dove racchiudere gli accessi ai vari edifici, ma anche di catalizzatore delle attenzioni della comunità e dell'utenza che raggiungerà l'area d'intervento. Questa piazza dovrà poter ospitare eventi anche distinti dalla vita ordinaria del complesso sportivo facendo sì che possa essere sfruttata in un modo più ampio dalla cittadinanza. Al contempo bisogna tener presente il carattere ipogeo che si è scelto di conferire all'intervento per salvaguardare il più possibile l'attuale realtà naturalistica dell'area. Perciò le strutture che si andranno a creare avranno la loro collocazione principale al di sotto del livello del suolo mentre la piazza, che per definizione è un luogo completamente all'aperto, dovrà essere lasciata emergere dal terreno. Per questo motivo dovrà essere limitata e contenuta da opere che simbolicamente la proteggeranno dall'incedere del terreno che ricopre gli ambienti ospitanti le varie attività del complesso. Quindi, ponendosi ipoteticamente di fronte allo schema base dell'intervento (e cioè una geometria quadrata percorsa nelle due direzioni da una maglia ortogonale di interconnessioni e strutture murarie) si immagina di porre le mani sul perimetro di questa forma quadrata e progressivamente iniziare a stringere la mano avvicinando reciprocamente il pollice e le altre quattro dita. Con questo movimento si immagina di plasmare la forma quadrata perimetrale d'origine fino ad ottenere una forma irregolare che si espande a fianco dell'incontro fra i due assi principali dell'intervento. All'interno della forma identificata dalle mani si andrà a collocare la piazza e la loro posizione simboleggia la protezione della stessa dall'incedere del terreno che ricopre le strutture circostanti. Infatti, con il rivolgersi dei palmi delle mani verso l'interno si immagina di proteggere il centro nevralgico del complesso d'intervento ed i dorsi rivolti all'esterno ostacoleranno simbolicamente il terreno che si espande sopra le opere murarie del reticolo ortogonale d'origine. Per sottolineare maggiormente il completo distacco, sia dal punto di vista funzionale che geometrico ed ideologico della piazza dall'intero intervento, si immagina che un nastro si inserisca all'interno della maglia seguendo il perimetro della forma identificata dai palmi delle mani. Man mano che il nastro penetrerà all'interno delle mani, andrà ad intersecare le varie linee che formano la maglia ortogonale, le quali verranno così sottratte e cancellate dalla maglia stessa. Il risultato sarà che questa interconnessione fra l'ipotetico incidere del nastro e le linee ortogonali, creerà un vuoto nella maglia regolare d'origine che definirà lo spazio polifunzionale della piazza principale.



quadro distribuzione attività | livello -1



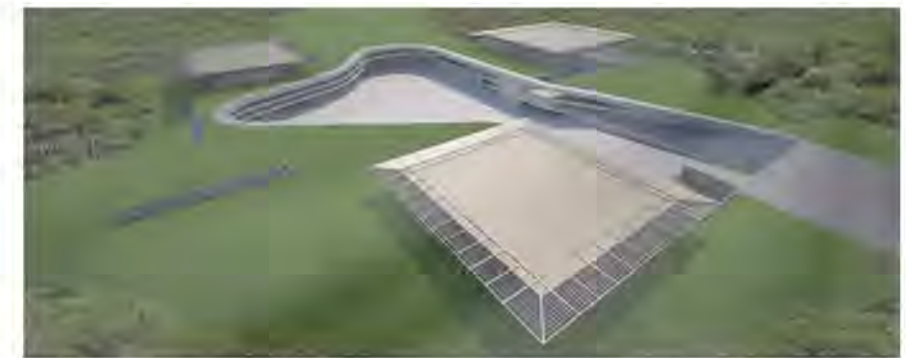
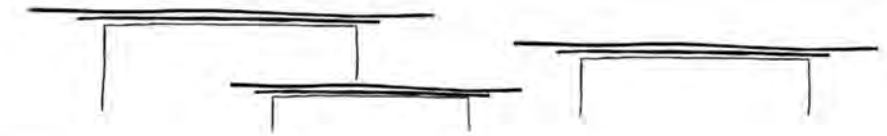
quadro distribuzione attività | livello 0



IPOGEO!

Legenda quadro di distribuzione attività

- centro attività natatorie
- centro fitness
- centro wellness
- palazzetto dello sport
- area parcheggio interrato
- aree comuni all'aperto
- centro medicina sportiva
- area commerciale
- centro conferenze
- centro pet therapy
- centro equitazione
- strutture emergenti



Fra tutte le attività che verranno ospitate all'interno del complesso sportivo, si possono identificare tre di queste come le principali in termini di volumi occupati ed di importanza logistica e sociale. Queste tre funzionalità sono: la piscina, il palazzetto ed il maneggio. Queste attività saranno quelle che caratterizzeranno più di tutte le altre il complesso sportivo, in quanto sono quelle funzionalità che sono emerse come più indispensabili dallo studio delle esigenze territoriali della zona. Al contempo, saranno anche strutture che necessiteranno di particolari altezze per poter svolgere le competizioni al suo interno e per questo motivo il loro completo interramento diventerebbe un'opera ingegneristica di improbabile realizzazione. Per di più, le aree di queste strutture dedicate allo svolgimento delle competizioni, necessiterebbero possibilmente di un'illuminazione naturale abbastanza importante e anche questo aspetto non si sposa particolarmente con il concetto di ipogeo. In sintesi, il ruolo predominante all'interno del complesso, l'indispensabile presenza di altezze consistenti e la necessità di illuminazione naturale diretta, suggerisce di applicare soluzioni mirate per questi particolari ambienti che risolvano tutte queste esigenze appena identificate. Per far questo, si è deciso di caratterizzare ciascuno spazio con un elemento di copertura simile in dimensioni ed in aspetto con gli altri due. Questo contenitore avrà l'aspetto di un cubo di vetro che emerge dal terreno con quote diverse, a seconda di quale delle tre funzioni andrà ad ospitare, e terminerà con una copertura opaca orizzontale. Questi tre "box" saranno le uniche opere percepite dall'esterno e identificheranno così i tre principali ambiti dell'intervento, fungendo perciò da catalizzatore dell'attenzione dell'utente.

Università di Pisa  
 corso di laurea in Ingegneria edile  
 tesi di laurea specialistica

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

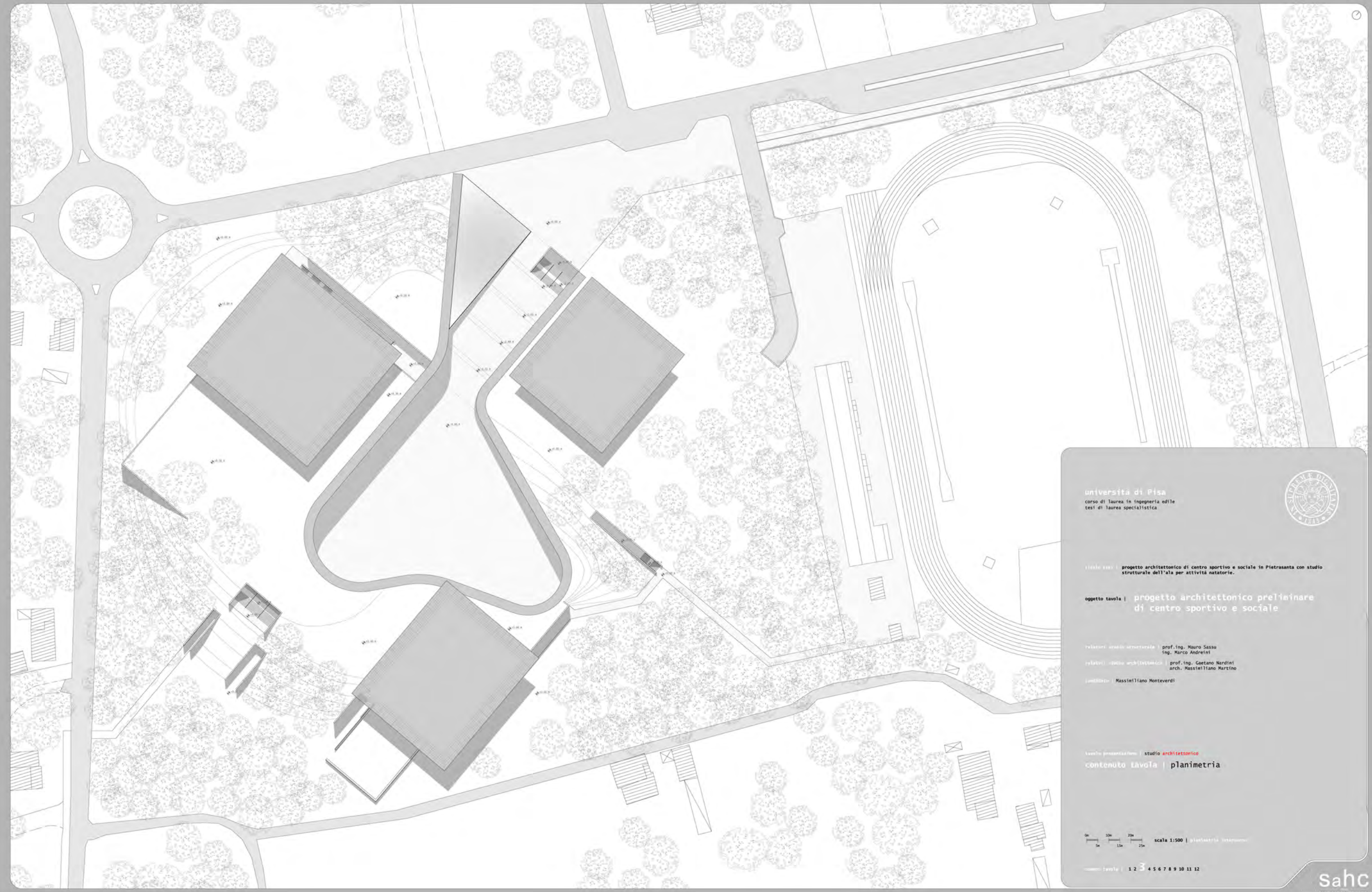
oggetto tavola | progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale

prof. ing. Mauro Sassi  
 ing. Marco Andreini  
 prof. ing. Gaetano Nardini  
 arch. Massimiliano Marini

Massimiliano Monteverdi

studio architetonico  
 Contrasto | Eureka | genesi architetonica

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



università di Pisa  
corso di laurea in ingegneria edile  
testi di laurea specialistica



titolo tesi | progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale

relatori studio strutturale | prof. ing. Mauro Sassi  
ing. Marco Andreini  
relatori studio architettonico | prof. ing. Gaetano Nardini  
arch. Massimiliano Martino  
collaboratore | Massimiliano Monteverdi

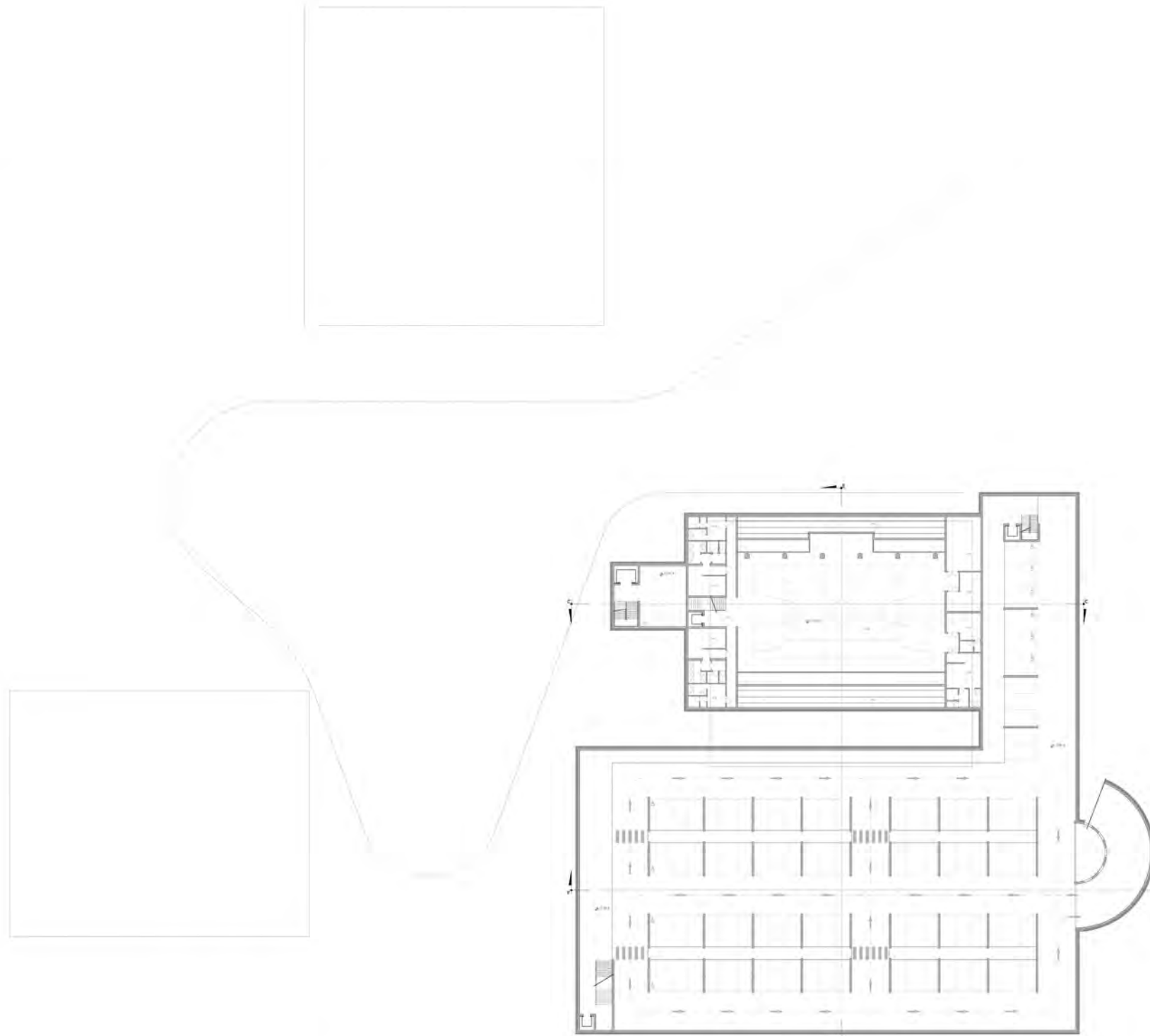
livello presentazione | studio architettonico  
contenuto tavola | planimetria

0m 5m 10m 20m scala 1:500 | planimetria intermedia

— tavola | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1



- Centro Wellness**
  - W01 - hall d'ingresso
  - W02 - reception
  - W03 - spogliatoio utenza
  - W04 - disimpegno
  - W05 - solarium
  - W06 - magazzino
  - W07 - sale per trattamenti
  - W08 - sauna
  - W09 - sala relax
  - W10 - vasca grande
  - W11 - vasca idromassaggio
  - W12 - sala d'aspetto
  - W13 - ufficio
  - W14 - spogliatoio personale
- Centro Attività Natatorie**
  - N01 - hall d'ingresso
  - N02 - reception
  - N03 - spogliatoi atleti
  - N04 - ufficio
  - N05 - magazzino
  - N06 - infermeria
  - N07 - spogliatoi personale
  - N08 - locale tecnico
  - N09 - area per attività natatorie
  - N10 - vasca grande
  - N11 - vasca piccola
  - N12 - trampolini
  - N13 - guardaroba
  - N14 - disimpegno
  - N15 - ballatoio perimetrale
  - N16 - gradinate pubbliche
  - N17 - ripostiglio
  - N18 - bagni
  - N19 - locale tecnico
  - N20 - punto ristoro
  - N21 - zona relax
- Palazzetto dello Sport**
  - P01 - hall d'ingresso
  - P02 - reception
  - P03 - guardaroba
  - P04 - ingresso atleti
  - P05 - ufficio
  - P06 - magazzino
  - P07 - punto ristoro
  - P08 - zona relax
  - P09 - area per attività sportive
  - P10 - gradinate pubbliche
  - P11 - ripostiglio
  - P12 - bagni
  - P13 - locale tecnico
  - P14 - disimpegno
  - P15 - spogliatoio atleti
  - P16 - spogliatoio personale
  - P17 - magazzino
  - P18 - locale tecnico
  - P19 - infermeria
  - P20 - spogliatoio arbitri
- Area Commerciale**
  - S01 - atrio coperto comune
  - S02 - attività commerciali
  - S03 - bar/ristorante
- Centro Pet Therapy**
  - T01 - hall d'ingresso
  - T02 - reception
  - T03 - bagni
  - T04 - sala ricreativa
  - T05 - ufficio
  - T06 - aula didattica
- Centro Equitazione**
  - E01 - campo pratica coperto
  - E02 - campo pratica aperto
  - E03 - ricovero cavalli
  - E04 - sala e infermeria cavalli
  - E05 - spogliatoio utenza
  - E06 - ufficio
  - E07 - infermeria
  - E08 - magazzino
  - E09 - locale tecnico
- Centro Fitness**
  - F01 - hall d'ingresso
  - F02 - reception
  - F03 - ufficio
  - F04 - locale tecnico
  - F05 - infermeria
  - F06 - spogliatoio atleti
  - F07 - spogliatoio personale
  - F08 - sala pesi
  - F09 - sala corsi
  - F10 - sala relax
  - F11 - magazzino
- Centro Conferenze**
  - C01 - atrio coperto comune
  - C02 - reception
  - C03 - bagni
  - C04 - disimpegno
  - C05 - ufficio
  - C06 - sala conferenze
- Centro Medicina Sportiva**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - sala d'aspetto
  - M04 - ufficio
  - M05 - locale tecnico
  - M06 - bagni
  - M07 - ambulatorio
  - M08 - palestra
- Aree Comuni all'Aperto**
  - A01 - piazza principale polifunzionale
  - A02 - rampa d'accesso
  - A03 - rampa d'uscita
  - A04 - loggia perimetrale
  - A05 - punti di raccolta
  - A06 - collegamenti al parcheggio
  - A07 - parcheggio auto
  - A08 - collegamenti verticali al parco
  - A09 - bagni pubblici
  - A10 - accesso a locale tecnico
  - A11 - locale tecnico


  
**università di Pisa**
  
 corso di laurea in Ingegneria edile
   
 tesi di laurea specialistica

**progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.**

**oggetto tavola | progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale**

**relazione tecnica** | prof. ing. Mauro Sassi  
 ing. Marco Andreini

**relazione economica** | prof. ing. Gaetano Nardini  
 arch. Massimiliano Martini

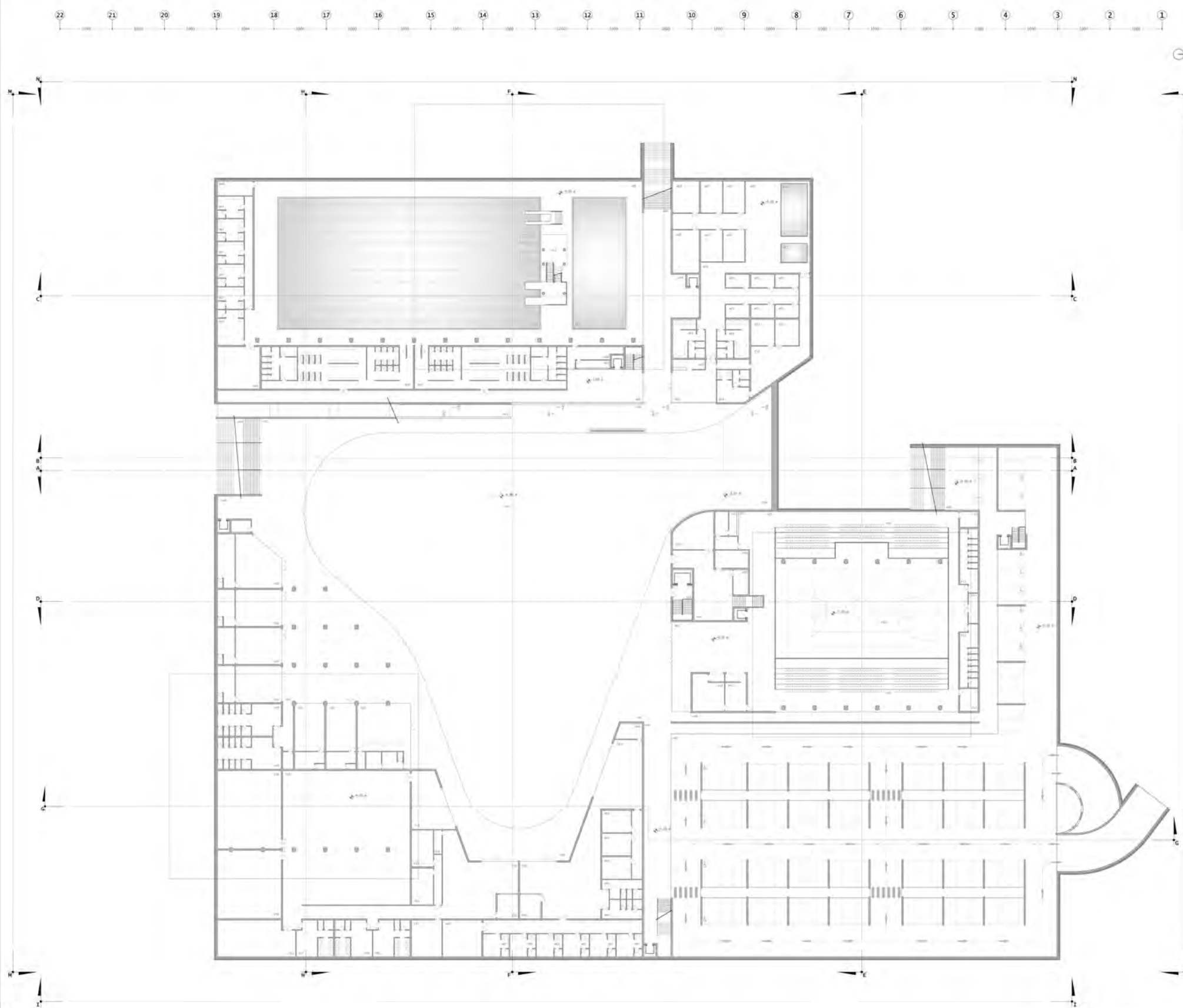
**relazione** | Massimiliano Monteverdi

**studio architettonico**
  
**Contenuto tavola | pianta livello -2**

scala 1:250 |

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12


  
 1991 2018



- Centro Wellness**
  - W01 - hall d'ingresso
  - W02 - reception
  - W03 - spogliatoio utenza
  - W04 - disimpegno
  - W05 - solarium
  - W06 - magazzino
  - W07 - sale per trattamenti
  - W08 - sauna
  - W09 - sala relax
  - W10 - vasca grande
  - W11 - vasca idromassaggio
  - W12 - sala d'aspetto
  - W13 - ufficio
  - W14 - spogliatoio personale
- Centro Attività Natatorie**
  - N01 - hall d'ingresso
  - N02 - reception
  - N03 - spogliatoi atleti
  - N04 - ufficio
  - N05 - magazzino
  - N06 - infermeria
  - N07 - spogliatoio personale
  - N08 - locale tecnico
  - N09 - area per attività natatorie
  - N10 - vasca grande
  - N11 - vasca piccola
  - N12 - trampolini
  - N13 - guardaroba
  - N14 - disimpegno
  - N15 - ballatoio perimetrale
  - N16 - gradinate pubbliche
  - N17 - ripostiglio
  - N18 - bagni
  - N19 - locale tecnico
  - N20 - punto ristoro
  - N21 - zona relax
- Palazzetto dello Sport**
  - P01 - hall d'ingresso
  - P02 - reception
  - P03 - guardaroba
  - P04 - ingresso atleti
  - P05 - ufficio
  - P06 - magazzino
  - P07 - punto ristoro
  - P08 - zona relax
  - P09 - area per attività sportive
  - P10 - gradinate pubbliche
  - P11 - ripostiglio
  - P12 - bagni
  - P13 - locale tecnico
  - P14 - disimpegno
  - P15 - spogliatoio atleti
  - P16 - spogliatoio personale
  - P17 - magazzino
  - P18 - locale tecnico
  - P19 - infermeria
  - P20 - spogliatoio arbitri
- Area Commerciale**
  - S01 - atrio coperto comune
  - S02 - attività commerciali
  - S03 - bar/ristorante
- Centro Pet Therapy**
  - T01 - hall d'ingresso
  - T02 - reception
  - T03 - bagni
  - T04 - sala ricreativa
  - T05 - ufficio
  - T06 - aula didattica
- Centro Equitazione**
  - E01 - campo pratica coperto
  - E02 - campo pratica aperto
  - E03 - ricovero cavalli
  - E04 - sala e infermeria cavalli
  - E05 - spogliatoio utenza
  - E06 - ufficio
  - E07 - infermeria
  - E08 - magazzino
  - E09 - locale tecnico
- Centro Fitness**
  - F01 - hall d'ingresso
  - F02 - reception
  - F03 - ufficio
  - F04 - locale tecnico
  - F05 - infermeria
  - F06 - spogliatoio atleti
  - F07 - spogliatoio personale
  - F08 - sala pesi
  - F09 - sala corsi
  - F10 - sala relax
  - F11 - magazzino
- Centro Conferenze**
  - C01 - atrio coperto comune
  - C02 - reception
  - C03 - bagni
  - C04 - disimpegno
  - C05 - ufficio
  - C06 - sala conferenze
- Centro Medicina Sportiva**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - sala d'aspetto
  - M04 - ufficio
  - M05 - locale tecnico
  - M06 - bagni
  - M07 - ambulatorio
  - M08 - palestra
- Aree Comuni all'Aperto**
  - A01 - piazza principale polifunzionale
  - A02 - rampa d'accesso
  - A03 - rampa d'uscita
  - A04 - loggia perimetrale
  - A05 - punti di raccolta
  - A06 - collegamenti al parcheggio
  - A07 - parcheggio auto
  - A08 - collegamenti verticali al parco
  - A09 - bagni pubblici
  - A10 - accesso a locale tecnico
  - A11 - locale tecnico

