

COMMITTENTE



SOGGETTO TECNICO

DIREZIONE STAZIONI - INGEGNERIA E INVESTIMENTI

PROGETTAZIONE

MANDATARIA

CODING
 GENERAL ENGINEERING & PLANNING

CODING S.R.L.

MANDANTE

POLITECNICA
 BUILDING FOR HUMANS

POLITECNICA SOC. COOP.

SWS

SWS ENGINEERING S.P.A.

HUB DI INTERSCAMBIO FERROVIARIO DI POMPEI

PROGETTO DEFINITIVO

STRUTTURE

SCALE SC01 E SC02

Relazione di calcolo

SCALA

-

PROGETTO

3 2 0 5

ANNO

2 0

SOTTOPR.

S 0 1

LIVELLO

P D

NOME DOC.

P M S L

TIPO DOC.

R C

SCALA

S X

NUM.

E 0 1 A

REV.

Rev	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data	Autorizzato Il progettista	Data
A	Emissione	<i>I. Lardani</i>	<i>L. Nardoni</i>	<i>P. Luciani</i>	dic. 2020	<i>G. Coppa</i>	dic. 2020

Controllo Qualità

QA & QC	Verificato	Approvato	Autorizzato
	<i>M. Italiano</i>	<i>P. Bordini</i>	<i>R. Vangeli</i>

Soggetto Tecnico	Data	Referente di Progetto	Data
<i>F. Cerrone</i>	dic. 2020	<i>A. Martino</i>	

POSIZIONE ARCHIVIO

LINEA

= = = =

SEDE TECNICA

NOME DOC.

NUMERAZIONE

Verificato e Trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

Progetto definitivo
Scale SC01 e SC02
Relazione di calcolo
**HUB DI INTERSCAMBIO FERROVIARIO DI
POMPEI**

Rev.	Descrizione revisione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato
0	Emissione	I. Lardani	L. Nardoni	P. Luciani	F. Coppa

INDICE

1	SCOPO DEL LAVORO	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
1.1	NORME E/O LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE RELATIVE ALL'ACCESSIBILITÀ	7
1.2	NORME E/O LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE	7
1.3	NORME NAZIONALI	9
1.4	MANUALI, SPECIFICHE, ISTRUZIONI, PRESCRIZIONI, ETC. DI RFI, ATTINENTI LE OPERE CIVILI DI RFI	10
1.4.1	Opere civili	10
1.4.2	Impianti elettrici – Rete di terra e protezione dalle scariche atmosferiche	13
1.4.3	Impianti speciali – TVCC	13
1.4.4	Impianti speciali – IaP informazioni al pubblico	13
1.4.5	Impianti ascensori e scale mobili	14
1.4.6	Linea di Contatto	14
1.5	TARIFFE DI RFI	14
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	15
3.1	NUOVA FERMATA FERROVIARIA	15
3.1.1	Scelte di progetto	15
3.1.2	I fabbricati storici della Fermata Pompei Scavi	18
3.1.3	Dotazioni funzionali	21
3.1.4	Pensiline	21
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	23
5	MATERIALI	23
5.1	CALCESTRUZZO	23
5.1.1	Micropali di fondazione	23
5.1.2	Fondazioni	24
5.2	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	25
5.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	25

5.4	BULLONI.....	25
6	ANALISI DEI CARICHI.....	26
6.1	PESI PROPRI G1-G2.....	26
6.2	CARICHI VARIABILI QK1.....	27
6.3	CARICO VENTO QK3.....	28
6.4	CARICO NEVE QK4.....	31
6.5	VARIAZIONI TERMICHE	33
6.6	AZIONE SISMICA.....	34
6.7	SPOSTAMENTO ORIZZONTALE IMPRESSO DALLA PIASTRA DI SCAVALCO.....	37
7	COMBINAZIONI DI CARICO	40
8	MODELLAZIONE.....	41
8.1	MODELLAZIONE SCALA SC01 (NORD).....	41
8.2	MODELLAZIONE SCALA SC02 (SUD)	42
9	ANALISI DEGLI SPOSTAMENTI	43
9.1	SPOSTAMENTI VERTICALI.....	43
9.1.1	Scala SC01 (Nord).....	43
9.1.2	Scala SC02 (Sud).....	44
9.2	STATO LIMITE DI VIBRAZIONI.....	45
9.2.1	Scala SC01 (Nord).....	45
9.2.2	Scala SC02 (Sud).....	46
10	SOLLECITAZIONI AGENTI	47
10.1	COMBINAZIONI SLU E SLV.....	47
10.1.1	Scala SC01 Nord.....	47
10.1.2	Scala SC02 Sud.....	48
11	VERIFICHE STRUTTURALI.....	50
11.1	COSCIALE C500.....	51
11.2	UPN 370.....	53