Università di Pisa  
 corso di laurea in ingegneria nelle  
 tesi di laurea specialistica

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | progetto architettonico preliminare  
 di centro sportivo e sociale

relatore della dissertazione | prof. ing. Mauro Sassi  
 ing. Marco Andreini

relatore della tesi | prof. ing. Costano Nardini  
 arch. Massimiliano Martini

autore | Massimiliano Monteverdi

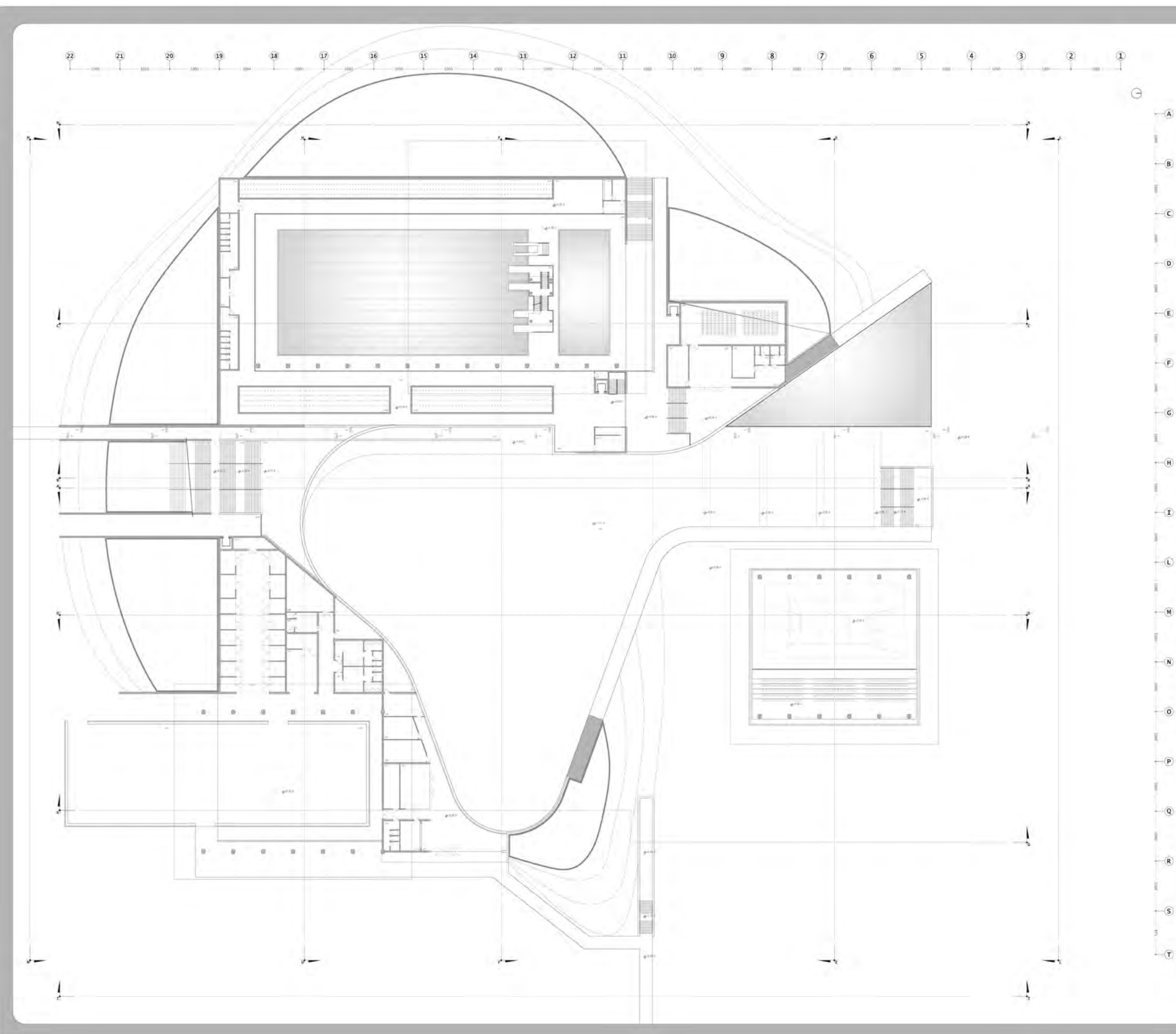
studio architettonico

avvertimenti tavola | pianta livello -1

scala 1:350

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

sahc



- Centro Wellness**
  - W01 - hall d'ingresso
  - W02 - reception
  - W03 - spogliatoio utenza
  - W04 - disimpegno
  - W05 - solarium
  - W06 - magazzino
  - W07 - sale per trattamenti
  - W08 - sauna
  - W09 - sala relax
  - W10 - vasca grande
  - W11 - vasca idromassaggio
  - W12 - sala d'aspetto
  - W13 - ufficio
  - W14 - spogliatoio personale
- Centro Attività Natatorie**
  - N01 - hall d'ingresso
  - N02 - reception
  - N03 - spogliatoi atleti
  - N04 - ufficio
  - N05 - magazzino
  - N06 - infermeria
  - N07 - spogliatoi personale
  - N08 - locale tecnico
  - N09 - area per attività natatorie
  - N10 - vasca grande
  - N11 - vasca piccola
  - N12 - trampolini
  - N13 - guardaroba
  - N14 - disimpegno
  - N15 - ballatoio perimetrale
  - N16 - gradinate pubblico
  - N17 - ripostiglio
  - N18 - bagni
  - N19 - locale tecnico
  - N20 - punto ristoro
  - N21 - zona relax
- Palazzetto dello Sport**
  - P01 - hall d'ingresso
  - P02 - reception
  - P03 - guardaroba
  - P04 - ingresso atleti
  - P05 - ufficio
  - P06 - magazzino
  - P07 - punto ristoro
  - P08 - zona relax
  - P09 - area per attività sportive
  - P10 - gradinate pubblico
  - P11 - ripostiglio
  - P12 - bagni
  - P13 - locale tecnico
  - P14 - disimpegno
  - P15 - spogliatoio atleti
  - P16 - spogliatoio personale
  - P17 - magazzino
  - P18 - locale tecnico
  - P19 - infermeria
  - P20 - spogliatoio arbitri
- Area Commerciale**
  - S01 - atrio coperto comune
  - S02 - attività commerciali
  - S03 - bar/ristorante
- Centro Pet Therapy**
  - T01 - hall d'ingresso
  - T02 - reception
  - T03 - bagni
  - T04 - sala ricreativa
  - T05 - ufficio
  - T06 - aula didattica
- Centro Equitazione**
  - E01 - campo pratica coperto
  - E02 - campo pratica aperto
  - E03 - ricovero cavalli
  - E04 - sala e infermeria cavalli
  - E05 - spogliatoio utenza
  - E06 - ufficio
  - E07 - infermeria
  - E08 - magazzino
  - E09 - locale tecnico
- Centro Fitness**
  - F01 - hall d'ingresso
  - F02 - reception
  - F03 - ufficio
  - F04 - locale tecnico
  - F05 - infermeria
  - F06 - spogliatoio atleti
  - F07 - spogliatoio personale
  - F08 - sala pesi
  - F09 - sala corsi
  - F10 - sala relax
  - F11 - magazzino
- Centro Conferenze**
  - C01 - atrio coperto comune
  - C02 - reception
  - C03 - bagni
  - C04 - disimpegno
  - C05 - ufficio
  - C06 - sala conferenze
- Centro Medicina Sportiva**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - sala d'aspetto
  - M04 - ufficio
  - M05 - locale tecnico
  - M06 - bagni
  - M07 - ambulatorio
  - M08 - palestra
- Aree Comuni all'Aperto**
  - A01 - piazza principale polifunzionale
  - A02 - rampa d'accesso
  - A03 - rampa d'uscita
  - A04 - loggia perimetrale
  - A05 - punti di raccolta
  - A06 - collegamenti al parcheggio
  - A07 - parcheggio auto
  - A08 - collegamenti verticali al parco
  - A09 - bagni pubblici
  - A10 - accesso a locale tecnico
  - A11 - locale tecnico

UNIVERSITÀ DI PIENZA  
 corso di laurea in ingegneria nelle  
 tesi di laurea specialistica

11/2019 - 11/2020 | progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | progetto architettonico preliminare  
 di centro sportivo e sociale

relatore | prof. ing. Mauro Sassi  
 ing. Marco Andreini

relatore | prof. ing. Costantino Nardini  
 arch. Massimiliano Martino

coautore | Massimiliano Monteverdi

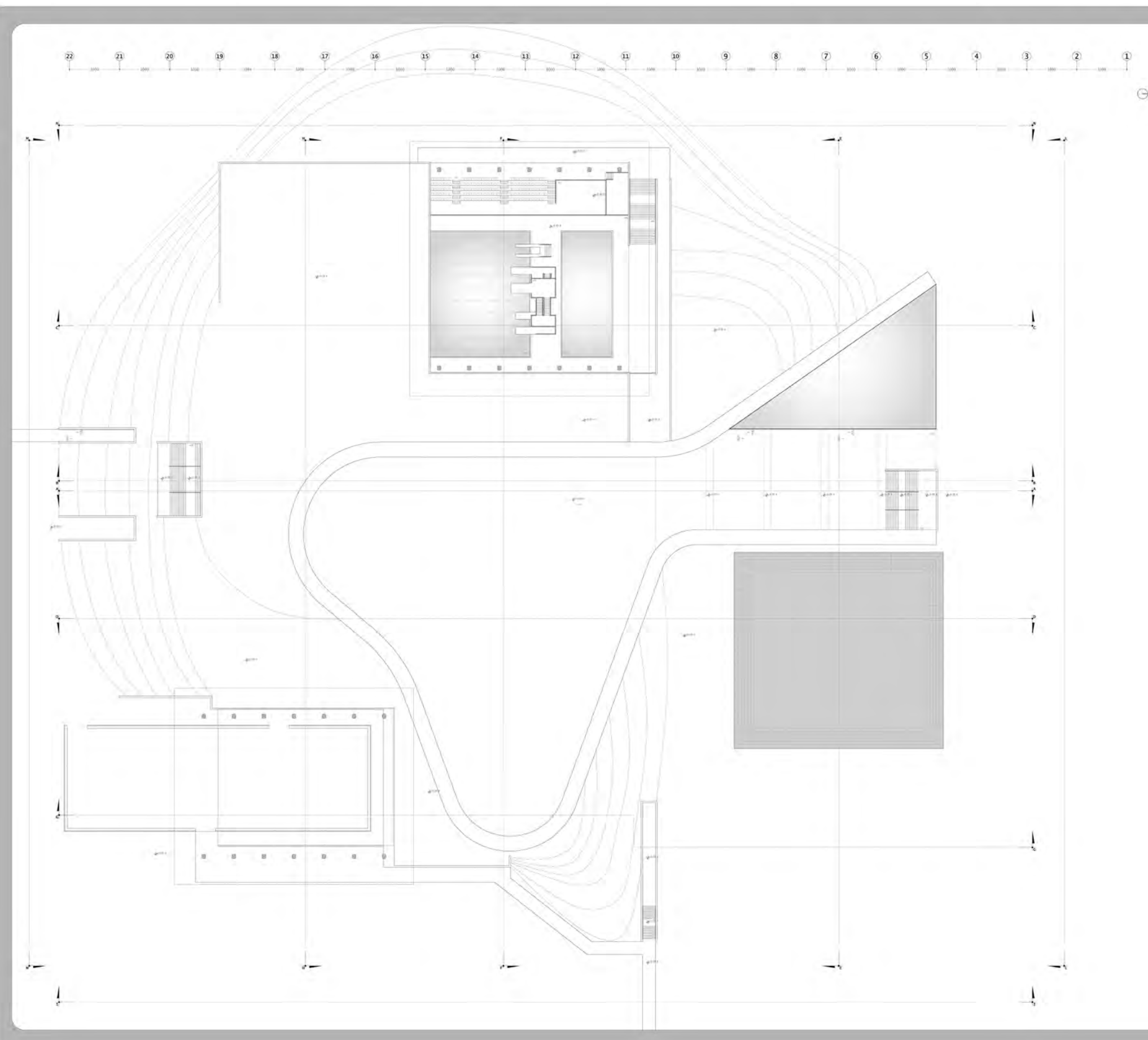
studio architettonico | studio architettonico

contenuto tavola | pianta livello 0

scala 1:350 | 0 3,5m 7m 10,5m 17,5m

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

sahc  
 studio architettura



- Centro Wellness**
  - W01 - hall d'ingresso
  - W02 - reception
  - W03 - spogliatoio utenza
  - W04 - disimpegno
  - W05 - solarium
  - W06 - magazzino
  - W07 - sale per trattamenti
  - W08 - sauna
  - W09 - sala relax
  - W10 - vasca grande
  - W11 - vasca idromassaggio
  - W12 - sala d'aspetto
  - W13 - ufficio
  - W14 - spogliatoio personale
- Centro Attività Natatorie**
  - N01 - hall d'ingresso
  - N02 - reception
  - N03 - spogliatoi atleti
  - N04 - ufficio
  - N05 - magazzino
  - N06 - infermeria
  - N07 - spogliatoi personale
  - N08 - locale tecnico
  - N09 - area per attività natatorie
  - N10 - vasca grande
  - N11 - vasca piccola
  - N12 - trampolini
  - N13 - guardaroba
  - N14 - disimpegno
  - N15 - ballatoio perimetrale
  - N16 - gradinate pubblico
  - N17 - ripostiglio
  - N18 - bagni
  - N19 - locale tecnico
  - N20 - punto ristoro
  - N21 - zona relax
- Palazzetto dello Sport**
  - P01 - hall d'ingresso
  - P02 - reception
  - P03 - guardaroba
  - P04 - ingresso atleti
  - P05 - ufficio
  - P06 - magazzino
  - P07 - punto ristoro
  - P08 - zona relax
  - P09 - area per attività sportive
  - P10 - gradinate pubblico
  - P11 - ripostiglio
  - P12 - bagni
  - P13 - locale tecnico
  - P14 - disimpegno
  - P15 - spogliatoio atleti
  - P16 - spogliatoio personale
  - P17 - magazzino
  - P18 - locale tecnico
  - P19 - infermeria
  - P20 - spogliatoio arbitri
- Area Commerciale**
  - S01 - atrio coperto comune
  - S02 - attività commerciali
  - S03 - bar/ristorante
- Centro Pet Therapy**
  - T01 - hall d'ingresso
  - T02 - reception
  - T03 - bagni
  - T04 - sala ricreativa
  - T05 - ufficio
  - T06 - aula didattica
- Centro Equitazione**
  - E01 - campo pratica coperto
  - E02 - campo pratica aperto
  - E03 - ricovero cavalli
  - E04 - sala e infermeria cavalli
  - E05 - spogliatoio utenza
  - E06 - ufficio
  - E07 - infermeria
  - E08 - magazzino
  - E09 - locale tecnico
- Centro Fitness**
  - F01 - hall d'ingresso
  - F02 - reception
  - F03 - ufficio
  - F04 - locale tecnico
  - F05 - infermeria
  - F06 - spogliatoio atleti
  - F07 - spogliatoio personale
  - F08 - sala pesi
  - F09 - sala corsi
  - F10 - sala relax
  - F11 - magazzino
- Centro Conferenze**
  - C01 - atrio coperto comune
  - C02 - reception
  - C03 - bagni
  - C04 - disimpegno
  - C05 - ufficio
  - C06 - sala conferenze
- Centro Medicina Sportiva**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - sala d'aspetto
  - M04 - ufficio
  - M05 - locale tecnico
  - M06 - bagni
  - M07 - ambulatorio
  - M08 - palestra
- Aree Comuni all'Aperto**
  - A01 - piazza principale polifunzionale
  - A02 - rampa d'accesso
  - A03 - rampa d'uscita
  - A04 - loggia perimetrale
  - A05 - punti di raccolta
  - A06 - collegamenti al parcheggio
  - A07 - parcheggio auto
  - A08 - collegamenti verticali al parco
  - A09 - bagni pubblici
  - A10 - accesso a locale tecnico
  - A11 - locale tecnico

università di Pisa  
 corso di laurea in Ingegneria edile  
 tesi di laurea specialistica

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | progetto architettonico preliminare  
 di centro sportivo e sociale

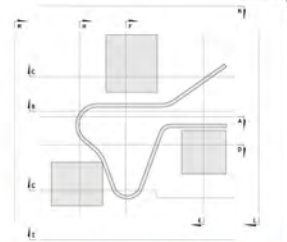
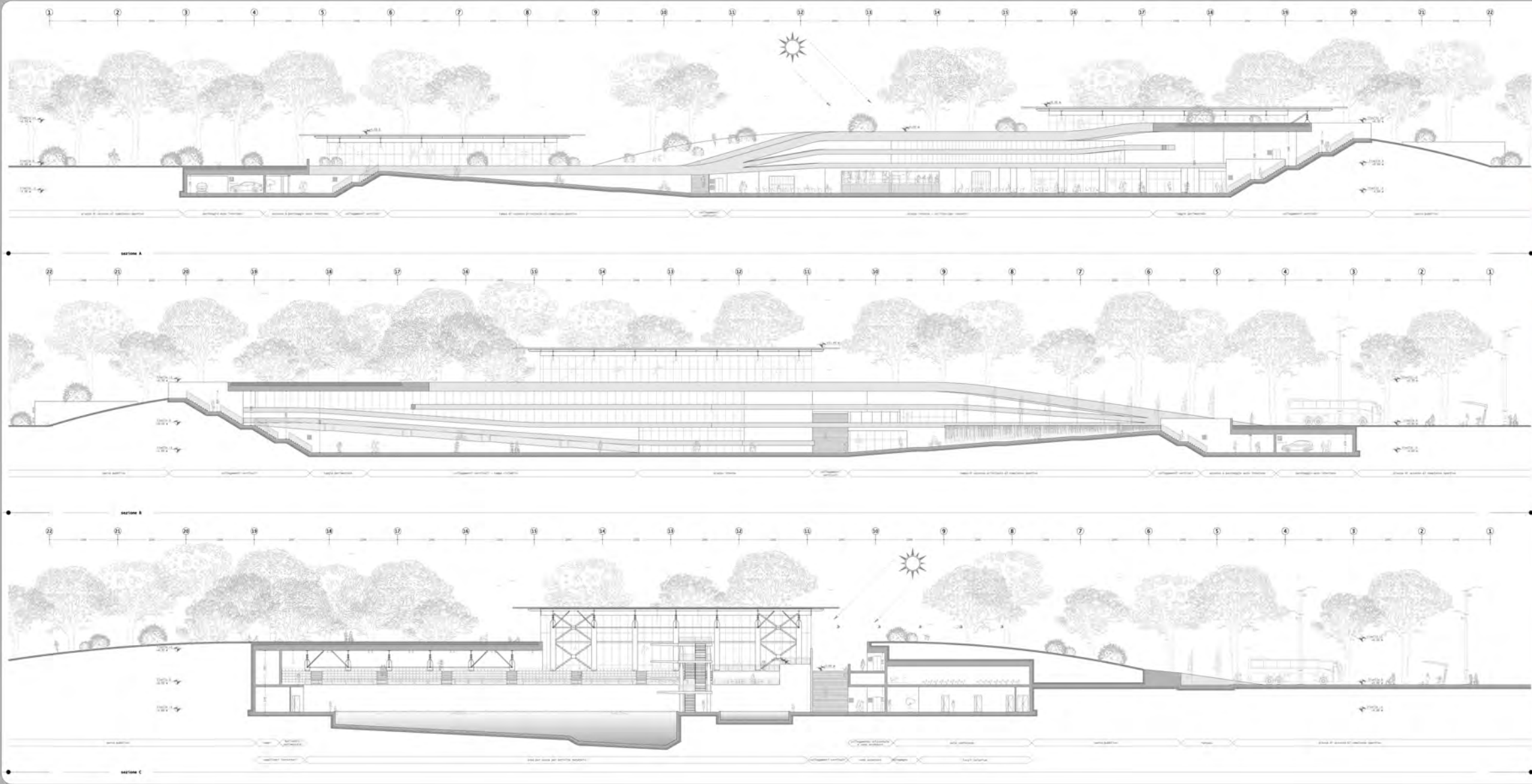
prof. ing. Mauro Sessu  
 ing. Marco Andreini  
 prof. ing. Gaetano Nardini  
 arch. Massimiliano Martino  
 Massimiliano Monteverdi

studio architettonico  
 Confemilù Levrò | pianta livello +1

scala 1:350 | carta foglio 1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

sahc  
 1991 2018



UNIVERSITÀ DI PISA  
 corso di laurea in Ingegneria delle  
 arti e Scienze Spettacolo

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'Ue per attività sportiva.

agenzia architettonica: progetto architettonico preliminare  
 di centro sportivo e sociale

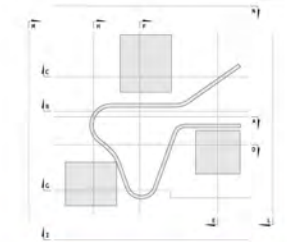
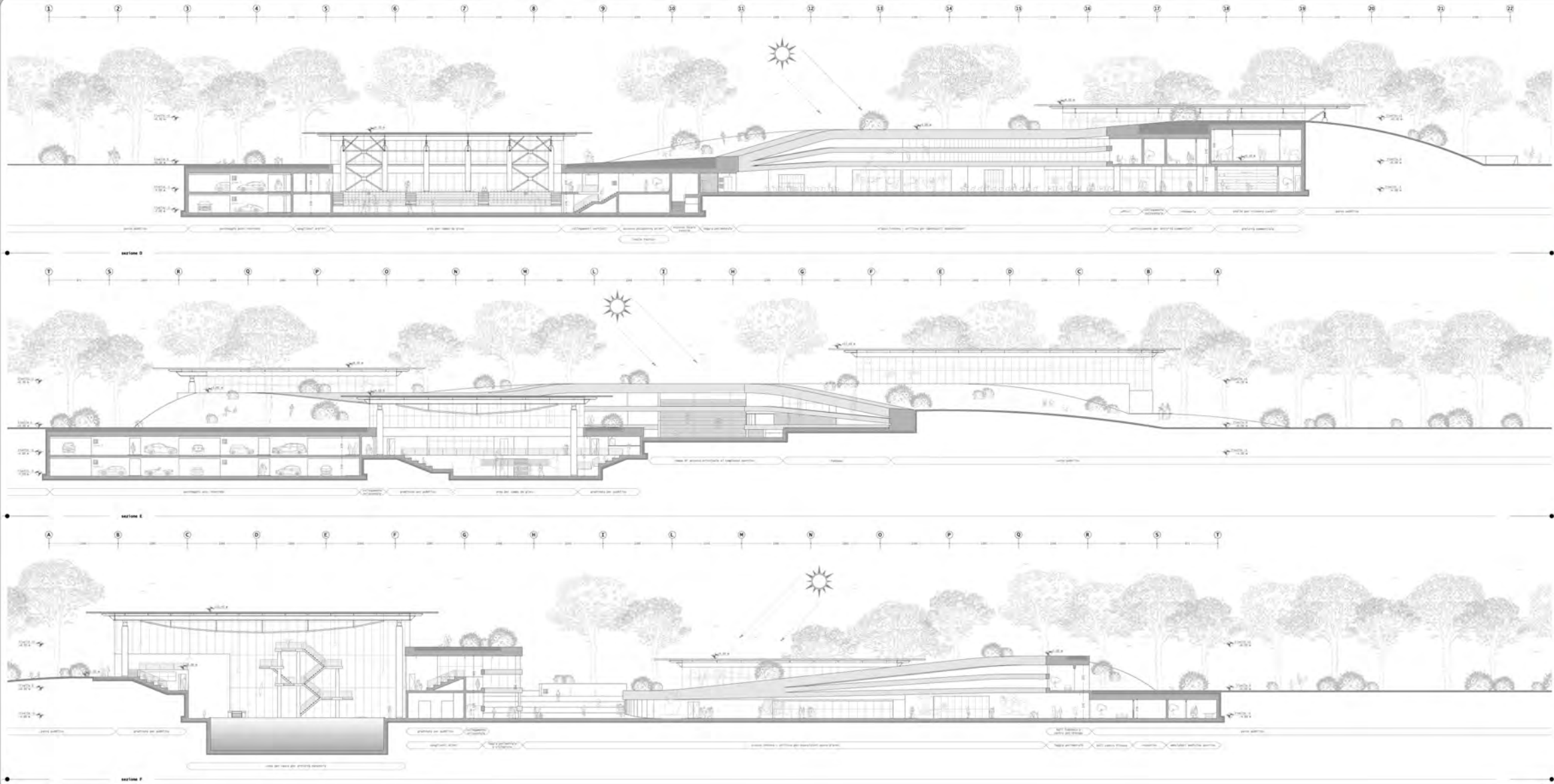
docenti incaricati: prof. Ing. Mauro Senni  
 Ing. Marco Andreoli  
 prof. Ing. Gabriele Santini  
 arch. Massimo Pardini  
 Ausilia Liane Romagnoli

studio architettonico: studio architettonico

contenuto: inviti e sezioni e prospetti A, B, C

scala 1:200  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12





università di Pifa  
 corso di Laurea in Ingegneria delle  
 Tecnologie per l'Architettura

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'IVA per attività natatoria.

progetto architettonico prefase  
 di centro sportivo e sociale.

prof. ing. Mauro Davini  
 ing. Marco Andreoli

prof. ing. Gianluigi Martini  
 arch. Rosalinda Martini

Assistenti: Martina Martini

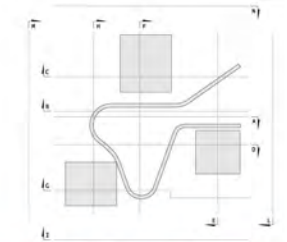
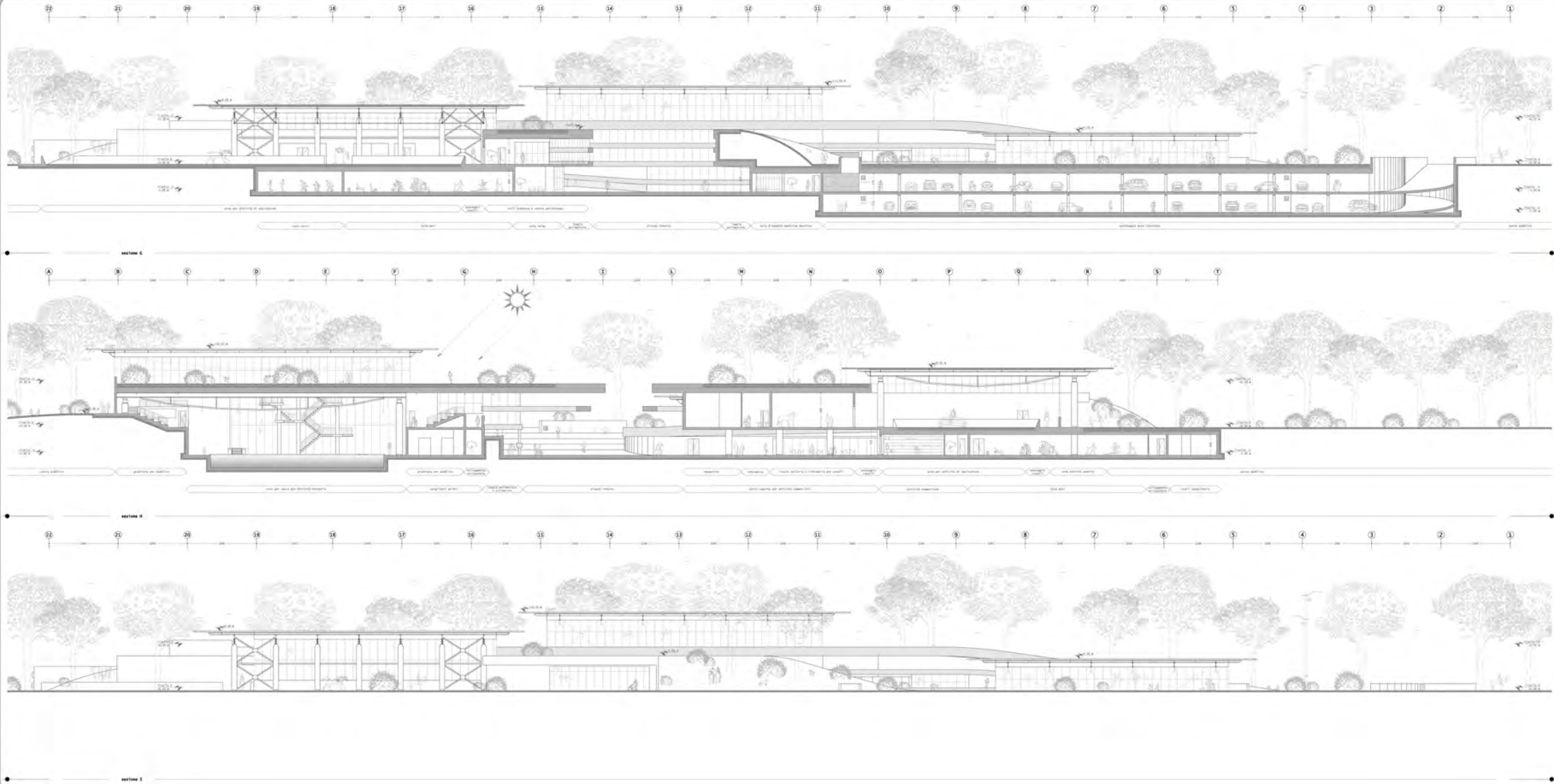
studio architettonico  
 Continuità 144014 | sezioni e prospetti D, E, F

scala 1:200 | giorni 4 giorni

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

sahc





università di Pifa  
 corso di laurea in Ingegneria delle  
 Tecnologie e delle Infrastrutture

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'IVA per attività sportiva.

progetto architettonico preliminare  
 di centro sportivo e sociale.

prof. ing. Mauro Davio  
 ing. Marco Andreoli

prof. ing. Giuseppe Bartoli  
 arch. Rosalinda Mariani

Assistenti: Antonelli

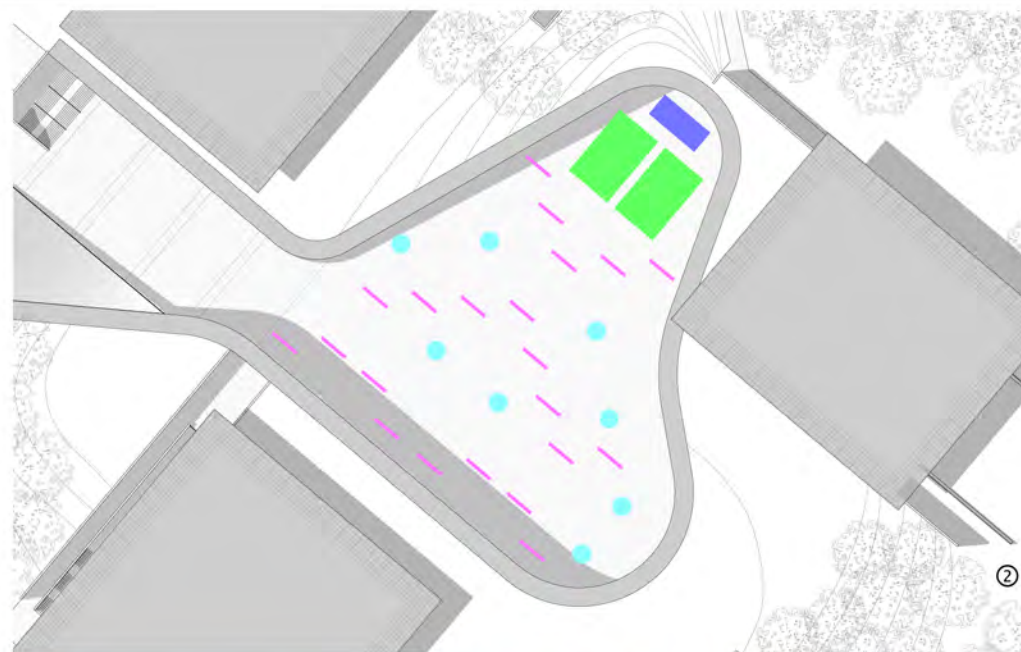
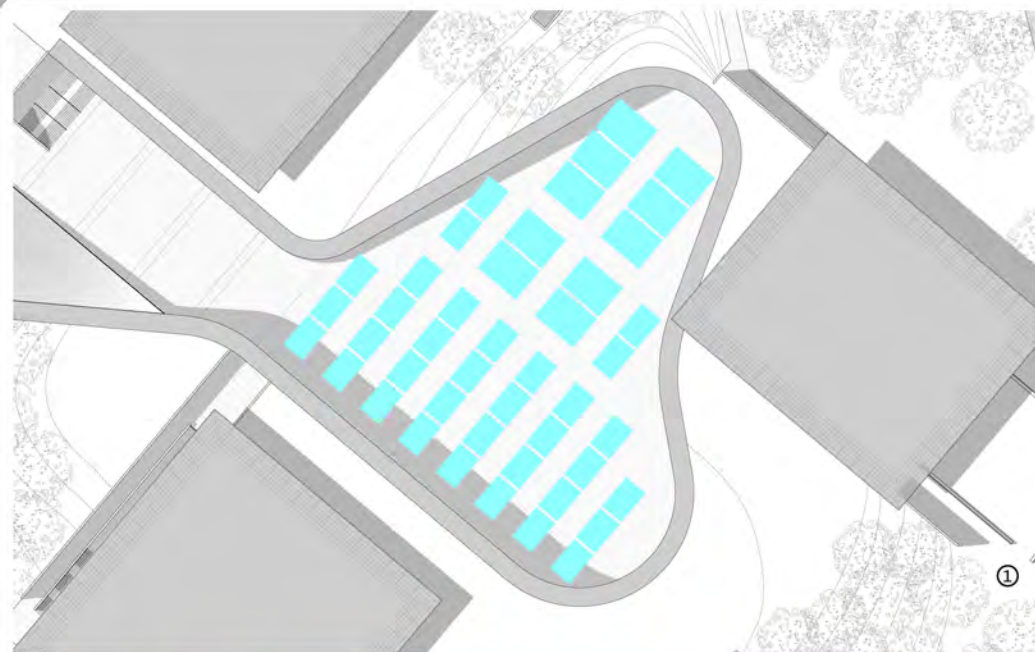
studio architettonico  
 Continuità 144014 | sezioni e prospetti G, H, I

scala 1:200 | interni e esterni

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

sahc





L'area disponibile nella piazza è pari a circa 3'500 m<sup>2</sup>

**Legenda tipologie**

- ① tipologia per fiere e mercati  
n°34 stand, dimensioni 800x400 cm  
n°10 stand, dimensioni 800x600 cm
- ② tipologia per esposizioni e mostre
- ③ tipologia per concerti e spettacoli  
n°4 500 posti a sedere
- ④ tipologia per competizioni sbandieratori  
area esibizioni, dimensioni 15x12,5 m  
area spettatori, n°2 000 posti a sedere

**Legenda simboli**

- localizzazione pannelli espositori
- localizzazione sculture
- area pubblico
- area oratori
- area esibizioni
- area giudici
- stand fieristici



università di Pisa  
corso di laurea in ingegneria edile  
testi di laurea specialistica



titolo corso | progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale

relatori studio strutturale | prof. ing. Mauro Sasso  
ing. Marco Andreini  
relatori studio architettonico | prof. ing. Gaetano Nardini  
arch. Massimiliano Martino  
collaboratore | Massimiliano Monteverdi

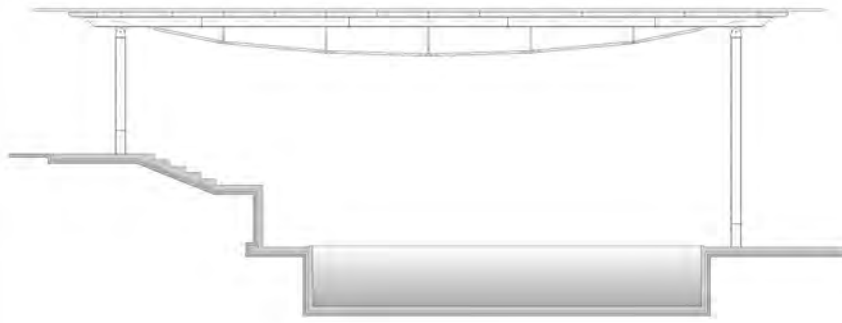
tema avvertimento | studio architettonico  
contenuto tavola | multifunzionalità piazza principale

scala 1:500 | pianta

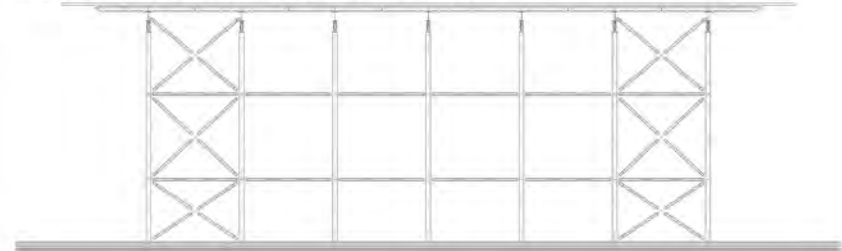
numero tavola | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

## **9.2 | Allegato B – Tavole Strutturali di Presentazione**

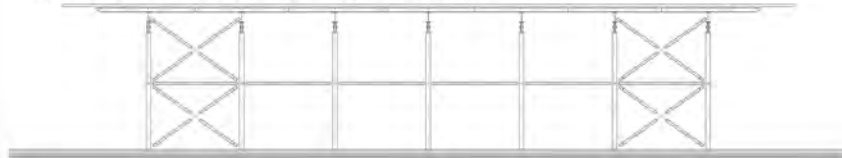
prospetto longitudinale - meccanismo a pendolo inverso



prospetto trasversale - meccanismo a controventi concentrici



prospetto trasversale - meccanismo a controventi concentrici



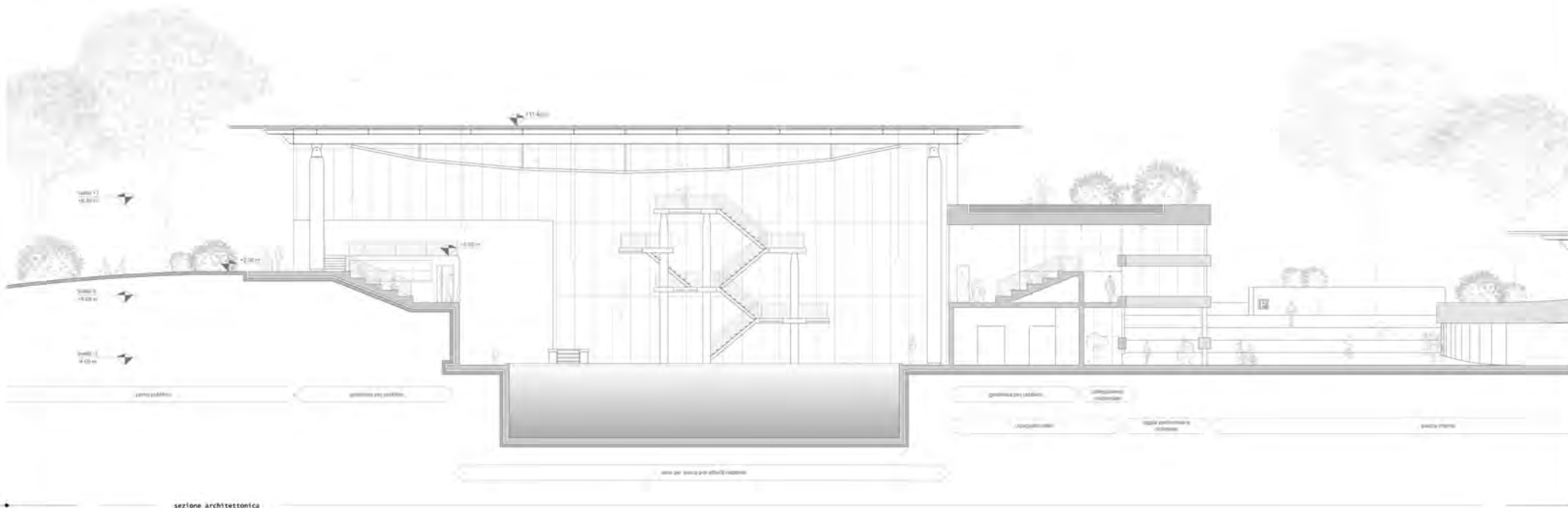
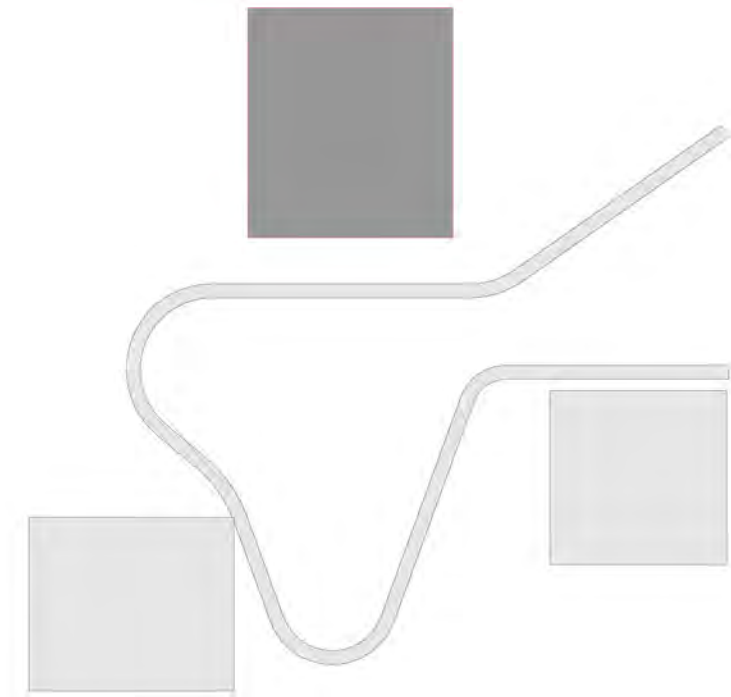
La porzione dell'intervento che sarà oggetto di studio strutturale è costituita da una serie di 7 telai trasversali con interasse di 6m e da travi secondarie che sorreggono la copertura la quale, a sua volta, è composta da cosiddetti pannelli "sandwich". La struttura ha una copertura piana ma le due file di pilastri che la sorreggono sono di altezza diverse (circa 14,50m e 8,50m ciascuna), fatto che determina una differenza di quota di 6m fra il piede delle due file di colonne. Questi telai verticali "zoppi" sono completati da un collegamento orizzontale fra le teste dei pilastri formato da una trave sbadacchiata di una luce di quasi 40m di sviluppo. Il corrente inferiore della trave sbadacchiata ha uno sviluppo longitudinale ad arco di circonferenza.