11.3	DIAGONALE CONTROVENTO.....	55
12	METODO DI SOSPENSIONE CON BARRE DI APPENDIMENTO.....	57
12.1	VERIFICA DEL NODO DI ANCORAGGIO.....	57
13	VERIFICHE DELLE UNIONI BULLONATE COSCIALE – TRAVE FINALE	60
14	FONDAZIONI	62
14.1	FONDAZIONI SU PLATEA - SCALA SC01	62
14.2	FONDAZIONI SU MICROPALI - SCALA SC02.....	62
14.3	VERIFICA NODO DI BASE	65
14.4	AZIONI SUI MICROPALI SC02.....	68
14.5	VERIFICHE DEL MICROPALO.....	68
14.5.1	<i>Verifica micropalo soggetto a Compressione</i>	<i>68</i>
15	CALCOLO DELLE INCIDENZE	71
15.1.1	<i>Scala SC01 - NORD.....</i>	<i>71</i>
15.1.2	<i>Scala SC02 - SUD.....</i>	<i>71</i>

1 SCOPO DEL LAVORO

Oggetto della presente relazione sono i calcoli e le verifiche strutturali delle Scale SC01 e SC01 di collegamento tra la Piastra di scavalco e le banchine, per il nuovo HUB di Pompei. Tale opera è eseguita nell'ambito dei lavori relativi di inserimento di una nuova Stazione RFI sulla linea Napoli-Salerno (via Nocera Inferiore), che dovrà costituire il principale collegamento ferroviario con il sito archeologico di Pompei. L'opera si integra con gli edifici storici dell'antica Stazione Pompei Scavi, il cui ex fabbricato viaggiatori costituisce l'accesso alla nuova fermata.

Gli interventi si inquadrano nel programma di miglioramento dei collegamenti tra le reti e sono funzionali al potenziamento dell'interscambio in ottica di riduzione dei tempi di viaggio complessivi.

Le priorità di intervento nell'ambito del programma riguardano la realizzazione di un hub di interscambio ferroviario fra la linea RFI Napoli - Salerno (storica) e la linea Circumvesuviana Napoli-Sorrento gestita da EAV, in posizione adiacente agli Scavi Archeologici di Pompei ed il miglioramento dell'accessibilità ai grandi attrattori turistici costituiti dagli Scavi stessi e dal Santuario Mariano presente nel comune vesuviano.

Tenuto conto dell'unicità dei siti archeologici nell'area di Pompei e dei bacini di domanda, l'intervento mirato al miglioramento dell'accessibilità al sito, con la realizzazione di una nuova fermata ferroviaria, unitamente a tutti gli investimenti inerziali previsti nel bacino vesuviano/costiero, crea le condizioni per la messa a sistema dei flussi.

In quest'ottica, la vicinanza fisica tra le due ferrovie si trasforma in opportunità di migliorare l'accessibilità ferroviaria al sito mediante un nuovo nodo di interscambio.

L'intervento consiste nella realizzazione di un nodo di interscambio tra la ferrovia RFI Napoli – Salerno (via Nocera Inferiore) e la linea Napoli – Sorrento gestita da EAV (Ex-Circumvesuviana) in corrispondenza del sito UNESCO di Pompei, in prossimità dell'uscita di Pompei Ovest dell'autostrada A3 Napoli-Salerno e facilmente accessibile anche dalla S.S. 18, costituendo un nodo strategico per l'accessibilità alla rete TPL per i comuni di Pompei, Torre Annunziata e Castellammare di Stabia.

L'idea del nodo intermodale di Pompei nasce nell'ambito del Sistema di Metropolitana Regionale (SMR), approvato con DGR 1282 del 5/04/2002 con l'obiettivo di integrazione e sviluppo della mobilità ferroviaria campana attraverso interventi di carattere infrastrutturale.

Nel 2015 RFI ha redatto un primo studio di fattibilità teso ad individuare i principali interventi da eseguire, con un importo complessivo delle opere da realizzare pari a 33 milioni di euro e tempi di realizzazione di 36 mesi.

In seguito, nell'ambito di incontri specifici coordinati dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, presso la Regione Campania con le Amministrazioni locali, lo studio del nodo di interscambio è stato oggetto di approfondimenti in relazione alle esigenze manifestate dai diversi stakeholder.

Pertanto, alla luce dell'esigenza di favorire la connettività dell'HUB con il tessuto urbano circostante è stata sviluppata un'ipotesi progettuale a cura RFI in coerenza con i requisiti di seguito espressi e condivisi con gli stakeholder interessati (Comune di Pompei, Regione Campania - ACaMIR, Ente Autonomo Volturno EAV) nell'ambito dei tavoli tecnici sul tema:

- aumentare l'accessibilità agli scavi mediante il potenziamento infrastrutturale e la realizzazione di una nuova fermata RFI;
- miglioramento dell'accessibilità da/per l'area archeologica;
- intermodalità RFI/EAV.

La struttura è progettata coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, Norme Tecniche delle Costruzioni 2018.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

NB: L'elenco riportato ha valore indicativo. L'appaltatore è comunque tenuto all'osservanza di tutte le norme, nazionali ed internazionali, applicabile ed in vigore al momento della realizzazione.