Per la copertura sono stati scelti i pannelli Elcomsystem WPM/C-FN che garantiscono un ottimo grado di rigidità e isolamento sia termico che acustico.

Lungo la luce di 40m coperta dai telai verticali si ha la necessità di mantenere la stessa completamente sgombra di ostacoli per poter ospitare le attività natatorie e questa esigenza costringe i progettisti a limitare al minimo gli elementi irrigiditori della struttura in quel piano.

Per garantire la stabilità nel piano longitudinale delle file dei pilastri, saranno inseriti dei controventi di facciata nelle campate terminali della struttura. Mentre il comportamento nel piano trasversale sarà ricondotto a quello di un pendolo inverso mediante l'irrigidimento della struttura di copertura con l'utilizzo di controventi di falda lungo tutto il perimetro della stessa.

Gli infissi che ospiteranno la vetrata perimetrale della struttura non dovranno essere posizionati nel piano dei pilastri e dei telai, ma ad una distanza da questi di circa 1,50m. Questa scelta architettonica obbliga a prevedere un aggetto degli elementi che compongono la struttura orizzontale di copertura per coprire la luce necessaria. Questi infissi verticali saranno sovrastati da una struttura aggettante formata da file parallele di elementi posizionati a formare un brise soleil orizzontale. Questa ulteriore elemento architettonico pensile avrà una struttura capace di fissarsi agli elementi strutturali orizzontali di copertura. Entrambe le soluzioni architettoniche non pregiudicano in modo apprezzabile il comportamento globale della struttura portante principale e verranno perciò valutate e dimensionate in modo indipendente.



sezione architettonica

università di Pisa  
 corso di laurea in ingegneria edile  
 tesi di laurea specialistica

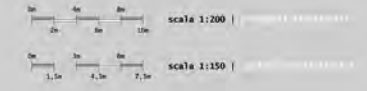


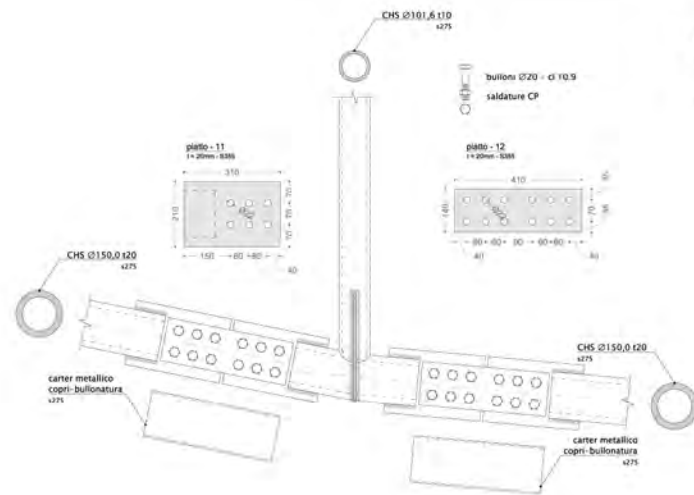
tema del progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | studio strutturale dell'organismo in acciaio di copertura dell'ala per attività natatorie.

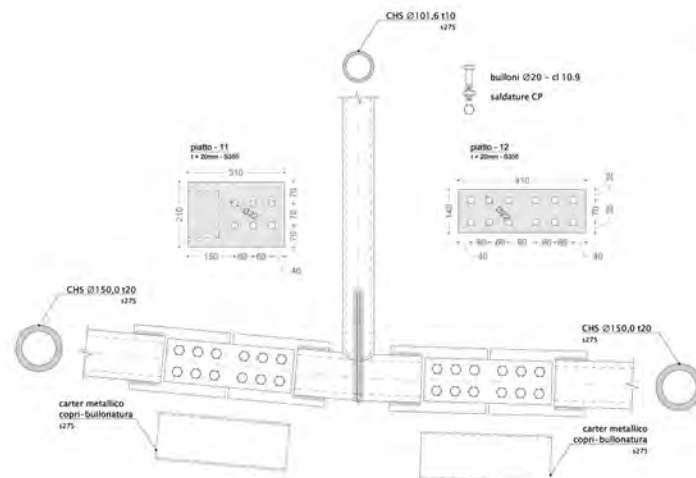
relatore corso ingegneria prof. ing. Mauro Sasso  
 ing. Marco Andreini  
 relatore corso architettura prof. ing. Cicciano Nardini  
 arch. Massimiliano Martini  
 autore Massimiliano Monteverdi

contenuto tavola | studio strutturale  
 contenuto tavola | approccio alla progettazione

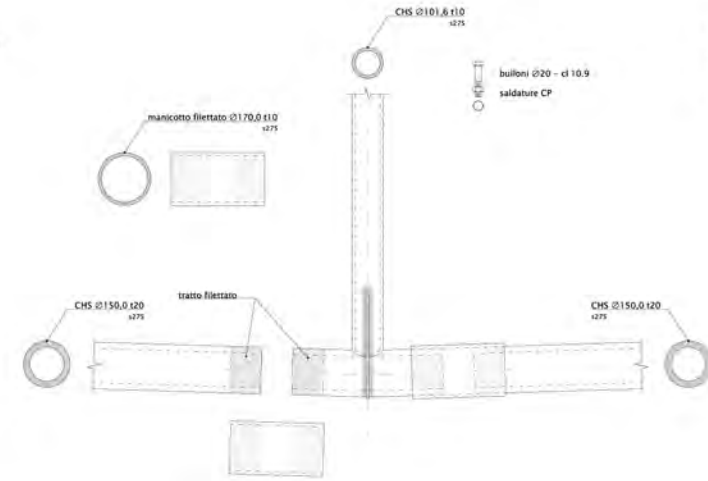




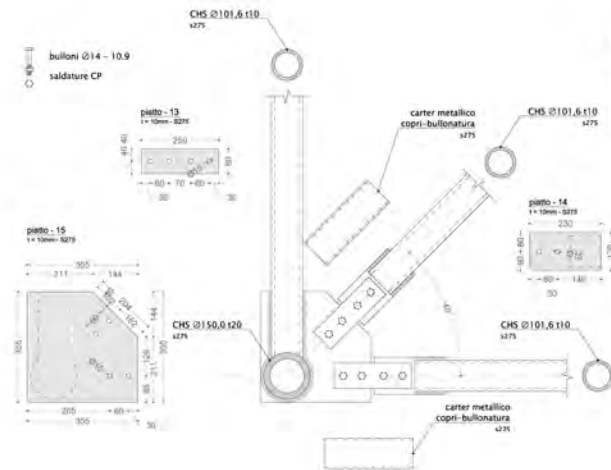
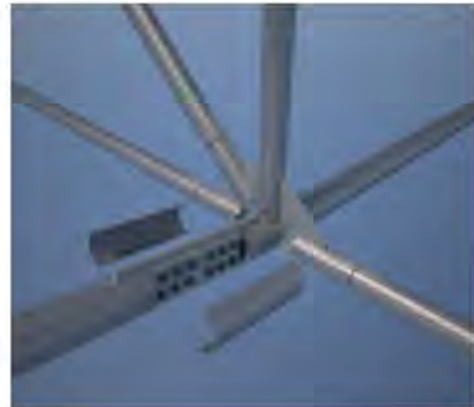
**particolare - 02**  
collegamento laterale o interno fra montante e corrente inferiore  
vista longitudinale per particolare 09, 10, 11



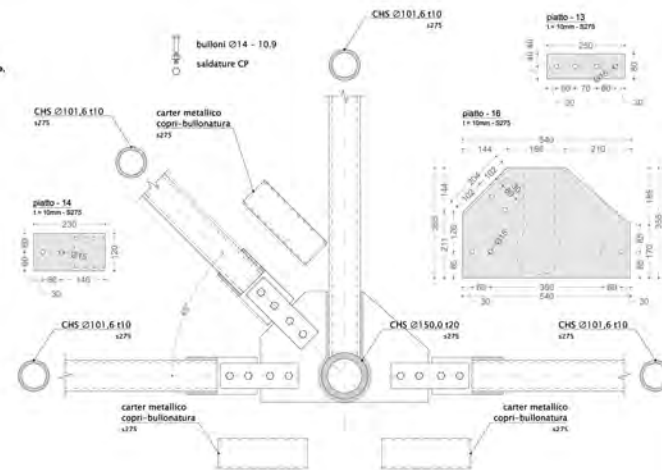
**particolare - 03**  
collegamento laterale o interno fra montante e corrente inferiore  
vista longitudinale per particolare 09, 10, 11



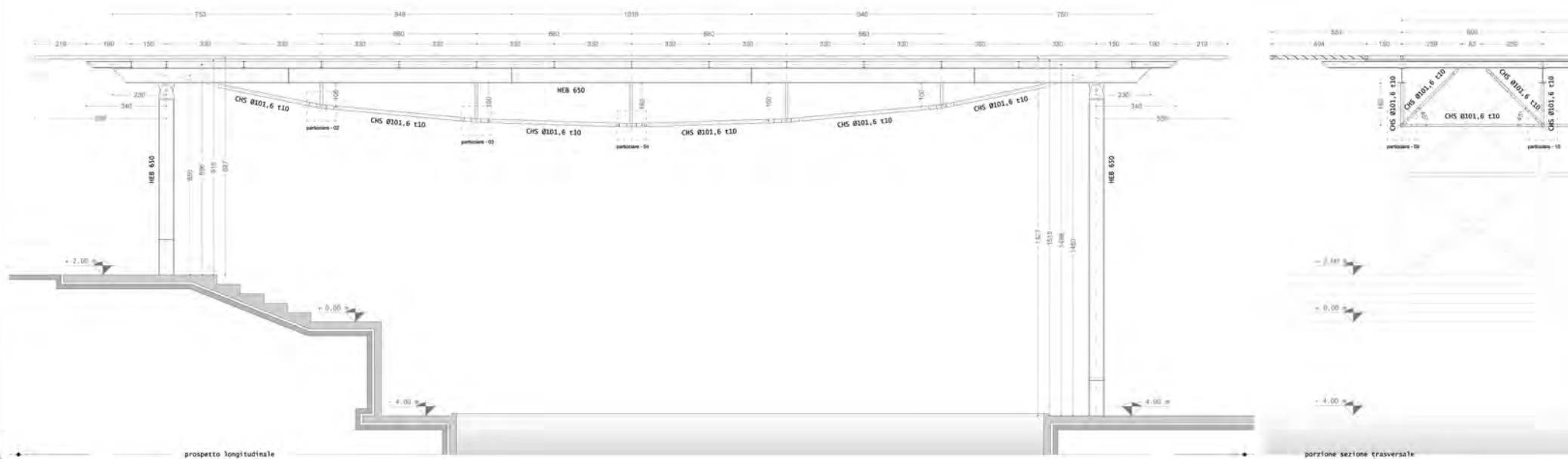
**particolare - 04**  
collegamento laterale o interno fra montante e corrente inferiore  
vista longitudinale per particolare 09, 10, 11



**particolare - 09**  
collegamento laterale fra montante, diagonale e corrente crociera  
vista trasversale per particolare 02, 03, 04



**particolare - 10**  
collegamento interno fra montante, diagonale e corrente crociera  
vista trasversale per particolare 02, 03, 04



università di Pisa  
corso di laurea in ingegneria edile  
testi di laurea specialistica

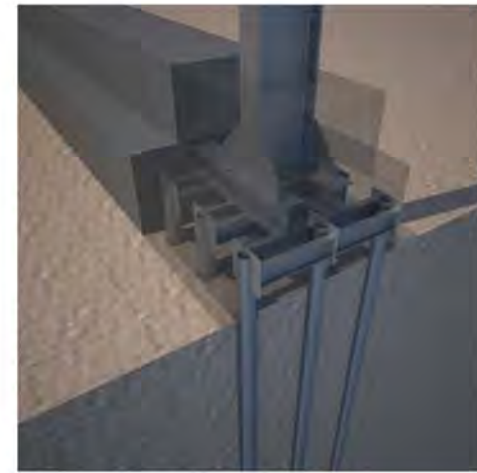
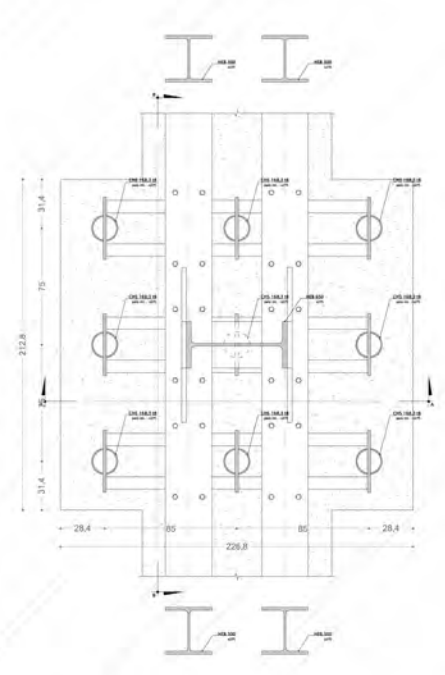
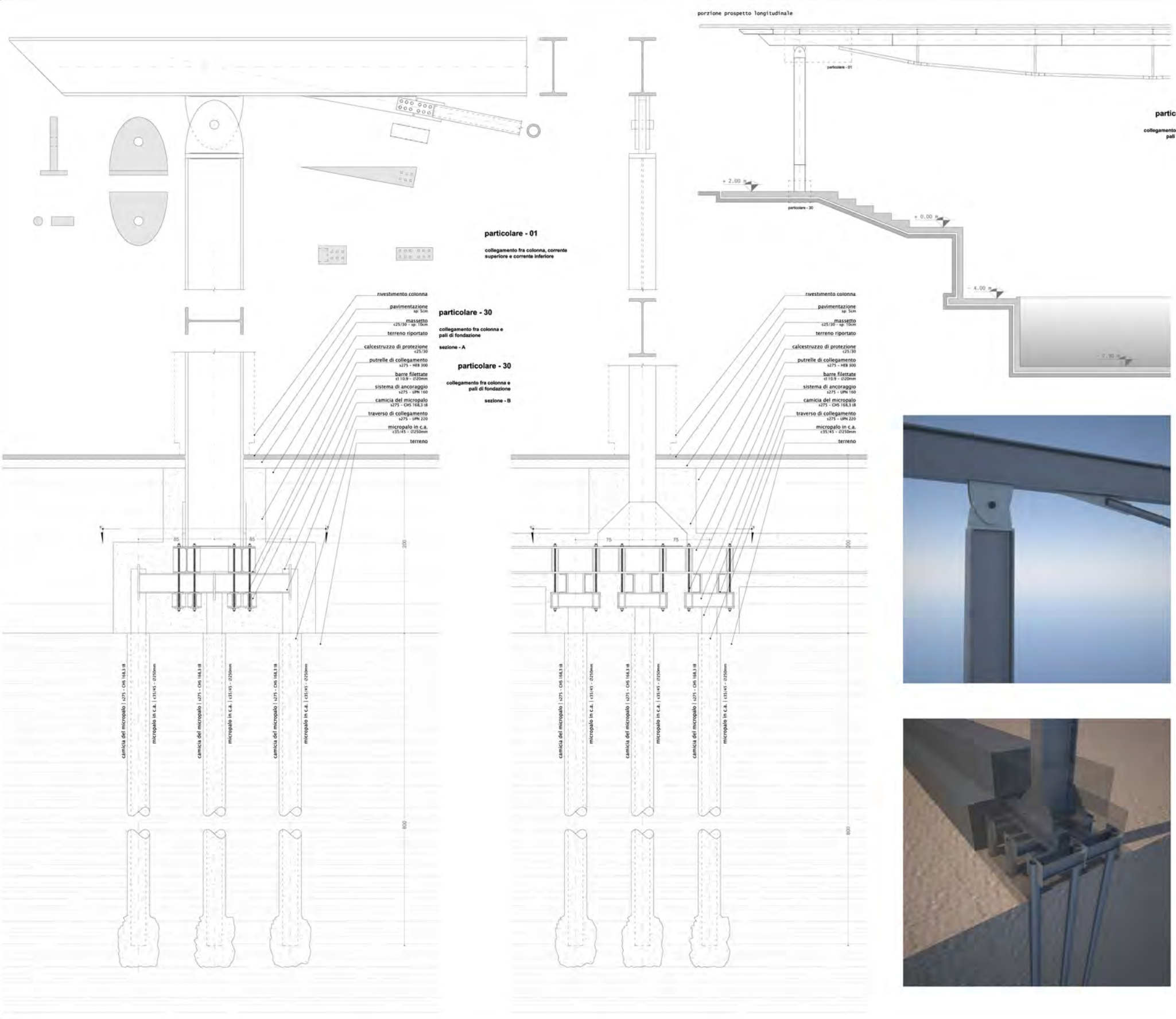


progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.  
oggetto tavola | studio strutturale dell'argine in acciaio di copertura dell'ala per attività natatorie.

prof. ing. Mauro Sassi  
ing. Marco Andreini  
prof. ing. Cicciano Nardini  
arch. Massimiliano Martino  
Massimiliano Ronzoverdi

tavola tecnica n°1, n°2 e n°3  
studio strutturale  
trave sbadacchiata

scale 1:150  
scale 1:100



università di Pisa  
 corso di laurea in Ingegneria edile  
 tesi di laurea specialistica

2010-2011 | progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | studio strutturale dell'organismo in acciaio di copertura dell'ala per attività natatorie.

relatori tavola strutturale | prof. ing. Mauro Sassi  
 ing. Marco Andreini  
 relatori tavola architettonica | prof. ing. Gaetano Nardini  
 arch. Massimiliano Martini

collaboratore | Massimiliano Monteverdi

affiancato | tavola tecnica n°2 e n°6  
 tavoli strutturale | studio strutturale

contenuto tavola | particolari colonna

scala 1:20 | particolari  
 scala 1:100 | porzione prospetto longitudinale

numero tavola | 1 2 3 4

sahc  
 1997 2011 2012 2013

## verifiche delle membrature nel campo dei controventi

per i diagonali dei controventi

limitazione snellezza adimensionale

[NTC par7.5.5]

$$1,3 \leq \lambda \leq 2$$

per controventi ad X

limitazione coefficienti sovraresistenza

[NTC par7.5.5]

$$(\Omega_{max} - \Omega_{min}) / \Omega_{med} \leq 25\%$$

per le colonne

sollecitazioni di progetto

[NTC par 7.5.4.2]

$$N_{ed} = N_{ed,G} + 1,1\gamma_{Rd}\Omega N_{ed,E}$$

$$M_{ed} = M_{ed,G} + 1,1\gamma_{Rd}\Omega M_{ed,E}$$

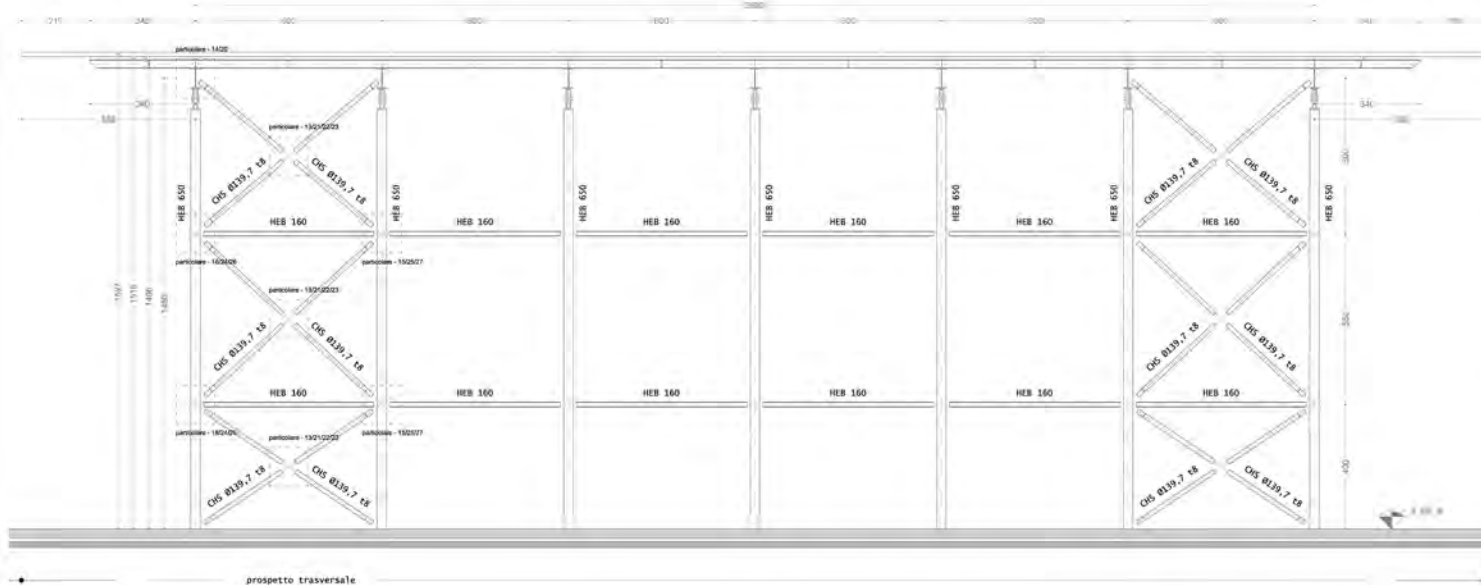
$$V_{ed} = V_{ed,G} + 1,1\gamma_{Rd}\Omega V_{ed,E}$$

$N_{ed,G}$ ,  $M_{ed,G}$ ,  $V_{ed,G}$  sollecitazioni dovute alle azioni non sismiche

$N_{ed,E}$ ,  $M_{ed,E}$ ,  $V_{ed,E}$  sollecitazioni dovute alle azioni sismiche

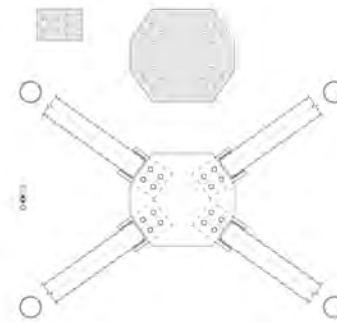
$\gamma_{Rd}$  fattore di sovraresistenza

$\Omega$  valore minimo fra coefficiente di sovraresistenza calcolati rispetto agli elementi di controvento collegati



particolare - 14/20

collegamento fra diagonale  
controvento di facciata e  
corrente superiore



particolare - 13/21/22/23

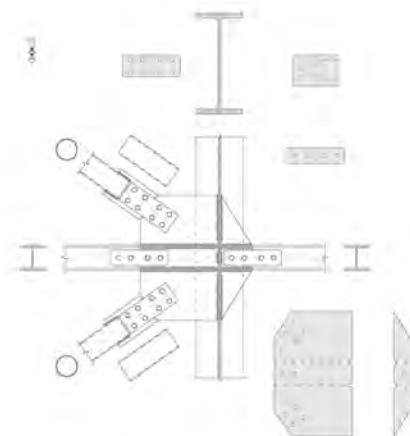
collegamento fra diagonali  
controvento di facciata

particolare - 16/24/26

collegamento laterale fra  
diagonali controvento di  
facciata, colonna e traverso  
orizzontale colonna

particolare - 15/25/27

collegamento interno fra  
diagonali controvento di  
facciata, colonna e traverso  
orizzontale colonna



UNIVERSITÀ DI PIENZA  
corso di Laurea in Ingegneria edile  
tesi di laurea specialistica

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | studio strutturale dell'ergonomia in acciaio  
di copertura dell'ala per attività natatorie.

relatore ordinario prof.ing. Mauro Sassi  
ing. Marco Andreini

relatore ordinario prof.ing. Cicciano Nardini  
arch. Massimiliano Martini

Massimiliano Monteverdi

tavola tecnica n°1, n°4 e n°5  
studio **Struttura72**

verificata: **Struttura72** | campo controventi

1:20 scale 1:20  
1:100 scale 1:100

123

sahc



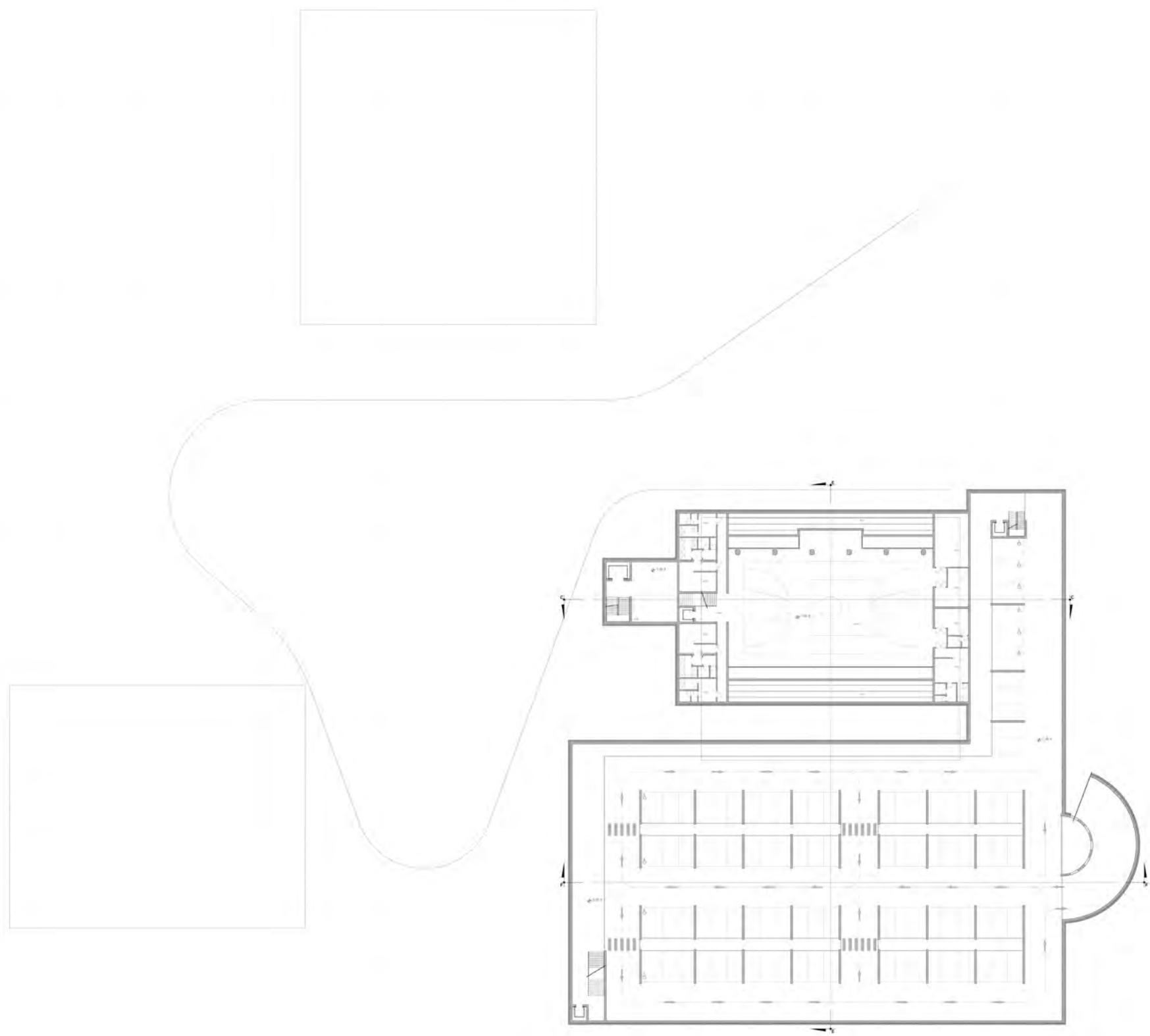
## **9.3 | Allegato C – Tavole Architettoniche Tecniche**



22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H  
I  
L  
M  
N  
O  
P  
Q  
R  
S  
T

- Centro wellness**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - spogliatoio attesa
  - M04 - disinfezione
  - M05 - solarium
  - M06 - magazzino
  - M07 - sala per trattamenti
  - M08 - sauna
  - M09 - sala relax
  - M10 - vasca grande
  - M11 - vasca idromassaggio
  - M12 - sala d'aspetto
  - M13 - ufficio
  - M14 - spogliatoio personale
- Centro Attività Natatorie**
  - N01 - hall d'ingresso
  - N02 - reception
  - N03 - spogliatoi atleti
  - N04 - ufficio
  - N05 - magazzino
  - N06 - infermeria
  - N07 - spogliatoi personale
  - N08 - locale tecnico
  - N09 - area per attività natatorie
  - N10 - vasca grande
  - N11 - vasca piccola
  - N12 - trampolini
  - N13 - guardaroba
  - N14 - disinfezione
  - N15 - ballatoio perimetrale
  - N16 - gradinate pubblico
  - N17 - rispostiglio
  - N18 - bagni
  - N19 - locale tecnico
  - N20 - punto ristoro
  - N21 - zona relax
- Palazzetto dello sport**
  - P01 - hall d'ingresso
  - P02 - reception
  - P03 - guardaroba
  - P04 - ingresso atleti
  - P05 - ufficio
  - P06 - magazzino
  - P07 - punto ristoro
  - P08 - zona relax
  - P09 - area per attività sportive
  - P10 - gradinate pubblico
  - P11 - rispostiglio
  - P12 - bagni
  - P13 - locale tecnico
  - P14 - disinfezione
  - P15 - spogliatoio atleti
  - P16 - spogliatoio personale
  - P17 - magazzino
  - P18 - locale tecnico
  - P19 - infermeria
  - P20 - spogliatoio arbitri
- Centro Conferenze**
  - C01 - atrio coperto comune
  - C02 - reception
  - C03 - bagni
  - C04 - disinfezione
  - C05 - ufficio
  - C06 - sala conferenze
- Centro Pet Therapy**
  - T01 - hall d'ingresso
  - T02 - reception
  - T03 - bagni
  - T04 - sala ricreativa
  - T05 - ufficio
  - T06 - aula didattica
- Centro Equitazione**
  - E01 - campo pratica coperto
  - E02 - campo pratica aperto
  - E03 - ricovero cavalli
  - E04 - selleria e infermeria cavalli
  - E05 - spogliatoio attesa
  - E06 - ufficio
  - E07 - infermeria
  - E08 - magazzino
  - E09 - locale tecnico
- Centro Fitness**
  - F01 - hall d'ingresso
  - F02 - reception
  - F03 - ufficio
  - F04 - locale tecnico
  - F05 - infermeria
  - F06 - spogliatoio atleti
  - F07 - spogliatoio personale
  - F08 - sala post
  - F09 - sala corsi
  - F10 - sala relax
  - F11 - magazzino
- Area Commerciale**
  - S01 - atrio coperto comune
  - S02 - attività commerciali
  - S03 - bar/ristorante
- Centro Medicina Sportiva**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - sala d'aspetto
  - M04 - ufficio
  - M05 - locale tecnico
  - M06 - bagni
  - M07 - ambulatorio
  - M08 - palestra
- Area Comuni all'Aperto**
  - A01 - piazza principale polifunzionale
  - A02 - rampa d'uscita
  - A03 - rampa d'uscita
  - A04 - topografia perimetrale
  - A05 - punti di raccolta
  - A06 - collegamenti di parcheggio
  - A07 - parcheggio auto
  - A08 - collegamenti verticali al parco
  - A09 - bagni pubblici
  - A10 - accesso a locale tecnico
  - A11 - locale tecnico



UNIVERSITÀ DI PISA  
 corso di Laurea in Ingegneria edile  
 tesi di Laurea specialistica

titolo tesi: progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola: progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale

relatore: prof. ing. Marco Lucchi  
 ing. Marco Andreoli

co-relatore: prof. ing. Gaetano Nardini  
 arch. Massimiliano Martini

autore: Massimiliano Monteverdi

studio: architettura

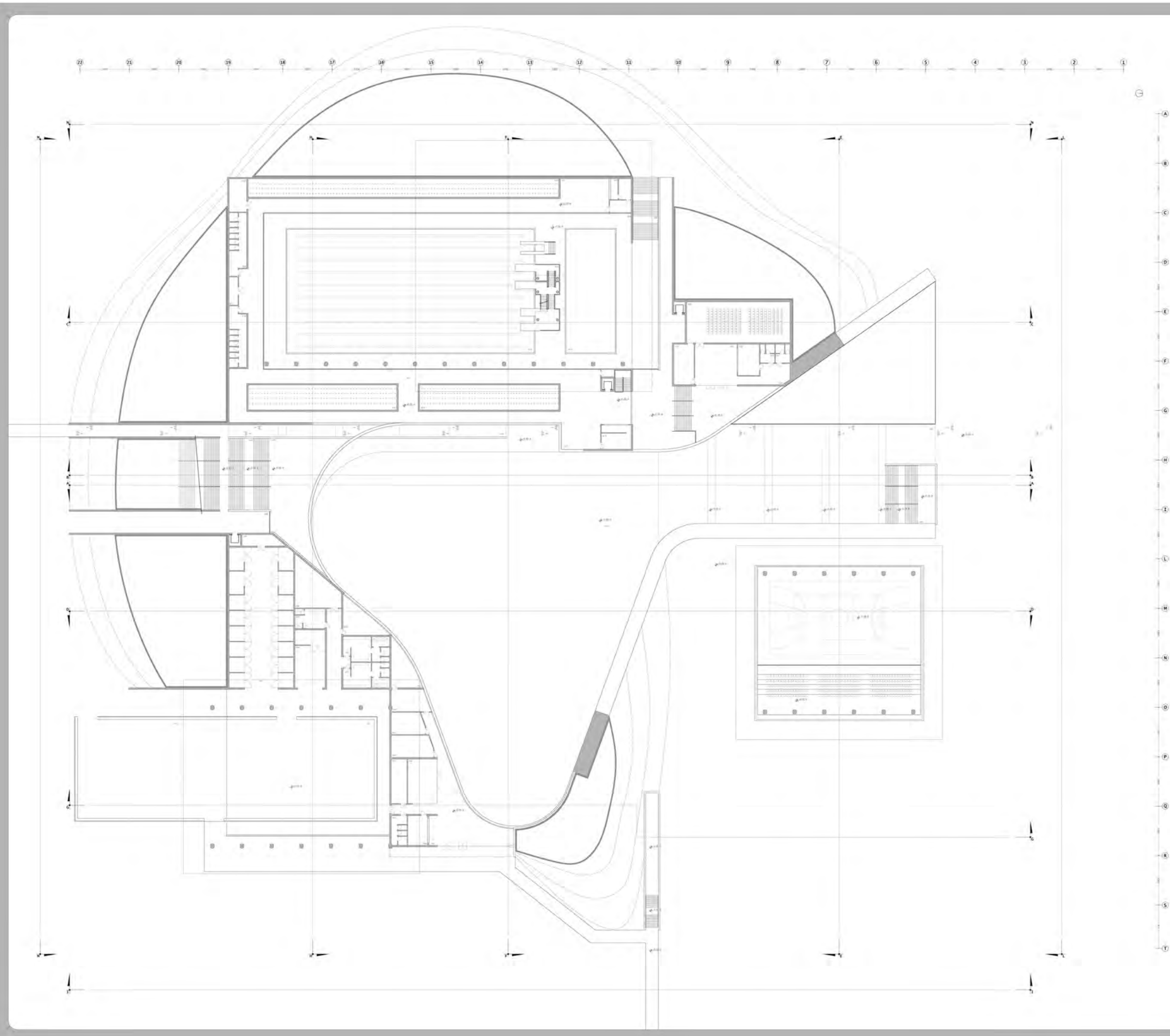
contenuto: tavola | pianta livello -2

scala: 1:250 | 1/10/2018

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

sahc





- Centro wellness**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - spogliatoio attesa
  - M04 - disegno
  - M05 - solarium
  - M06 - magazzino
  - M07 - sala per trattamenti
  - M08 - sauna
  - M09 - sala relax
  - M10 - vasca grande
  - M11 - vasca idromassaggio
  - M12 - sala d'aspetto
  - M13 - ufficio
  - M14 - spogliatoio personale
- Centro Attività Natatorie**
  - N01 - hall d'ingresso
  - N02 - reception
  - N03 - spogliatoi atleti
  - N04 - ufficio
  - N05 - magazzino
  - N06 - infermeria
  - N07 - spogliatoi personale
  - N08 - locale tecnico
  - N09 - area per attività natatorie
  - N10 - vasca grande
  - N11 - vasca piccola
  - N12 - trampolini
  - N13 - guardaroba
  - N14 - disegno
  - N15 - ballatoio periferale
  - N16 - gradinate pubblico
  - N17 - rispostiglio
  - N18 - bagni
  - N19 - locale tecnico
  - N20 - punto ristoro
  - N21 - zona relax
- Palazzetto dello Sport**
  - P01 - hall d'ingresso
  - P02 - reception
  - P03 - guardaroba
  - P04 - ingresso atleti
  - P05 - ufficio
  - P06 - magazzino
  - P07 - punto ristoro
  - P08 - zona relax
  - P09 - area per attività sportive
  - P10 - gradinate pubblico
  - P11 - rispostiglio
  - P12 - bagni
  - P13 - locale tecnico
  - P14 - disegno
  - P15 - spogliatoio atleti
  - P16 - spogliatoio personale
  - P17 - magazzino
  - P18 - locale tecnico
  - P19 - infermeria
  - P20 - spogliatoio arbitri
- Centro Conferenze**
  - C01 - atrio coperto comune
  - C02 - reception
  - C03 - bagni
  - C04 - disegno
  - C05 - ufficio
  - C06 - sala conferenze
- Centro Pet Therapy**
  - T01 - hall d'ingresso
  - T02 - bagni
  - T03 - sala ricreativa
  - T04 - ufficio
  - T05 - aula didattica
- Centro Equitazione**
  - E01 - campo pratica coperto
  - E02 - campo pratica aperto
  - E03 - ricevimento cavalli
  - E04 - selleria e infermeria cavalli
  - E05 - spogliatoio attesa
  - E06 - ufficio
  - E07 - infermeria
  - E08 - magazzino
  - E09 - locale tecnico
- Centro Fitness**
  - F01 - hall d'ingresso
  - F02 - reception
  - F03 - ufficio
  - F04 - locale tecnico
  - F05 - infermeria
  - F06 - spogliatoio atleti
  - F07 - spogliatoio personale
  - F08 - sala post
  - F09 - sala corsi
  - F10 - sala relax
  - F11 - magazzino
- Area Commerciale**
  - S01 - atrio coperto comune
  - S02 - attività commerciali
  - S03 - bar/ristorante
- Centro Medicina Sportiva**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - sala d'aspetto
  - M04 - ufficio
  - M05 - locale tecnico
  - M06 - bagni
  - M07 - ambulatorio
  - M08 - palestra
- Area Comuni all'Aperto**
  - A01 - piazza principale polifunzionale
  - A02 - rampa d'accesso
  - A03 - rampa d'uscita
  - A04 - Topia periferale
  - A05 - punti di raccolta
  - A06 - collegamenti al parcheggio
  - A07 - parcheggio auto
  - A08 - collegamenti verticali al parco
  - A09 - bagni pubblici
  - A10 - accesso a locale tecnico
  - A11 - locale tecnico

UNIVERSITÀ DI ROMA  
 corso di laurea in Ingegneria edile  
 tesi di laurea specialistica

12/03/2011 progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrarsa con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola 1: progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale

relatore: prof. ing. Marco Luceri  
 ing. Marco Andreoli

co-relatore: prof. ing. Giacomo Nardini  
 arch. Massimiliano Martini

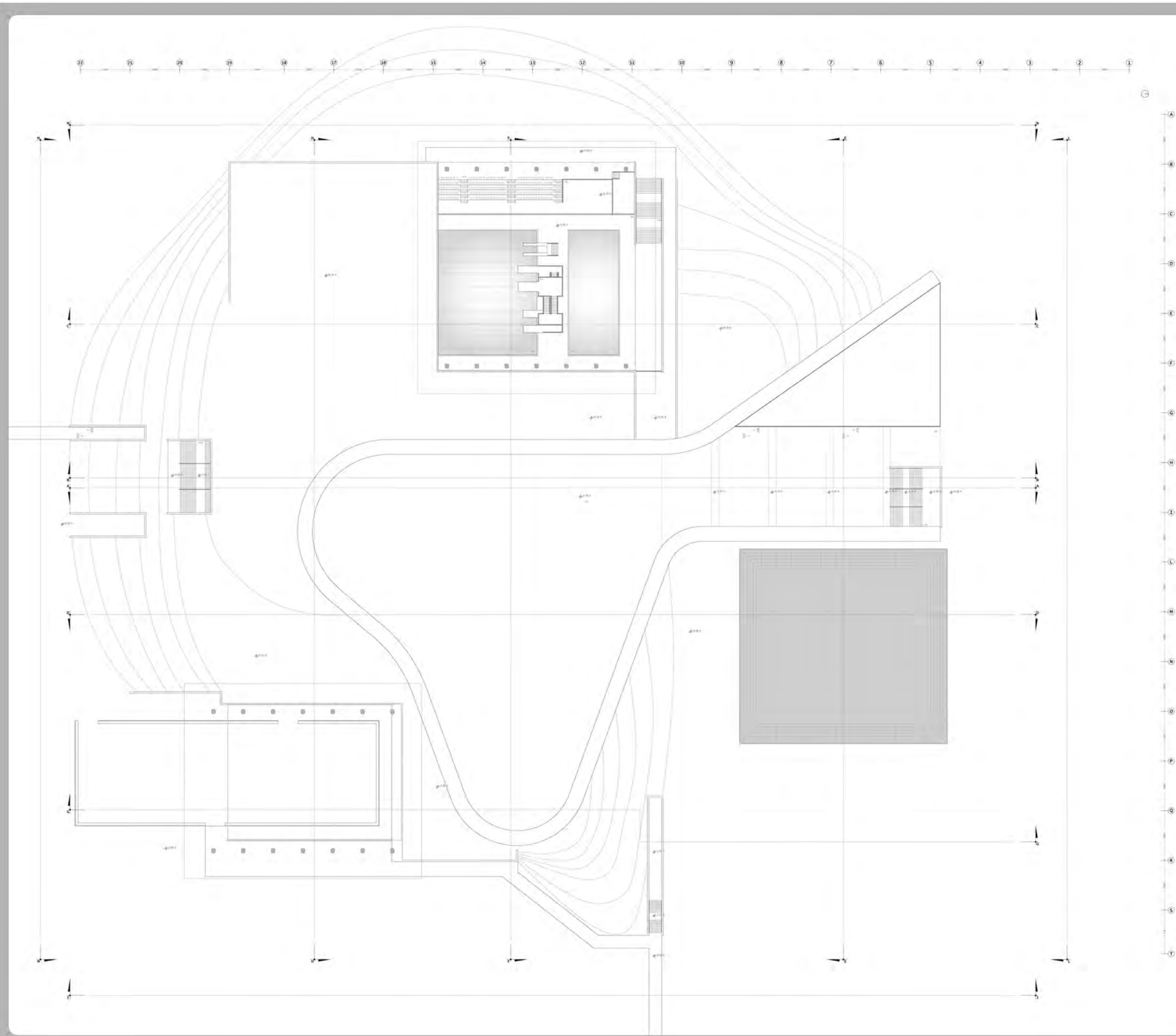
autore: Massimiliano Monteparelli

studio: architettura  
 collaboratori: tavola 1 pianta livello 0

scala 1:250 | 12/03/2011

123 - 5478

sahc



- Centro wellness**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - spogliatoio attesa
  - M04 - disimpegno
  - M05 - salarium
  - M06 - magazzino
  - M07 - sala per trattamenti
  - M08 - sauna
  - M09 - sala relax
  - M10 - vasca grande
  - M11 - vasca idromassaggio
  - M12 - sala d'aspetto
  - M13 - ufficio
  - M14 - spogliatoio personale
- Centro Attività Natatorie**
  - N01 - hall d'ingresso
  - N02 - reception
  - N03 - spogliatoi atleti
  - N04 - ufficio
  - N05 - magazzino
  - N06 - infermeria
  - N07 - spogliatoi personale
  - N08 - locale tecnico
  - N09 - area per attività natatorie
  - N10 - vasca grande
  - N11 - vasca piccola
  - N12 - trampolini
  - N13 - guardaroba
  - N14 - disimpegno
  - N15 - ballatoio periferale
  - N16 - gradinate pubblico
  - N17 - rispostiglio
  - N18 - bagni
  - N19 - locale tecnico
  - N20 - punto ristoro
  - N21 - zona relax
- Palazzetto dello Sport**
  - P01 - hall d'ingresso
  - P02 - reception
  - P03 - guardaroba
  - P04 - ingresso atleti
  - P05 - ufficio
  - P06 - magazzino
  - P07 - punto ristoro
  - P08 - zona relax
  - P09 - area per attività sportive
  - P10 - gradinate pubblico
  - P11 - rispostiglio
  - P12 - bagni
  - P13 - locale tecnico
  - P14 - disimpegno
  - P15 - spogliatoio atleti
  - P16 - spogliatoio personale
  - P17 - magazzino
  - P18 - locale tecnico
  - P19 - infermeria
  - P20 - spogliatoio arbitri
- Centro Conferenze**
  - C01 - atrio coperto comune
  - C02 - reception
  - C03 - bagni
  - C04 - disimpegno
  - C05 - ufficio
  - C06 - sala conferenze
- Centro Pet Therapy**
  - T01 - hall d'ingresso
  - T02 - reception
  - T03 - bagni
  - T04 - sala ricreativa
  - T05 - ufficio
  - T06 - aula didattica
- Centro Equitazione**
  - E01 - campo pratica coperto
  - E02 - campo pratica aperto
  - E03 - ricevimento cavalli
  - E04 - selleria e infermeria cavalli
  - E05 - spogliatoio attesa
  - E06 - ufficio
  - E07 - infermeria
  - E08 - magazzino
  - E09 - locale tecnico
- Centro Fitness**
  - F01 - hall d'ingresso
  - F02 - reception
  - F03 - ufficio
  - F04 - locale tecnico
  - F05 - infermeria
  - F06 - spogliatoio atleti
  - F07 - spogliatoio personale
  - F08 - sala post
  - F09 - sala corsi
  - F10 - sala relax
  - F11 - magazzino
- Area Commerciale**
  - S01 - atrio coperto comune
  - S02 - attività commerciali
  - S03 - bar/ristorante
- Centro Medicina Sportiva**
  - M01 - hall d'ingresso
  - M02 - reception
  - M03 - sala d'aspetto
  - M04 - ufficio
  - M05 - locale tecnico
  - M06 - bagni
  - M07 - ambulatorio
  - M08 - palestra
- Area Comuni all'Aperto**
  - A01 - piazza principale polifunzionale
  - A02 - rampa d'uscita
  - A03 - rampa d'uscita
  - A04 - loggia periferale
  - A05 - punti di raccolta
  - A06 - collegamenti di parcheggio
  - A07 - parcheggio auto
  - A08 - collegamenti verticali al parco
  - A09 - bagni pubblici
  - A10 - accesso a locale tecnico
  - A11 - locale tecnico