1.1 Norme e/o linee guida per la progettazione e costruzione relative all'accessibilità

- Legge 9.1.1989, n° 13. Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati.
- D.M. (LL.PP.) 14.6.1989, n° 236. Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche.
- Legge 5.2.1992, n° 104. Legge quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate.
- D.P.R. 24.7.1996, n° 503. Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

1.2 Norme e/o linee guida per la progettazione e costruzione

- UIC (Union Internationale Des Chemins de Fer), Fiche UIC – OR, Sagoma limite cinematica internazionale, Gabarit C1. (da adottare per la rete fondamentale europea, Piano Regolatore Europeo) Parigi, 1990.
- Linee guida - Sagome. Profili minimi degli ostacoli F.S., istruzione S.O.C.S./3870, Roma, 1990.
- Linee guida - Prescrizioni per la progettazione di marciapiedi alti nelle stazioni a servizio dei viaggiatori, istruzione R/ST.OC.412/4, ASA RETE, Roma, 1996.
- Linee guida - Sagome e profili minimi degli ostacoli. 23.07.90 – 003870.
- Linee guida - Pensiline; circolare 50 5.2 (1963).
- Linee guida - Gli ambienti per servizi alla clientela - ASA Passeggeri – 1998.
- Linee guida per la progettazione – Progettazione di piccole stazioni e fermate – dimensionamento e dotazione degli elementi funzionali” del 28/07/2014.

- Linee guida - Metodologia per la riqualificazione dei F.V. - Divisione infrastruttura – novembre 1999 – Direzione Movimento, Terminali Viaggiatori e Merci, Sviluppo e Progettazione stazioni – marzo 2002 .
- Linee guida - Servizi igienici per il pubblico - Divisione infrastruttura - settembre 1999 – Direzione Movimento, Terminali Viaggiatori e Merci – marzo 2002.
- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi variabili.
- UNI EN 1991-1-4 – Luglio 2005: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 206-1-2016 - Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 1992-1-1 – Novembre 2005: Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-2 – Gennaio 2006: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- UNI-EN 1997-1 – Febbraio 2005: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali.
- UNI-EN 1998-1 – Marzo 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI-EN 1998-5 – Gennaio 2005: Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- REGOLAMENTO (UE) n° 1300/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta (STI PRM) – Unione Europea.
- REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea (Unione Europea 18.11.2014).
- REGOLAMENTO (UE) N. 1301/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea (Unione Europea 18.11.2014).
- Regolamento (UE) n° 1300/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta (STI PRM) – Unione Europea;

- REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea (Unione Europea 18.11.2014)
- REGOLAMENTO (UE) N. 1301/2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea (Unione Europea 18.11.2014)

1.3 Norme nazionali

- Decreto Ministeriale del 17/01/2018 - “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Circolare M.LL.PP. n. 617 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell' “Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale del 17/01/2018”.
- Legge 1086/71, Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato.
- Legge 64/74, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- Legge 464/84, Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio geologico della Direzione generale delle miniere del Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale.
- Legge 46/90, Norme per la sicurezza degli impianti.
- Legge 109/94, La nuova legge quadro in materia di lavori pubblici - Legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche ed integrazioni.
- Legge 415/98, Interpretazione del criterio applicativo dell'articolo 21, comma 1-bis della legge 18 novembre 1998, n. 415.
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- D.M. 11/03/88, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Legge 10/91, Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale.
- D.P.R. 447 - 06/12/91, Regolamento di attuazione della legge 46/1990, in materia di sicurezza impianti.
- D.M. 20/02/92, Modello di dichiarazione di cui al regolamento di attuazione della legge 46/1990
- D.M. 22/04/92 Formazione degli elenchi dei soggetti abilitati in materia di sicurezza degli impianti.
- D.P.R. 412 - 26/08/93, Regolamento recante norme in attuazione dell'art. 4 della legge 10/1991.

- CIR 13/12/93, Indicazioni interpretative e di chiarimento all'art. 28 della legge 10/1991.
- D.M. 13/12/93 Modelli tipo per la relazione di cui all'art.28 della legge 10/1991.
- CIR 12/04/94 Indicazioni interpretative e di chiarimento all'art. 11 del DPR 412/93.
- D.P.R. 551 - 21/12/99 Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.
- D.P.R. 34 - 25/01/00 Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 8 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.
- D.M. 145 - 19/04/00 Regolamento recante il Capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.
- D.M. 04/08/00 Modificazioni alla tabella relativa alle zone climatiche di appartenenza dei comuni italiani, allegata al regolamento per gli impianti termici degli edifici, emanato con decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.
- D.P.R. 380 - 06/06/01 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- D.Lgs. 301 - 27/12/02 Modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, recante testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia (Decreto Legislativo 27 dicembre 2002, n. 301 - GU n. 16 del 21-1-03).
- D.M. 16/02/2007 Classificazione di resistenza dei prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.
- D.Lgs.42 del 22/01/2004 Codice dei beni culturali e del paesaggio.
- Decreto 11 ottobre 2017 - Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

1.4 Manuali, Specifiche, Istruzioni, prescrizioni, etc. di RFI, attinenti le opere civili di RFI

1.4.1 Opere civili

- Manuale di progettazione delle opere civili – RFI DTC SI MA IFS 001 D, in particolare la sezione 5, prescrizione per i marciapiedi e le pensiline delle stazioni ferroviarie a servizio dei viaggiatori-RFI.DTC.SI.CS.MA.IFS.002.C.
- Procedura Operativa RFI DPR SIGS POTA 13 1 0 “Gestione dei Rifiuti” nella sua revisione corrente.