UNIVERSITÀ DI PISA  
 corso di Laurea in Ingegneria edile  
 tesi di Laurea specialistica

1998/2001 progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola 1: progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale

relatore: architetto prof. ing. Marco Lucchi  
 ing. Marco Andreoli

co-relatore: architetto prof. ing. Gaetano Nardini  
 arch. Massimo Lupo Martini

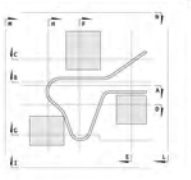
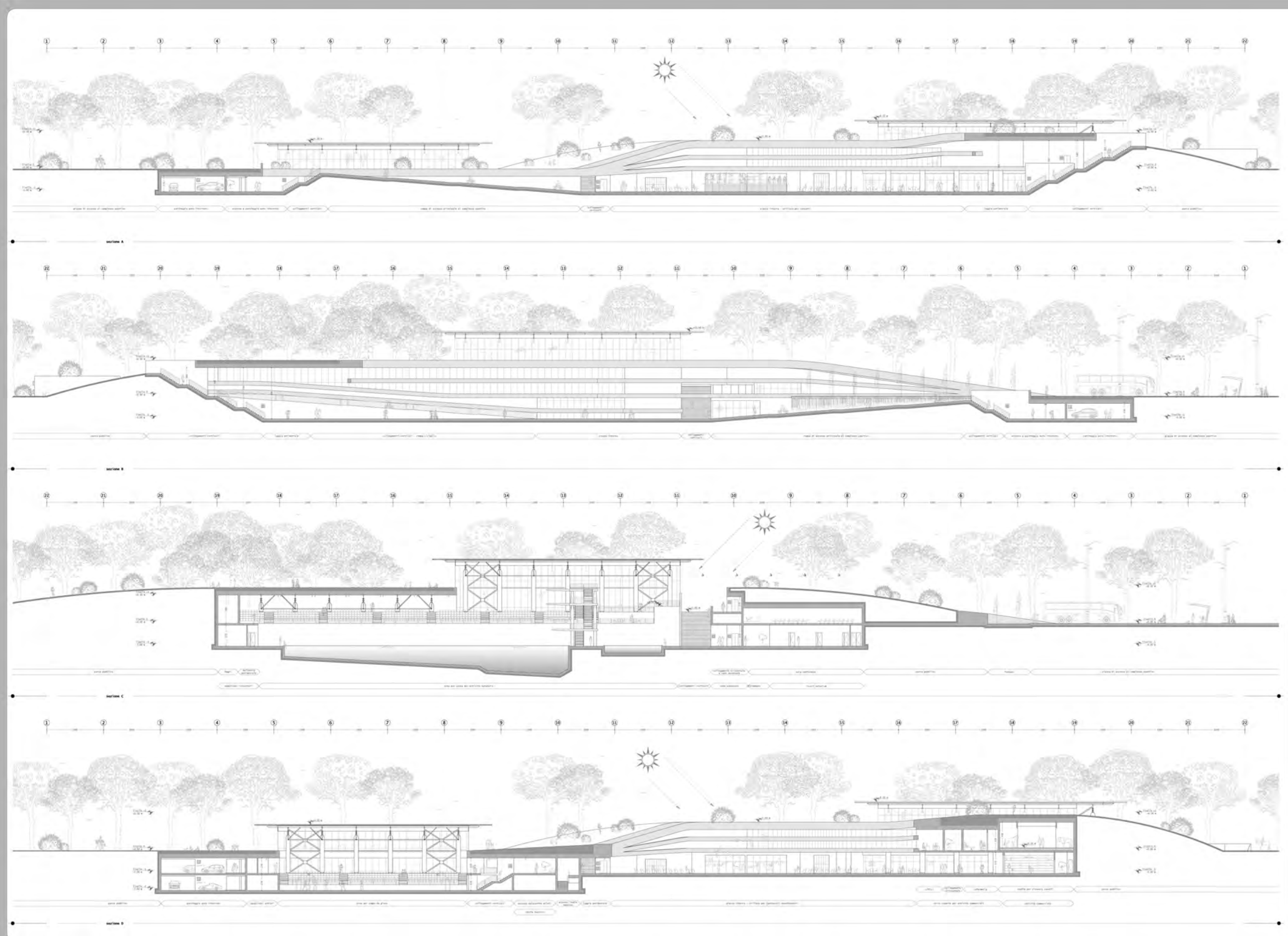
collaboratori: Massimo Lupo Martini

studio: architettura  
 combinato tavola 1 pianta livello +1

scala 1:250 | 1/10/2011

12345678

sahc



università di Pisa  
 corso di laurea in ingegneria edile-architettura  
 test di laurea specialistica

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pinerama con studio strutturale dell'ala per attività motorie.

oggetto finale: progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale.

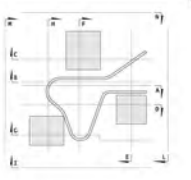
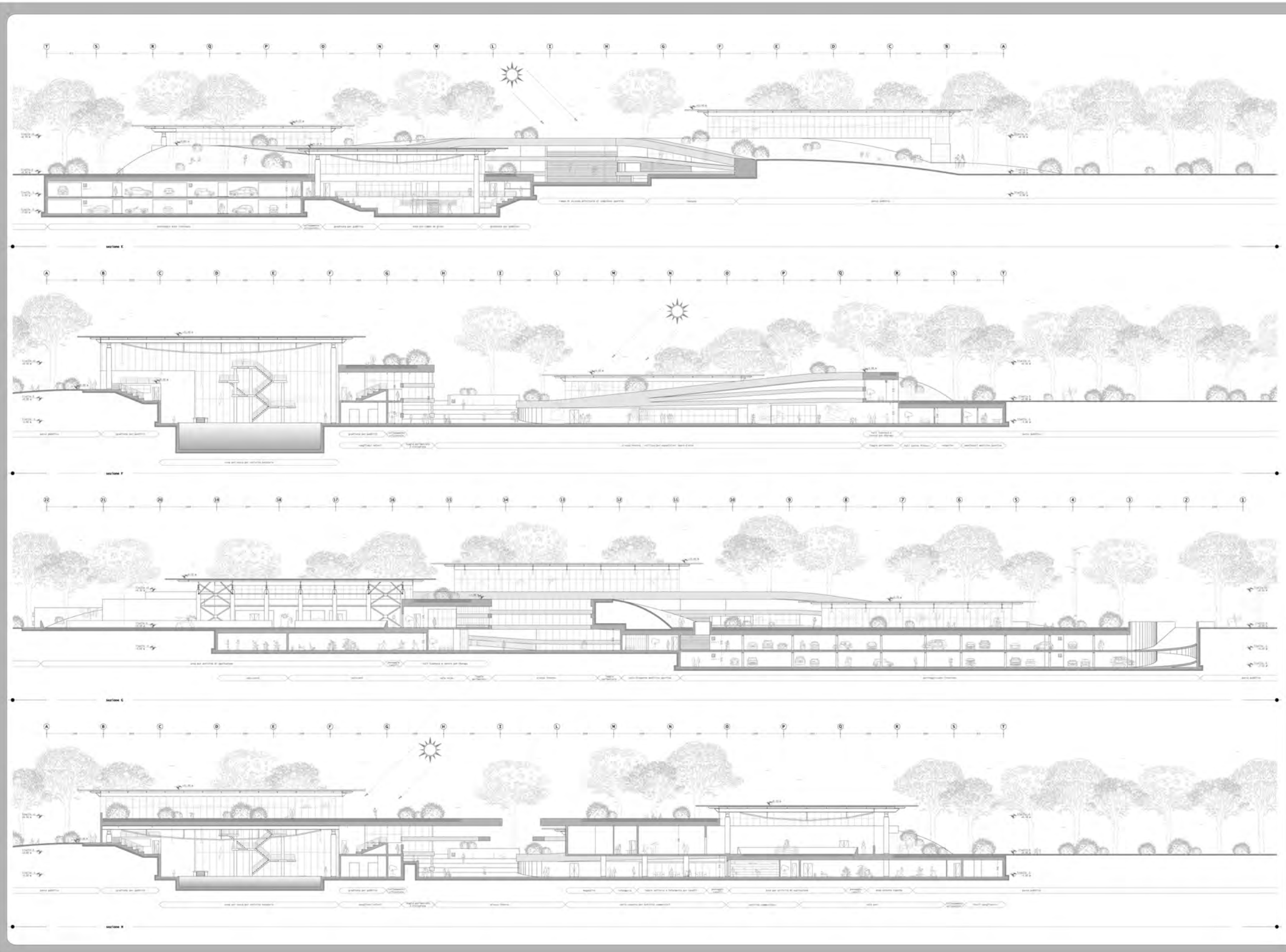
docenti: prof. Ing. Mauro Sessa  
 Ing. Marco Andreola  
 prof. Ing. Cristiano Nardelli  
 arch. Rosalinda Nardelli

studio architettonico  
 LAVORATO INVIATA | sezioni e prospetti A, B, C, D

scala 1:200 |

12243 72

sahc



UNIVERSITÀ DI PISA  
 corso di laurea in Ingegneria edile  
 tesi di laurea specialistica

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pinerama con studio strutturale dell'ala per attività motorie.

progetto architettonico preliminare  
 di centro sportivo e sociale

prof. Ing. Mauro Sassi  
 Ing. Marco Andreola

prof. Ing. Cristiano Nardini  
 arch. Massimo Togni Nardini

Architettura Rembrandt

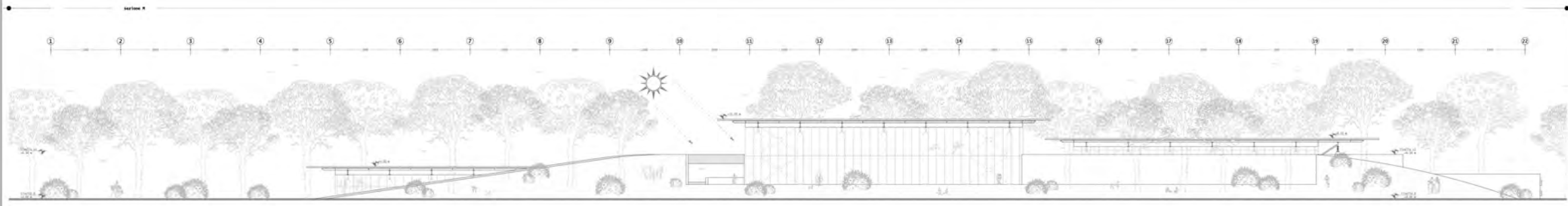
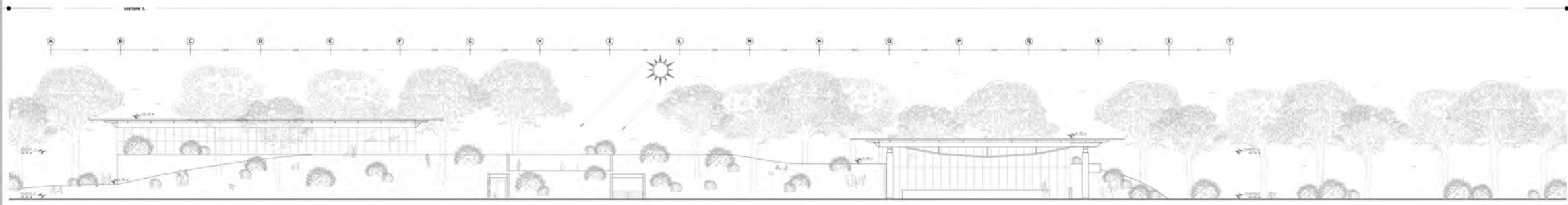
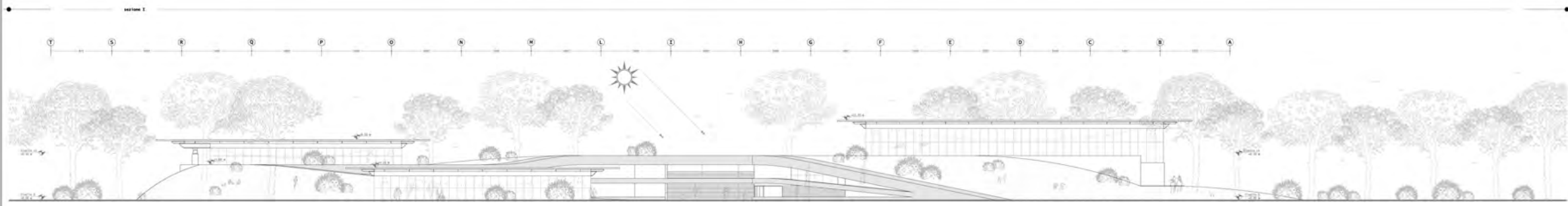
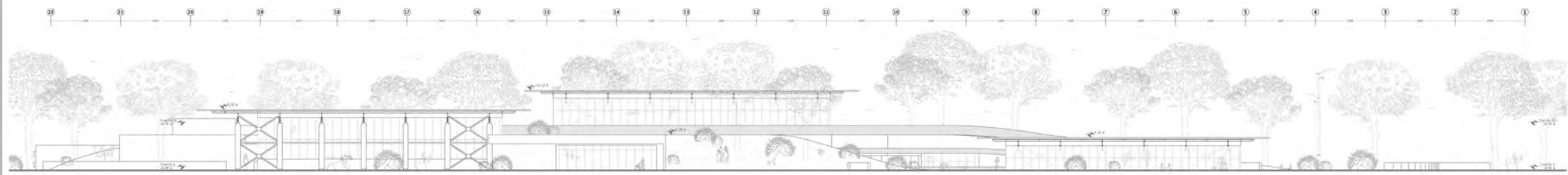
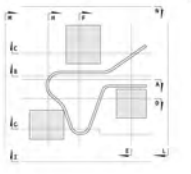
studio **architettonico**  
 LORENZO FRUTTI | sezioni e prospetti E, F, G, H

scala 1:200

12345678

sahc





università di Pisa  
 corso di laurea in ingegneria edile-architettura  
 corso di laurea specialistica

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pinerivento con studio strutturale dell'ala per attività motorie.

oggetto finale: progetto architettonico preliminare di centro sportivo e sociale.

docenti: prof. Ing. Mauro Sessa  
 Ing. Marco Andreola

docenti assistenti: prof. Ing. Cristiano Nardini  
 arch. Rosalinda Pini

assistente: Rosalinda Pini

studio: **architettonico**  
 LORENZO FAVATA | sezioni e prospetti I, L, M, N

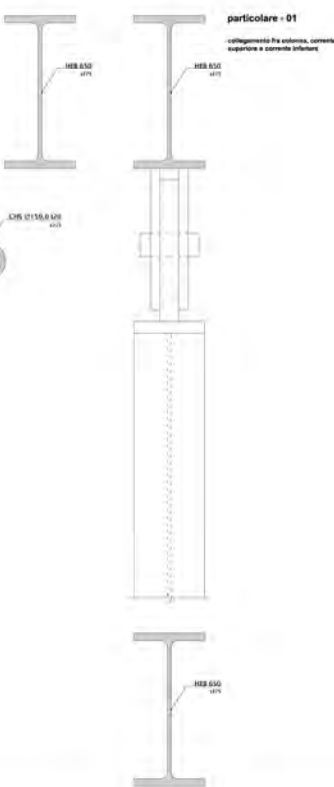
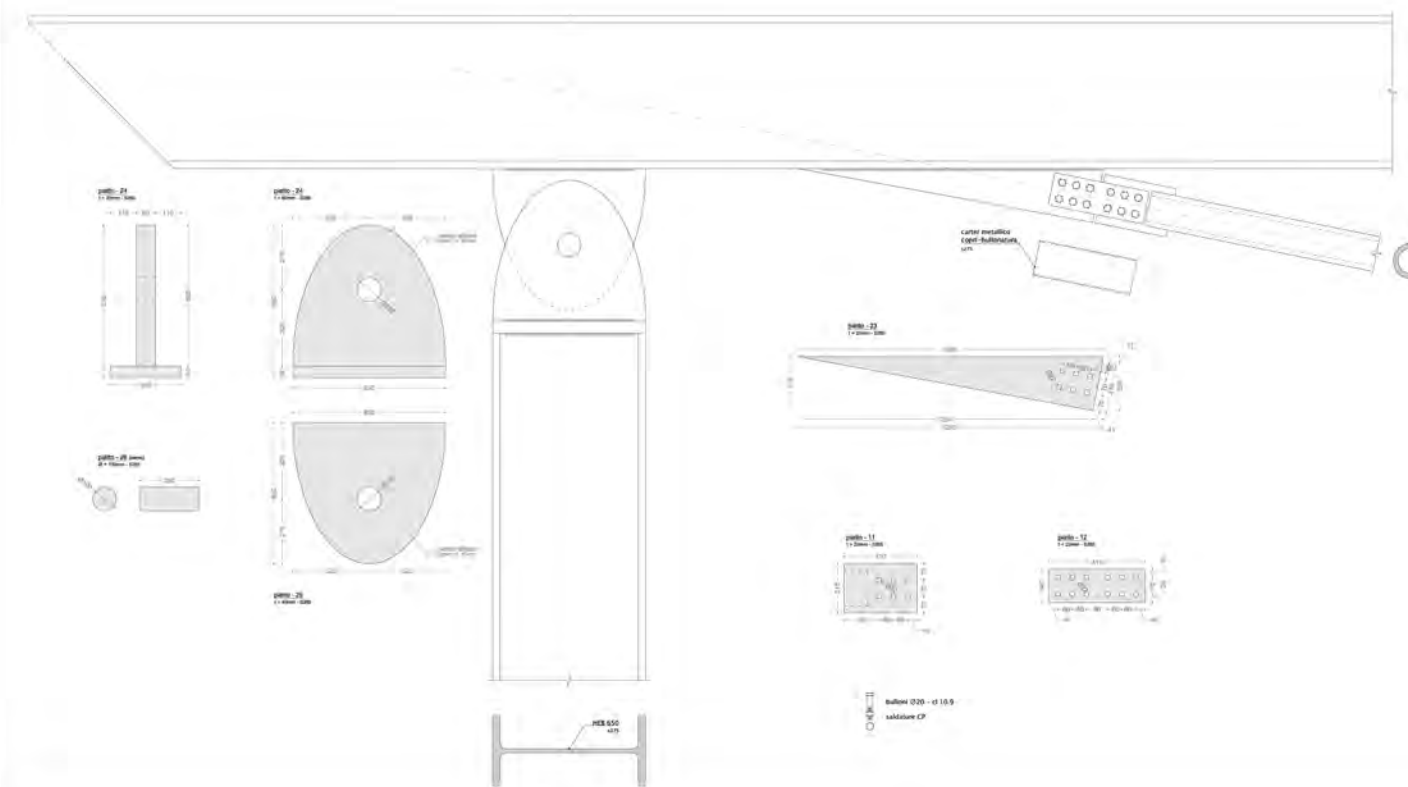
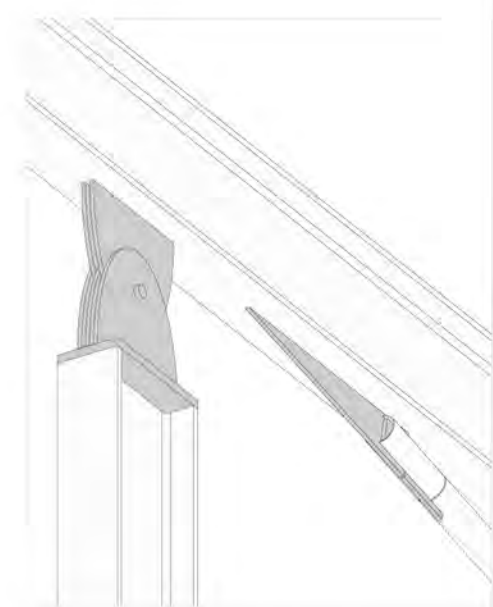
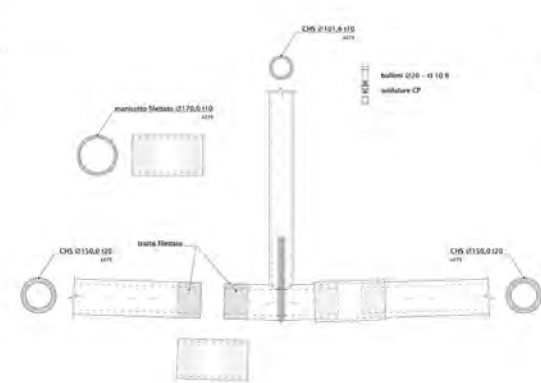
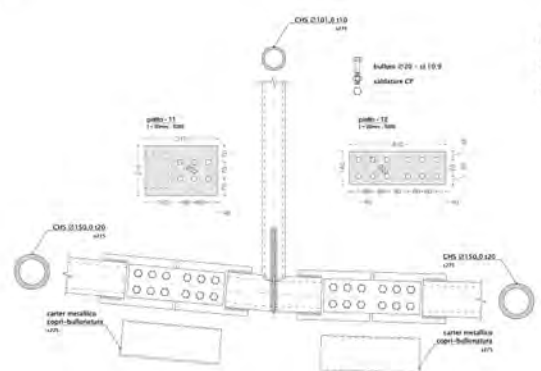
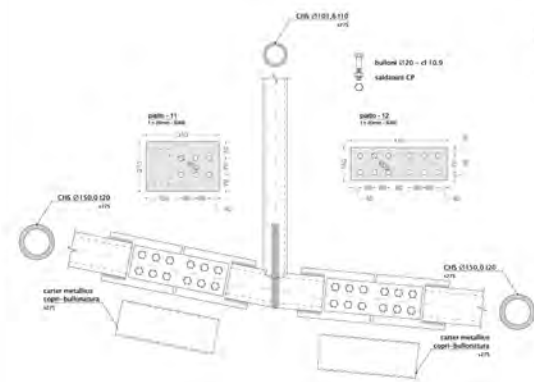
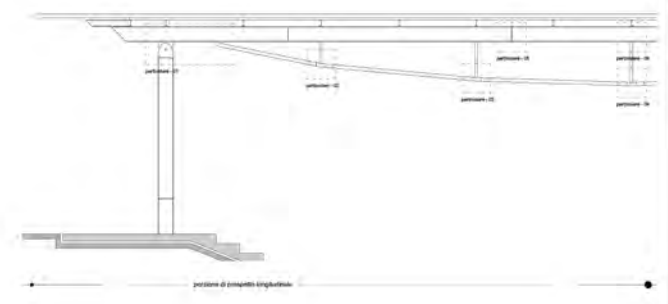
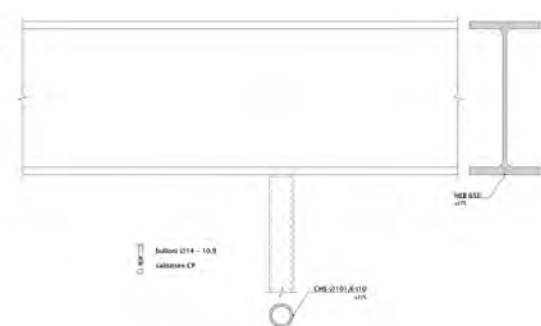
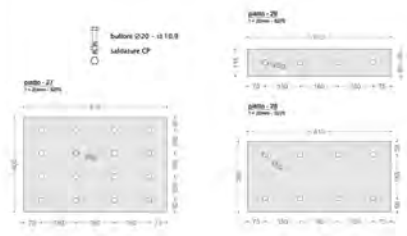
scala: 1:200

1224447\_5

sahc

## **9.3 | Allegato D – Tavole Strutturali Tecniche**





**università di Pisa**  
 Centro di Ricerca in Ingegneria delle  
 Test di Laurea Specialistica

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'ala per attività natatoria.