- Procedura Operativa Direzionale DPR P SE 10 1 1 del 30/11/2015 “Gestione materiali provenienti da tolto d’opera”.
- Procedura Operativa Direzionale RFI DCO PD INF 003 “Valorizzazione economica delle interruzioni della circolazione ferroviaria” emessa con Comunicazione Operativa n.231/AD del 03 ottobre 2006.
- Capitolato Generale tecnico di Appalto delle Opere Civili RFI DTC SI SP IFS 001 D.
- Manuale di Progettazione – Prescrizioni tecniche per la Progettazione Esecutiva – RFI DINIC MA OC 00 000 B del 20 settembre 2004.
- Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e altre opere minori sottobinario – RFI DTC INC PO SP IFS 001 del 27 dicembre 2011.
- Specifica per la progettazione e l’esecuzione di calcaferrovia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria RFI DTC INC PO SP IFS 002 del 27 dicembre 2011.
- Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari RFI DTC INC PO SP IFS 003 del 27 dicembre 2011.
- Specifica per la progettazione e l’esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo RFI DTC INC PO SP IFS 004 del 28 dicembre 2011.
- Specifica per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti negli impalcati ferroviari e nei calcaferrovia RFI DTC INC PO SP IFS 005 del 28 dicembre 2011.
- 2011/275/UE Specifica Tecnica di Interoperabilità sottosistema “Infrastruttura” del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale.
- Istruzione Tecnica n.44/M – DI TC/AR ST PO 002 A del 10 aprile 2000 – “Specifica tecnica relativa al collaudo dei materiali ed alla costruzione delle travate metalliche e miste acciaio-calcestruzzo per ponti ferroviari e calcaferrovia”.
- Istruzione Tecnica n.44/V – DI TC/AR ST PO 005 A del 01 marzo 2001 – “Cicli di verniciatura per la protezione dalla corrosione di opere metalliche nuove e per la manutenzione di quelle esistenti”.
- Procedura RFI DMA PD IFS 002 B del 25 marzo 2009 “Gestione degli attraversamenti e parallelismi dell’infrastruttura ferroviaria con condotte, con calcaferrovia o sottovia e con linee elettriche di Telecomunicazione”.
- Disposizioni Generali tecniche ed Amministrative (edizione 1957 – aggiornamento 1963) per l’esecuzione e gestione dei lavori di manutenzione dell’armamento approvate dal Ministro dei Trasporti con Decreto n. 5360 del 23 giugno 1965, limitatamente alle disposizioni tecniche ed all’art. 27 delle disposizioni amministrative.

- Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie RFI DTC INC CS SP IFS 001 del 29 novembre 2011.
- Linee guida per il collaudo statico delle opere di ingegneria civile dell'Infrastruttura Ferroviaria RFI DTC SICS PO LG IFS 001 del 27 dicembre 2013.
- Disciplinare degli elementi tecnico progettuali RFI DPR MA IFS 001 B del 1 dicembre 2016.
- Manuale DPR MA 007 1 0 del 8 agosto 2017.
- Manuale DPR MA 008 1 0 del 4 agosto 2017.
- Linea guida “Arredi di stazione – 1^ parte – indicazioni tecnico-funzionali per l'uniformità tipologica” – RFI DPR TES LG IFS 003 B del 23/12/2012.
- Sistema Segnaletico-Revisione 2013 – Istruzioni per la progettazione e la realizzazione della segnaletica a messaggio fisso nelle stazioni ferroviarie e successivi aggiornamenti - Direzione Produzione - DAMCG - Servizi per le stazioni - Progettazione Stazioni 18.12.2013.
- Linea Guida “Progettazione di piccole stazioni e fermate. Dimensionamento e dotazione degli elementi funzionali (aggiornamento)” RFI DPR DAMCG LG SVI 007 B del 28/07/2014.
- Linee guida “Accessibilità nelle stazioni – Elementi per la progettazione” – RFI DPR DAMCG LG SVI 009 B del 23/05/2016.
- Lettera RFI Direzione Produzione “Accessibilità stazioni – ascensori” del 13/07/2016 RFI DPR\A0011\P\2016\0004531.
- RFI DST MA IFS 001 “Abaco degli apparecchi illuminanti” – allegato al disciplinare degli elementi tecnico progettuali - Direzione Stazioni – Ingegneria e Investimenti – Standard Progettazioni (5.11.2019).
- Linea Guida “Illuminazione nelle stazioni e fermate” – RFI DPR DAMCG LG SVI 008 B del 24/07/2017.
- Manuale operativo – sistema segnaletico nelle stazioni ferroviarie – Cap. IV segnaletica a messaggio variabile - Direzione Produzione –19.02.2019 DPR MA 004 1 1.
- Manuale operativo per la realizzazione dei percorsi tattili per disabili visivi nelle stazioni ferroviarie” (RFI DPR DAMCG MA SVI 001 A) - aprile 2019.
- Percorsi tattili per disabili visivi nelle stazioni ferroviarie - Direzione Produzione - DAMCG - Servizi per le stazioni - Progettazione Stazioni - gennaio 2016.
- Documento di Sistema – III Livello – “Messa in servizio dei sottosistemi strutturali”: RFI DTC P SE 01 1 2 del 20/12/2017.
- Manuale “Manuale di progettazione per la riqualificazione delle stazioni di media importanza” (1^ Parte – RFI DPR TES MA IFS 001 A del 19/02/2013.

- Distanze minime degli ostacoli fissi – Prescrizione tecnica CIFI.
- Linee Guida per l'installazione di tornelli e la chiusura delle stazioni – RFI PRA LG IFS 002 A (aprile 2017).
- Security biglietterie e freccia club – linea guida e requisiti tecnico funzionali per la realizzazione di un sistema integrato di security nelle biglietterie della DPR, della DPLH e del freccia club (Trenitalia).
- Linee Guida “indicazioni tecnico-funzionali per la progettazione della Sala Blu” RFI.DAMCG.LG SVI 001 C.

1.4.2 Impianti elettrici – Rete di terra e protezione dalle scariche atmosferiche

- CEI EN 50122-1 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo Shock elettrico” (2012).
- CEI EN 50122-2 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua” (2012)
- RFI DTC ST E SP IFS ES 728 B “Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione” (2020).
- RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A “Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kVcc”. (2018).
- RFI DPRIM STF IFS TE 111 “Limitatore di tensione statico per gli impianti di terra e di ritorno TE per il sistema di trazione elettrica a 3 kVcc” (2013).
- RFI DMA IM TE SP IFS 001 B “Limitatore di tensione per circuiti di terra di protezione TE per linee a 3 kVcc” (2008).

1.4.3 Impianti speciali – TVCC

- RFI DPA SP 001 0 “RFI SPECIFICHE TECNICHE PER IMPIANTI DI SECURITY” (2019)

1.4.4 Impianti speciali – IaP informazioni al pubblico

- RFI DPR LG SE 02 1 0 “Linee guida per l'attrezzaggio degli impianti IaP nelle stazioni e fermate aperte al servizio viaggiatori” (2016).
- RFI DPR MA 004 1 1 “Sistema segnaletico nelle stazioni ferroviarie cap IV – Segnaletica a messaggio variabile (2019).

- RFI TEC LG IFS 002 A “Linee guida per la realizzazione degli impianti per i sistemi di informazione al pubblico” (2012).

1.4.5 Impianti ascensori e scale mobili

- Impianti traslo elevatori in servizi pubblico DPR MA 007 1 0 (31/07/2017).
- Telegestione degli impianti civili di stazione con piattaforma SEM DPR MA 008 1 1 (20/03/2019).

1.4.6 Linea di Contatto

- Capitolato Tecnico T.E. per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kVcc - Ed. 2014 - RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A.
- Specifica Tecnica - Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kVcc - Ed. 2018 - RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A.
- Disegno E64964b - Ed. 2017 - Sagome di riferimento per il pantografo da 1600 mm.
- Torri faro a corona mobile con altezza 18 m e 25 m - Ed. 2018 - RFI DTC ST E SP IFS LF 600 A.

1.5 Tariffe di RFI

- Elenco Tariffe di RFI anno 2020.
- Tariffa Elenco Nuovi Prezzi (Descrizione voci di prezzo non previste nelle tariffe RFI).

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è finalizzato a realizzare un nodo di interscambio tra la linea Napoli – Salerno convenzionale e la linea Napoli – Sorrento gestita da EAV mediante i seguenti interventi di tipo infrastrutturale:

- Inserimento nuova fermata in linea di RFI, costituita da due marciapiedi laterali, di lunghezza pari a 250 m, e da un Fabbricato Viaggiatori a “ponte” con funzione di collegamento tra i due marciapiedi ferroviari, che ricomprende a piano campagna il riutilizzo dei fabbricati della ex fermata Pompei Scavi, costruiti prima del 1840.
- Percorso pedonale di interscambio tra la nuova fermata RFI e la fermata esistente EAV Villa dei Misteri attraverso una passerella pedonale che, partendo dalla quota della piastra della fermata RFI, condurrà, scendendo con una pendenza dell’7%, al livello dell’asse pedonale dell’ex fermata borbonica - recuperato e ripavimentato - per raccordarsi infine con l’area pedonale dove si innesta via di Villa dei Misteri, da cui si accede alla fermata dell’EAV, e dove si apre l’ingresso di Piazza Esedra al sito archeologico degli scavi di Pompei.
Il percorso pedonale fino a via Plinio è inserito all’interno di un nuovo Parco Urbano, compreso tra il cavalcaferrovia di via Masseria Curato e la passerella pedonale.
- Nuovo parcheggio auto lato binario pari della nuova fermata RFI, accessibile dalla viabilità pubblica e collegato alla fermata.
- Nuova viabilità di accesso alla fermata e riorganizzazione della viabilità locale dell’area di intervento, con la pedonalizzazione di un tratto di via Plinio, dall’incrocio con viale Mazzini fino a quello con via Masseria Curato, e la realizzazione di un nuovo cavalcaferrovia di collegamento tra via Stabiana e via Mazzini.