**oggetto scuola** | studio strutturale dell'ingegnere in direttore  
 del laboratorio dell'ala per attività natatoria.

**progettazione** | **prof. Ing. Marco Senni**  
**ing. Marco Andreoli**

**co-progettazione** | **prof. Ing. Costantino Nardelli**  
**arch. Maurizio Tomasi Nardelli**

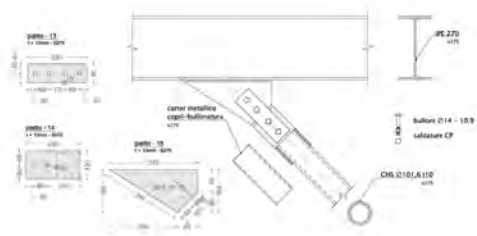
**Assistenti** | **Massimiliano Montanari**

**realizzato** | **studio jacobson**

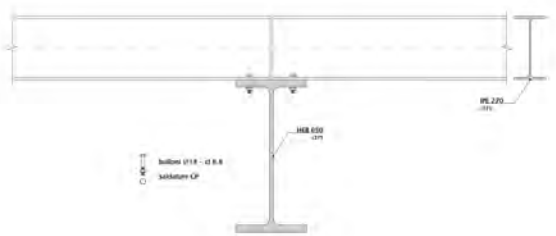
**collaboratori** | **struttura acciaio** - particolari A4 4 x 4

scala 1:100  
 scala 1:50

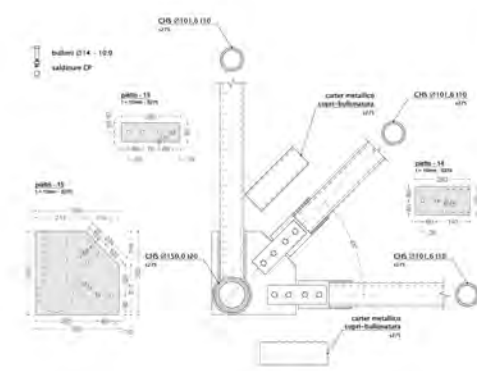
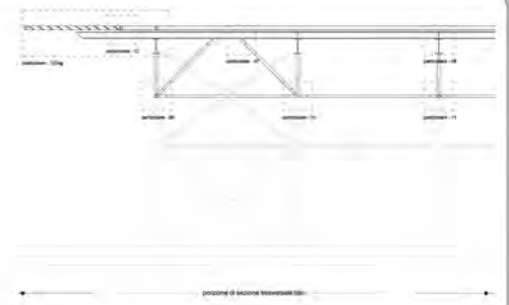
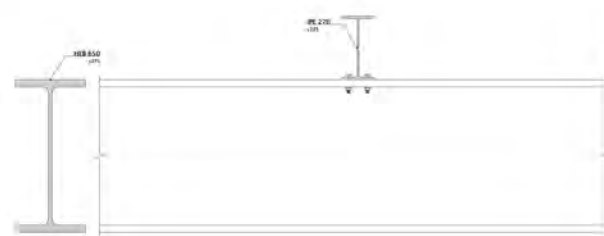
**sahc**



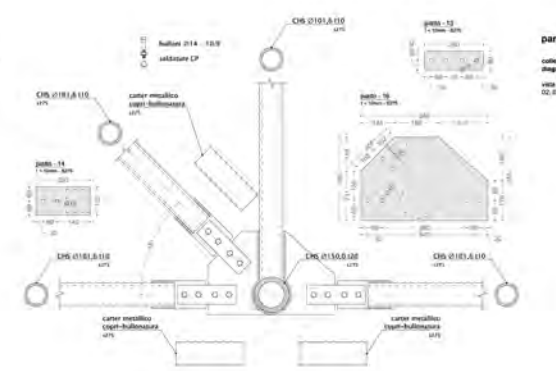
**particolare - 07**  
collegamento tra diagonale crociera e antracite superiore



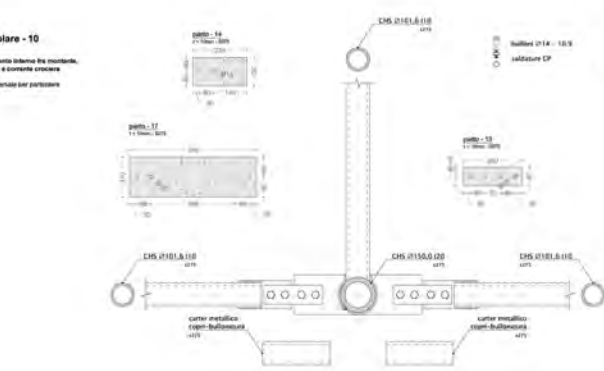
**particolare - 08**  
collegamento tra diagonale crociera e antracite superiore



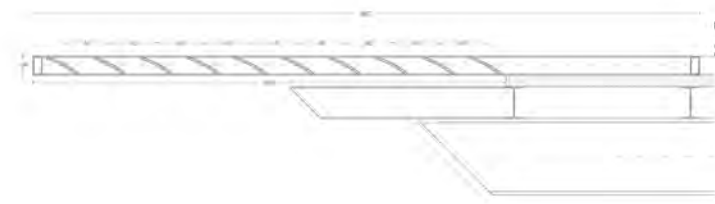
**particolare - 09**  
collegamento tra diagonale crociera e antracite superiore



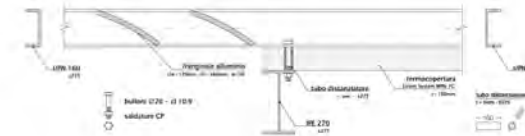
**particolare - 10**  
collegamento tra diagonale crociera e antracite superiore



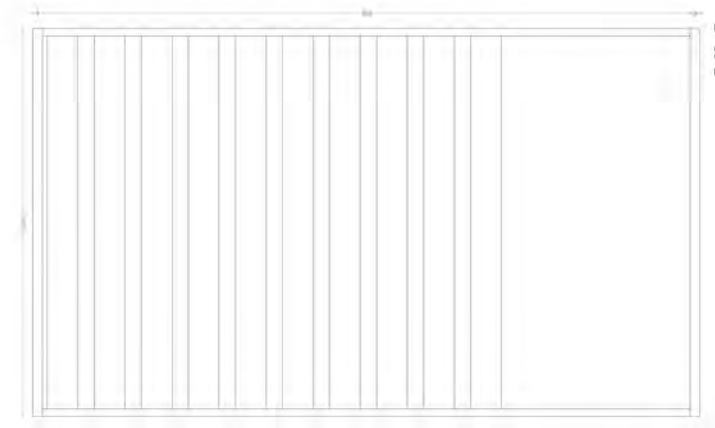
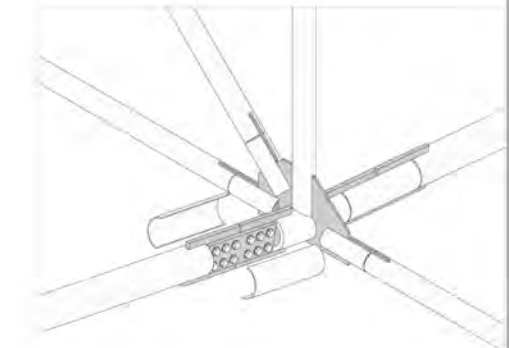
**particolare - 11**  
collegamento tra diagonale crociera e antracite superiore



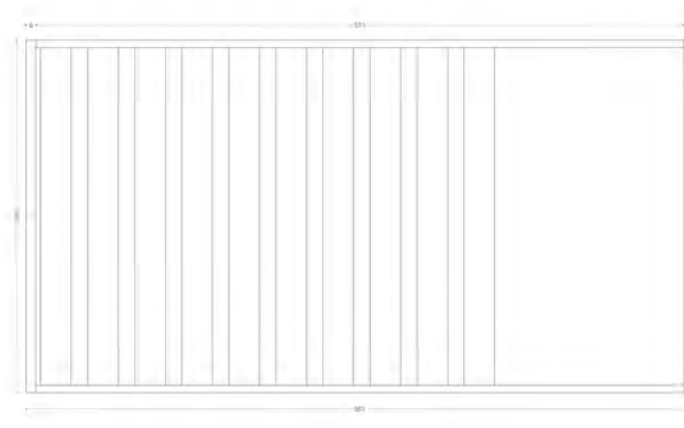
**particolare - 12big**  
sezione struttura trapezoidale di copertura



**particolare - 12**  
collegamento tra diagonale crociera e antracite superiore



**particolare - 12big**  
sezione struttura trapezoidale di copertura



**particolare - 12big**  
sezione struttura trapezoidale di copertura

**UNIVERSITÀ DI TRIESTE**  
 Dipartimento di Ingegneria ed Architettura  
 Corso Unità d'Italia, 48 - 34127 Trieste, Italia

**PROGETTO** progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Piatrasca con studio strutturale dell'ala per attività motorie.

**OGGETTO** studio di fattibilità strutturale dell'ala per attività motorie.

**PROGETTAZIONE** prof. Ing. Marco Corini  
 Ing. Marco Andreatti

**COORDINAMENTO** prof. Ing. Giacomo Nardoni  
 arch. Massimo Tomi Nardoni

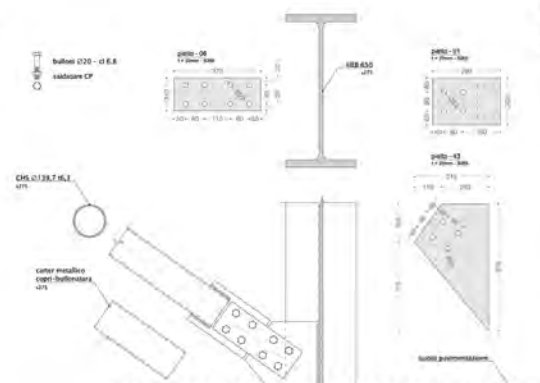
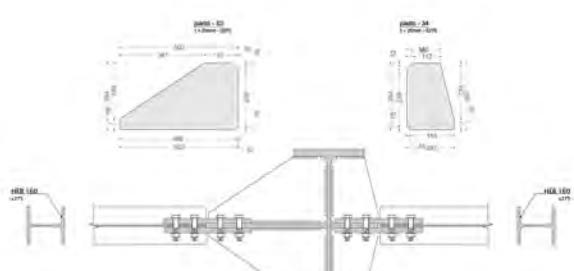
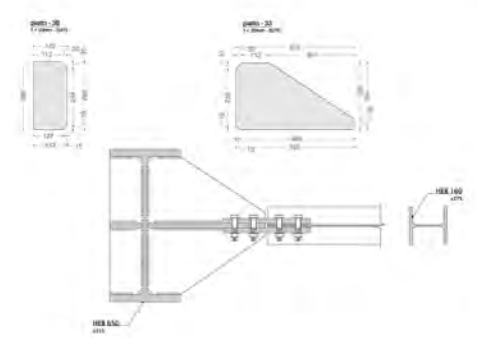
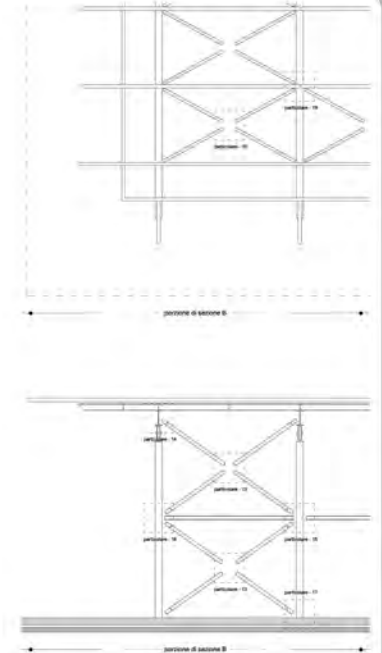
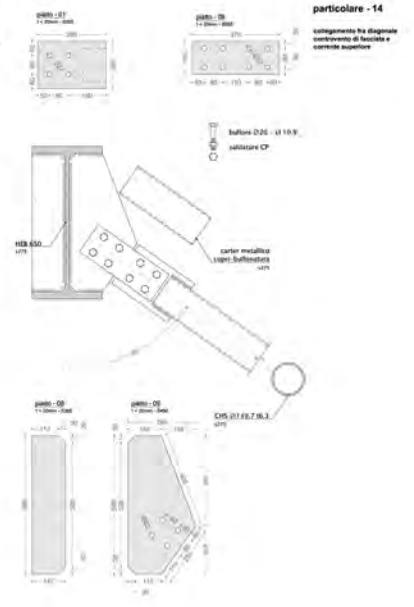
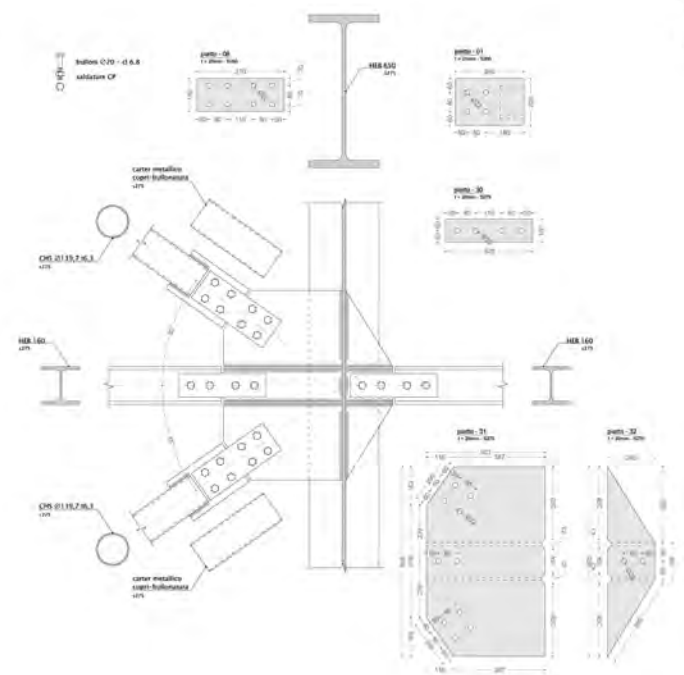
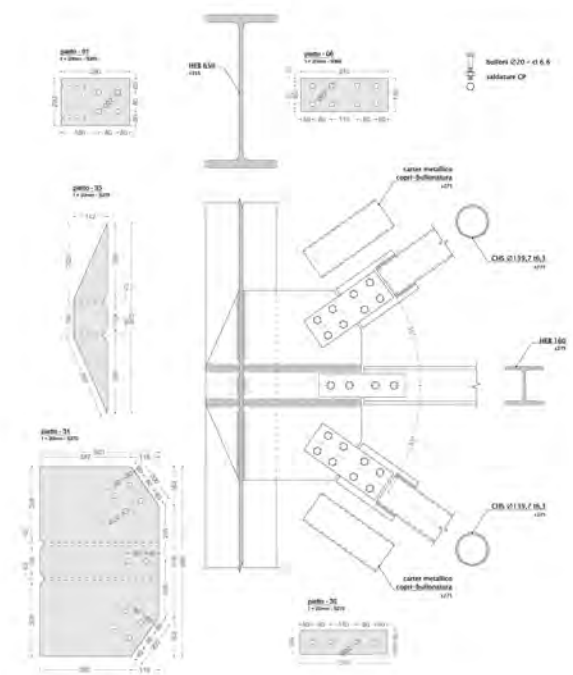
**REDAZIONE** Massimo Tomi Nardoni

**scienze e tecnologie**  
**struttura acciaio** - particolari di n. 4.14

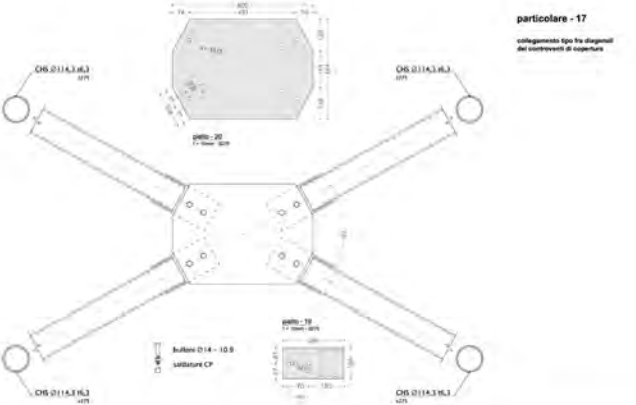
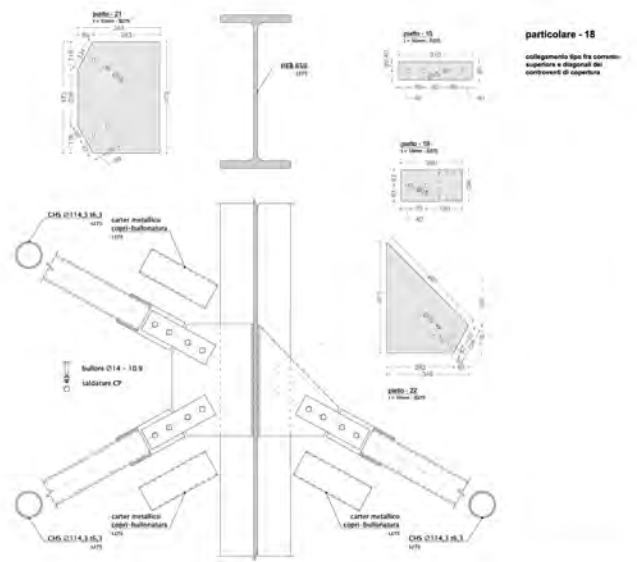
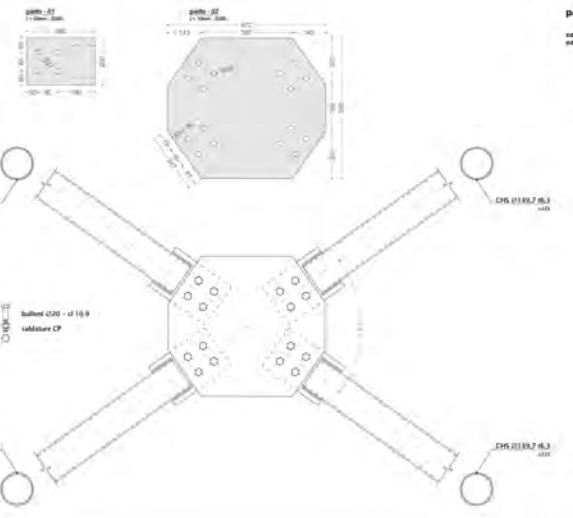
scala 1:50  
 scala 1:50  
 scala 1:20

12 | 4.14

**sahe**



particolare - 17



**università di Ets**  
 scuola di Architettura  
 corso di Laurea in Ingegneria edile  
 prof. di Tecnica Costruttiva

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'ala per attività natatoria.

oggetto tavola | struttura acciata - particolari di facciata e  
 di copertura dell'ala per attività natatoria.

relatore | prof. Ing. Marco Sassi  
 ing. Marco Andreoli

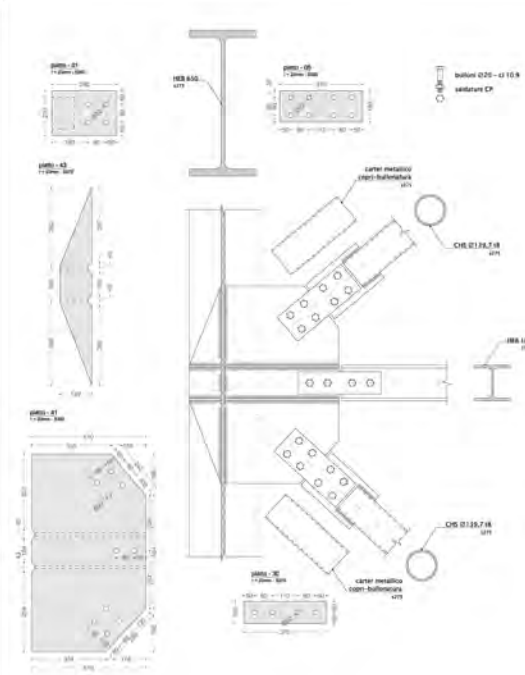
relatore | prof. Ing. Stefano Nardelli  
 arch. Massimo Tassi Mariani

relatore | Massimo Tassi Mariani

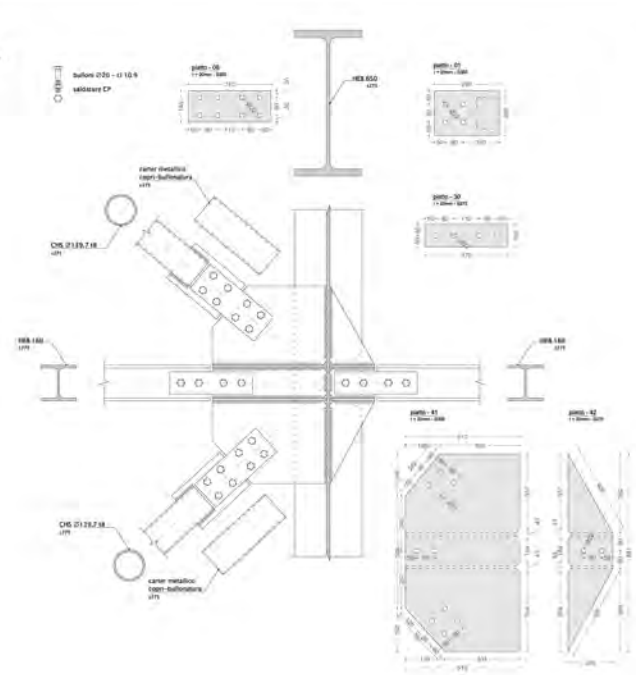
scala | scala 1:50  
 scala 1:50  
 scala 1:50