3.1 NUOVA FERMATA FERROVIARIA

3.1.1 Scelte di progetto

La nuova Fermata RFI si colloca in prossimità dell’ingresso al sito archeologico di Pompei di piazza Esedra. La posizione è data dagli edifici storici dell’antica Fermata Pompei Scavi, in disuso dal 1960, di costruzione borbonica (1840). Tali edifici, l’ex Fabbricato Viaggiatori e l’ex fabbricato servizi igienici, saranno recuperati e formeranno parte della Fermata.

In particolare l'ex Fabbricato Viaggiatori costituirà l'atrio del nuovo Hub, dal quale, attraverso una scala e un ascensore si potrà accedere al piano superiore, dove una piastra sopraelevata sui binari costituirà il collegamento tra i due marciapiedi ferroviari.

La piastra, posizionata a quota +8.98, è la struttura dell'elemento a pianta rettangolare di 20x30 m, con dimensione maggiore in direzione trasversale ai binari. Quest'ultimo è caratterizzato da un giardino pensile circondato da un colonnato che sorregge le quattro falde spioventi verso l'interno, una sorta di peristilio contemporaneo ispirato all'architettura della domus pompeiana.

All'interno della struttura sarà possibile ospitare info point, desk informativi e teche espositive che orientino i visitatori e li introducano alla visita degli scavi e della città di Pompei.

Il sovrappasso, realizzato in acciaio per minimizzare l'impatto sull'esercizio in fase costruttiva, è pensato come una struttura aperta sul paesaggio, chiuso solo parzialmente da pareti e parapetti vetrati, per assolvere anche alla funzione di punto panoramico di visuale sugli scavi.

Il collegamento con gli Scavi e con la vicina Fermata EAV di villa dei Misteri (385 m) sarà garantito da una rampa che dalla piastra scende lungo il Parco Urbano verso l'area pedonale di via Plinio e da lì verso via Villa dei Misteri, resa pedonale e ripavimentata nel tratto compreso tra via Plinio e la fermata EAV.

A sud del nuovo Hub sarà realizzato un parcheggio d'interscambio con 146 posti auto, inclusi 3 stalli per disabili, con accesso pedonale diretto alle banchine e ingresso carrabile su via Masseria Curato.

Lungo il primo marciapiede della fermata, si dispone un'area pedonale con parco lineare che costeggia la banchina per tutto il suo sviluppo.



Figura 1: Sezione della piastra di collegamento

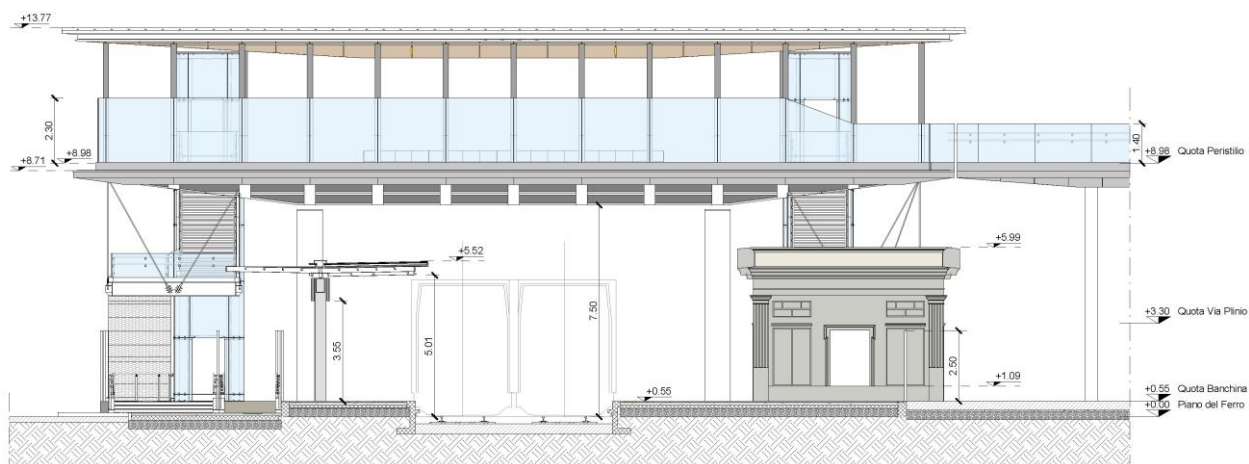


Figura 2: Prospetto est della piastra di collegamento



Figura 3: Gli alberi da frutto dipinti in una villa di Pompei

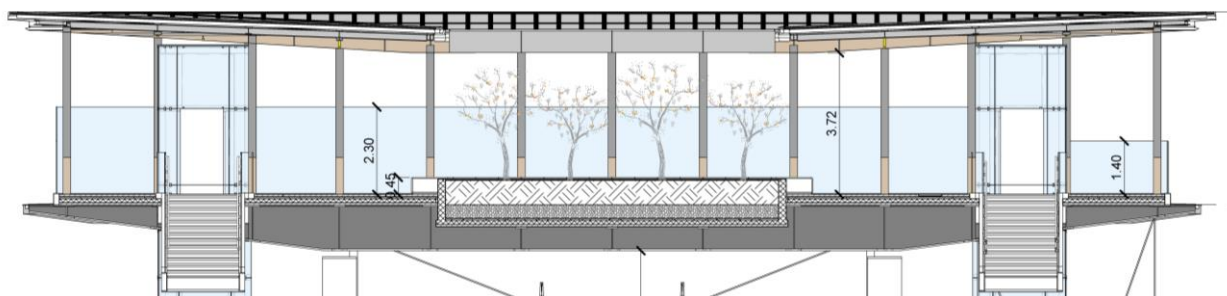


Figura 4: Dettaglio sezione trasversale

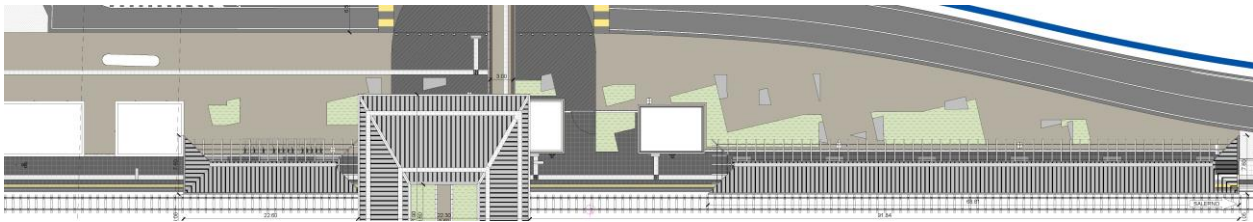


Figura 5: Parco lineare

La passerella pedonale in acciaio è sorretta da colonne $\phi 457$ spessore 20 poste ad interasse 11 m, tranne la prima campata che è larga 12 m, collegate da una trave centrale costituita da 2 HEB400 accoppiate. Gli sbalzi sono realizzati da profilati in acciaio con passo 2 m a sezione variabile.

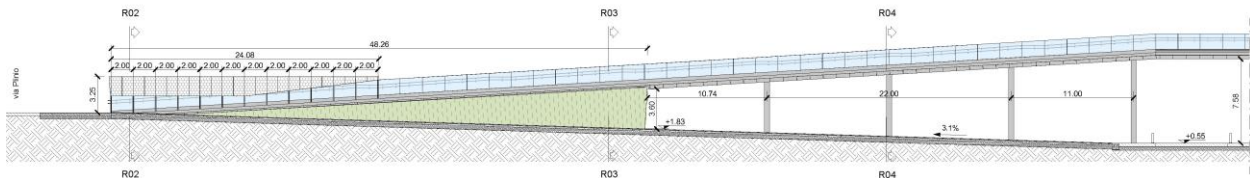


Figura 6: Passerella pedonale

3.1.2 I fabbricati storici della Fermata Pompei Scavi

La ex fermata Pompei Scavi fu realizzata nella prima metà del XIX secolo sulla linea Napoli-Nocera Inferiore, la prima ferrovia costruita in Italia, voluta dal re Ferdinando II di Borbone e realizzata tra il 1836 e il 1844 su progetto di Armand Bayard de la Vingtrie.

La fermata venne posizionata nelle vicinanze degli scavi archeologici di Pompei ed era costituita da un piccolo Fabbricato Viaggiatori a un piano, con atrio, biglietteria e sale d'attesa. La fermata era collegata alla viabilità pubblica da un viale che terminava in una piccola piazza a esedra prospiciente il Fabbricato Viaggiatori.

Il prospetto lato binari del Fabbricato Viaggiatori era decorato in stucco con stile neoclassico, arricchito da frontone triangolare, paraste doriche e bugnato liscio.

Nel 1906 alla stazione fu aggiunto un fabbricato «cessi», sempre ad un solo piano, ma privo della caratterizzazione architettonica delle facciate del Fabbricato Viaggiatori.

La stazione fu dismessa negli anni sessanta del Novecento e venduta a privati. Attualmente è inglobata all'interno della struttura di un ristorante ed il Fabbricato Viaggiatori risulta adibito a cucina.

Al fine di consentire la realizzazione del primo marciapiede ferroviario secondo gli attuali standard dimensionali minimi, verranno traslati i fabbricati storici, con il primario obiettivo del massimo recupero possibile delle preesistenze.