1 2 3 4

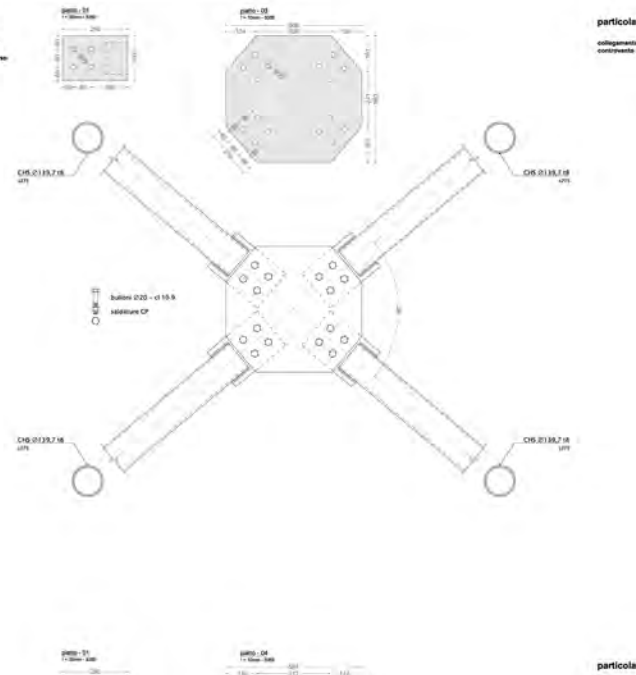
**sahe**



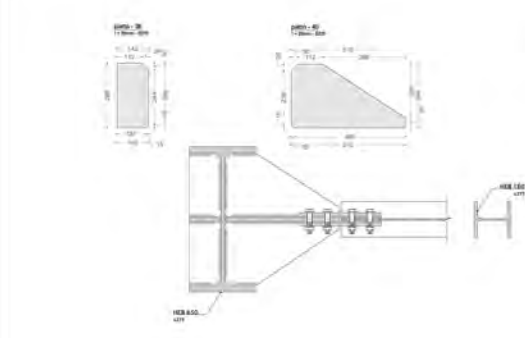
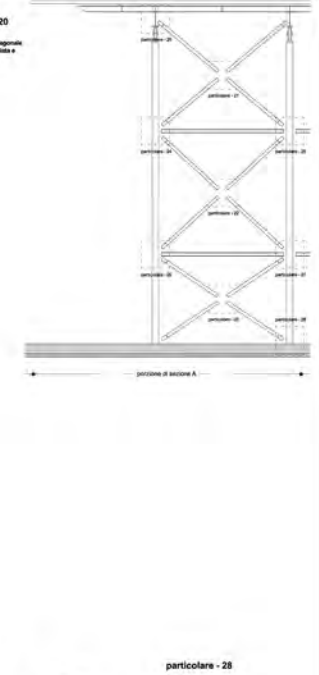
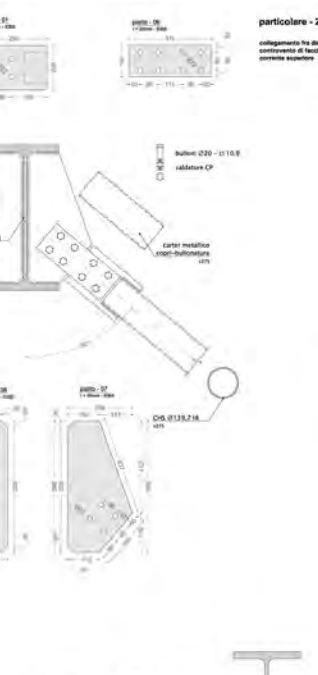
**particolare - 24**  
collegamento interno tra diagonali sottocentri di fascelle, colonna e trave sottocentri colonne



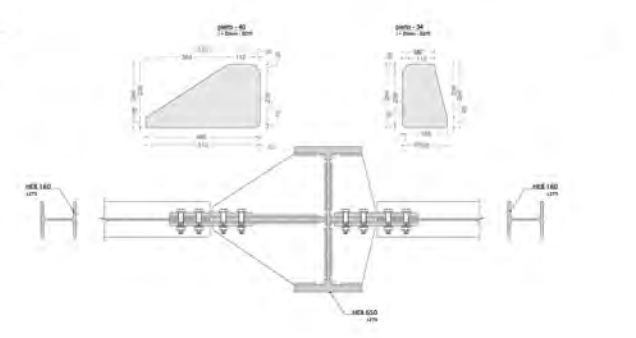
**particolare - 25**  
collegamento interno tra diagonali sottocentri di fascelle, colonna e trave sottocentri colonne



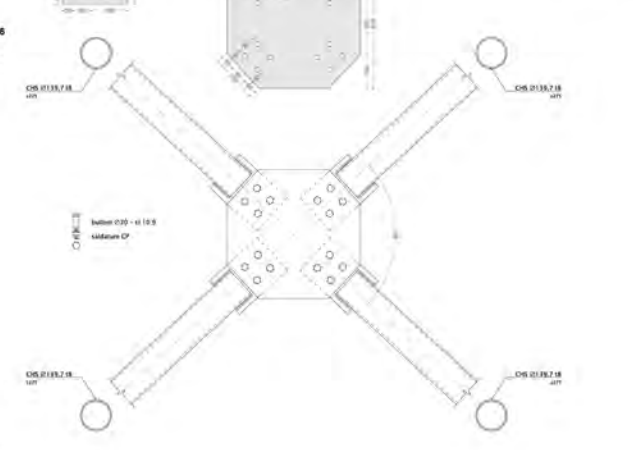
**particolare - 21**  
collegamento tra diagonali sottocentri di fascelle



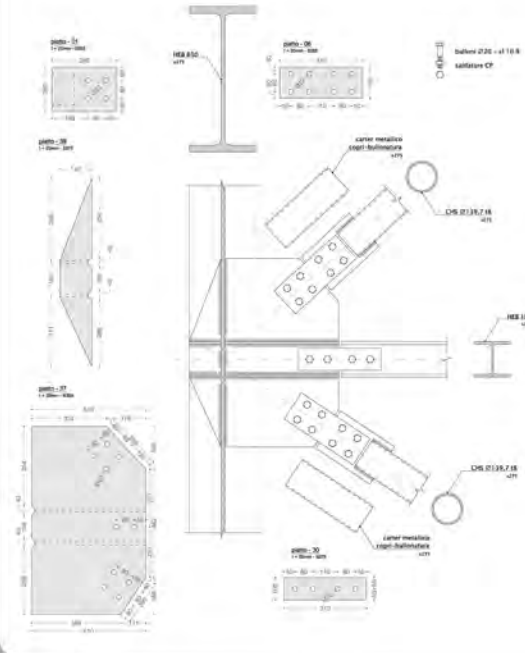
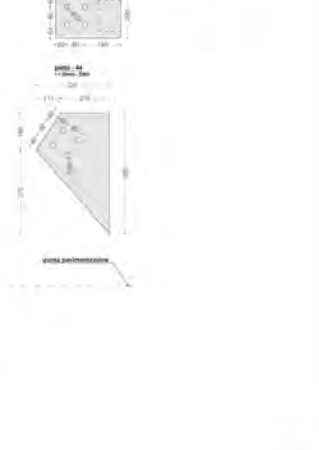
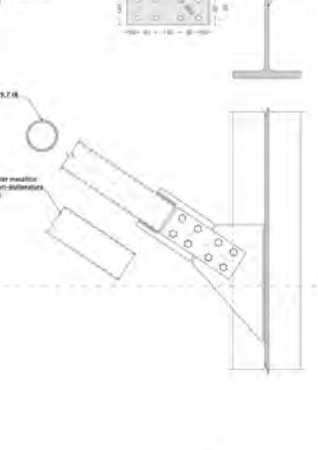
**particolare - 23/25**  
piano del collegamento interno tra diagonali sottocentri di fascelle, colonna e trave sottocentri colonne



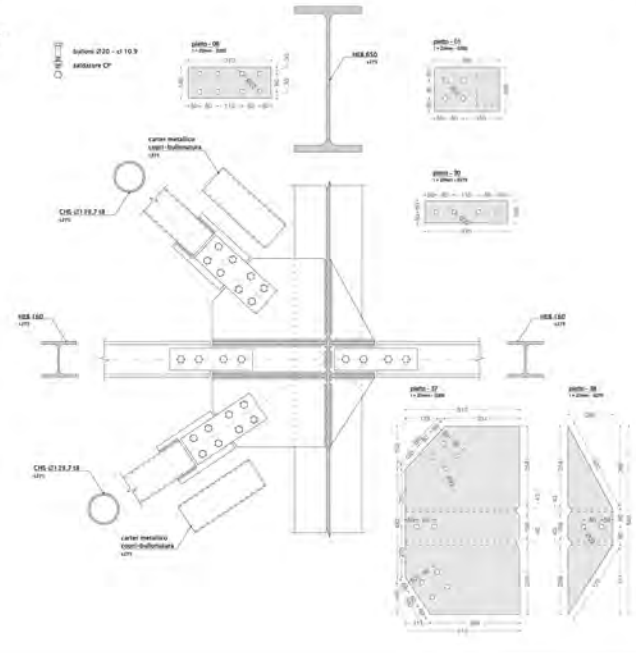
**particolare - 24/26**  
piano del collegamento interno tra diagonali sottocentri di fascelle, colonna e trave sottocentri colonne



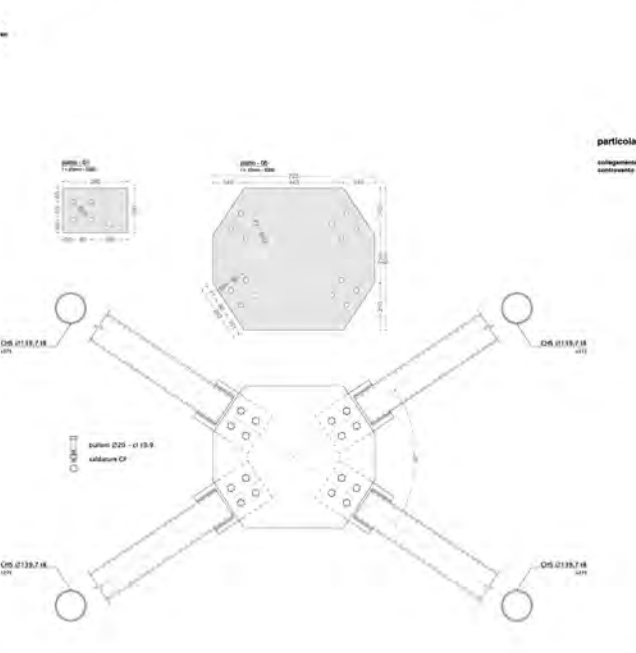
**particolare - 22**  
collegamento tra diagonali sottocentri di fascelle



**particolare - 26**  
collegamento interno tra diagonali sottocentri di fascelle, colonna e trave sottocentri colonne



**particolare - 27**  
collegamento interno tra diagonali sottocentri di fascelle, colonna e trave sottocentri colonne



**particolare - 23**  
collegamento tra diagonali sottocentri di fascelle

UNIVERSITÀ DI ROMA  
 CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE  
 50135 ROMA, ITALIA

progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio strutturale dell'ala per attività natatoria

supervisione | studio strutturale dell'organismo in acciaio di copertura dell'ala per attività natatoria

prof. Ing. Mauro Grossi  
 Ing. Marco Andreoli

prof. Ing. Cristiano Nardelli  
 arch. Andrea Lupo Bertone

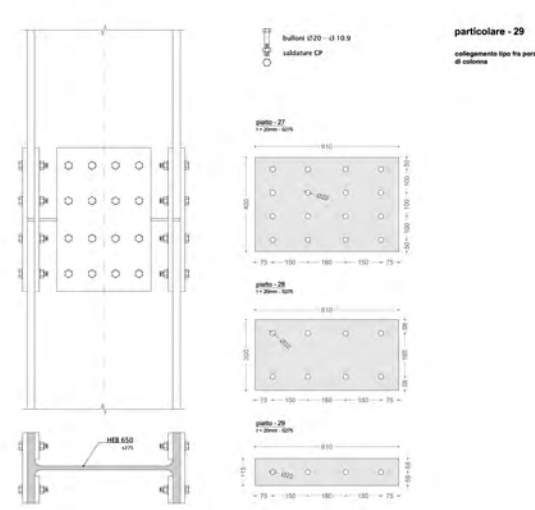
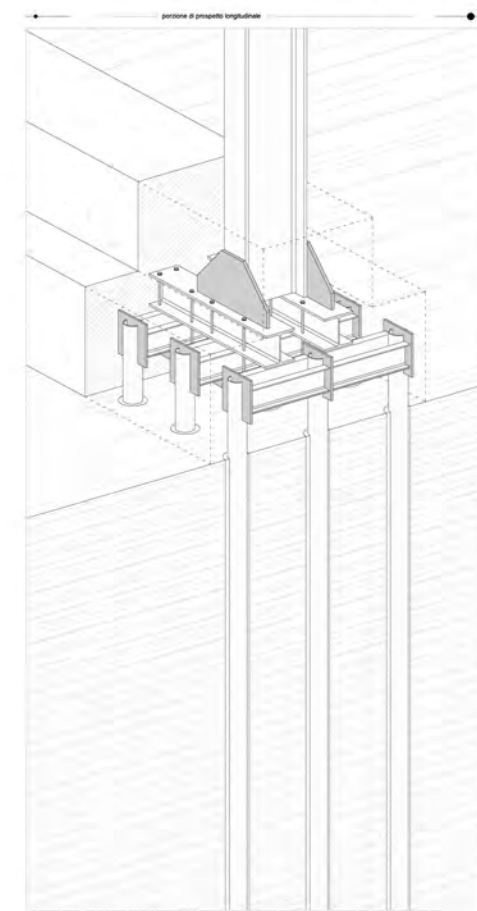
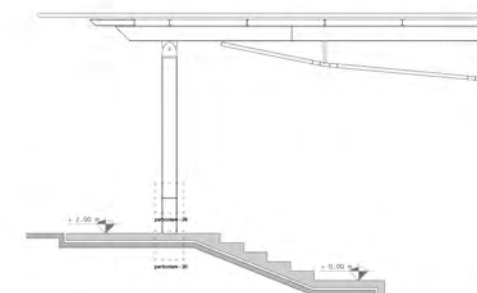
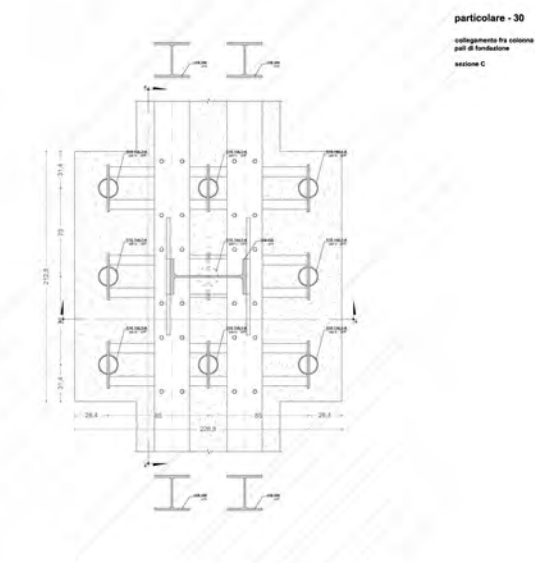
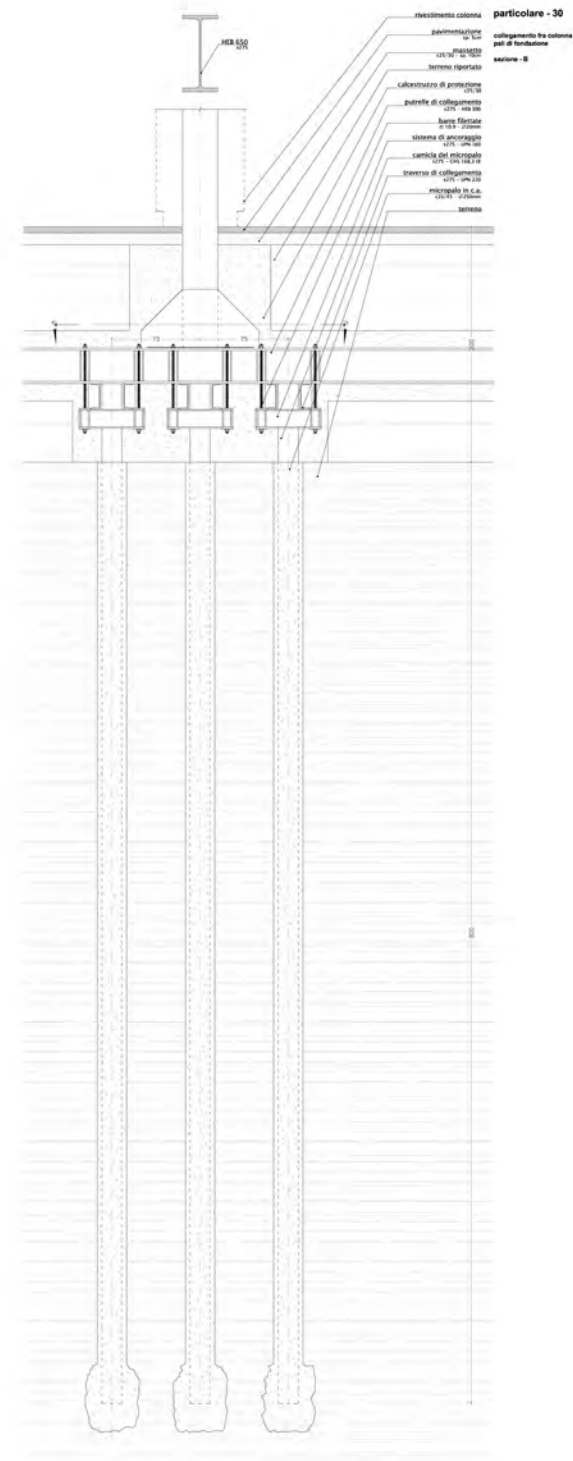
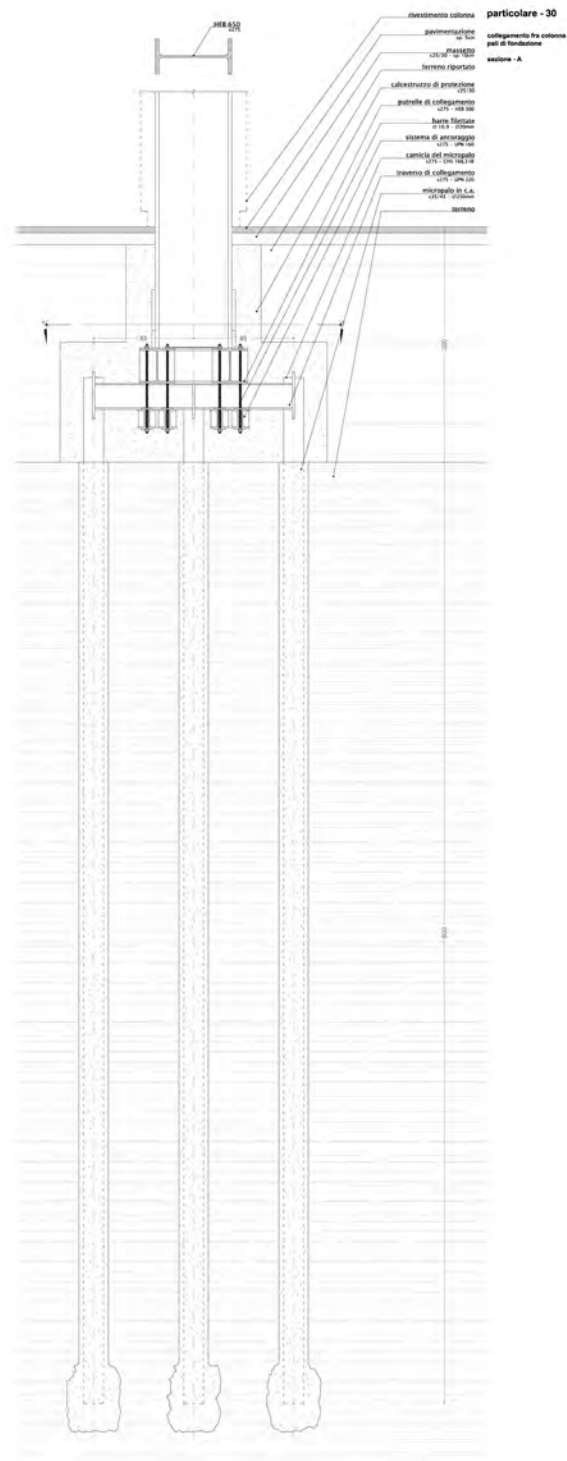
Realized by Fondi Novecento

struttura acciaio - particolari di 20 x 20

scala 1:20  
 scala 1:20

1 2 3 4

sahc



università di Pisa  
 corso di laurea in Ingegneria delle  
 tesi di laurea specialistica

2008-2009 | progetto architettonico di centro sportivo e sociale in Pietrasanta con studio  
 strutturale dell'ala per attività natatorie.

oggetto tavola | studio strutturale dell'organismo in acciaio  
 di copertura dell'ala per attività natatorie.

relatori: prof. ing. Mauro Sessa  
 ing. Marco Andreoli

relatore: prof. ing. Giacomo Nardelli  
 arch. Massimo Tano Martini

relatore: Roselliano Monteverdi

studio: architetto

contenuto tavola | fondazione - particolari da 29 a 30

scala 1:50 |  
 scala 1:10 |  
 scala 1:20 |

1 2 3 4 5 6

sahc