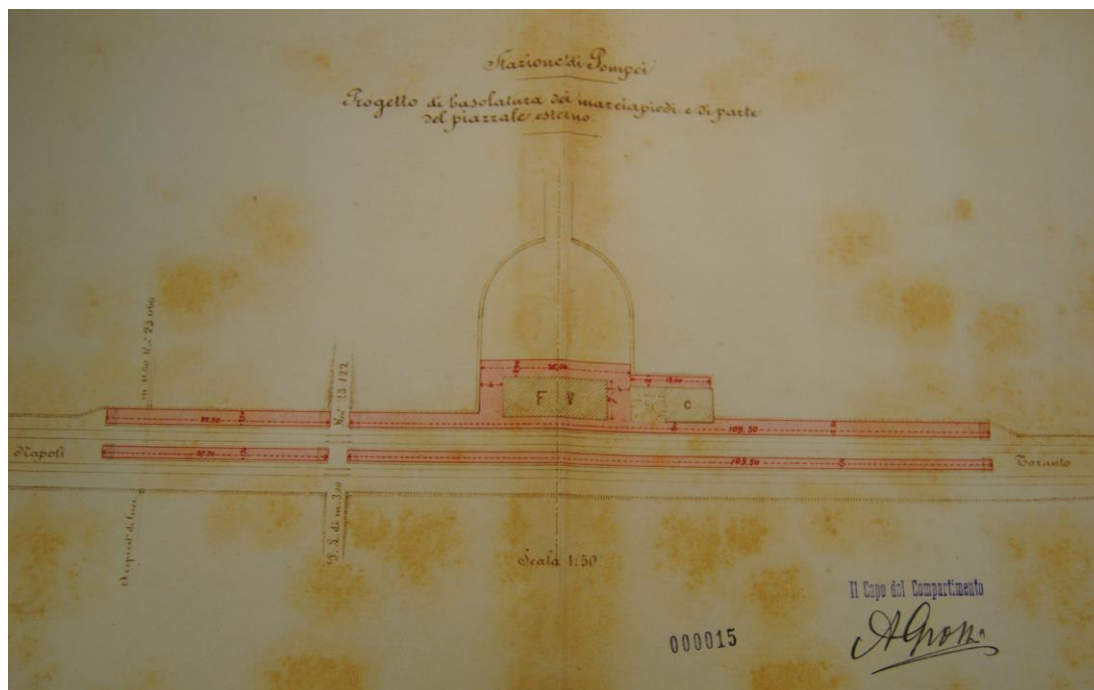


Figura 7: planimetria del progetto di basolatura del piazzale e dei marciapiedi della Ex fermata di Pompei scavi - fonte archivio storico FS

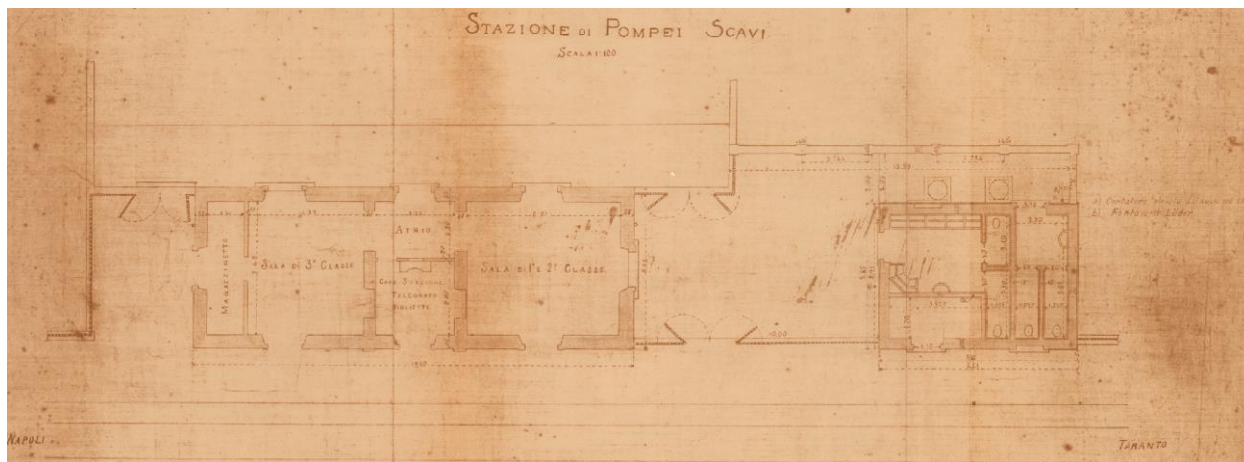


Figura 8: planimetria dei fabbricati della Ex fermata di Pompei scavi - fonte archivio storico FS

Le foto sotto riportate mostrano lo stato attuale dell'antico Fabbricato Viaggiatori e l'annesso locale bagni, caratterizzato da estesi fenomeni di degrado e manomissioni dovute all'attuale destinazione d'uso. La 15 mostra il prospetto lato binari del Fabbricato Viaggiatori, nella Figura 10 il dettaglio del timpano con la scritta originale "Pompei Scavi" ed il fabbricato che accoglieva i bagni. La Figura 11 mostra come i due fabbricati storici siano oggi stretti fra costruzioni sorte caoticamente intorno agli edifici.



Figura 9: Stato di fatto fabbricati dell'antica Fermata Pompei Scavi – prospetto lato binari



Figura 10: Stato di fatto fabbricati dell'antica Fermata Pompei Scavi – dettaglio del timpano del Fabbricato viaggiatori e del prospetto lato binari del locale bagni

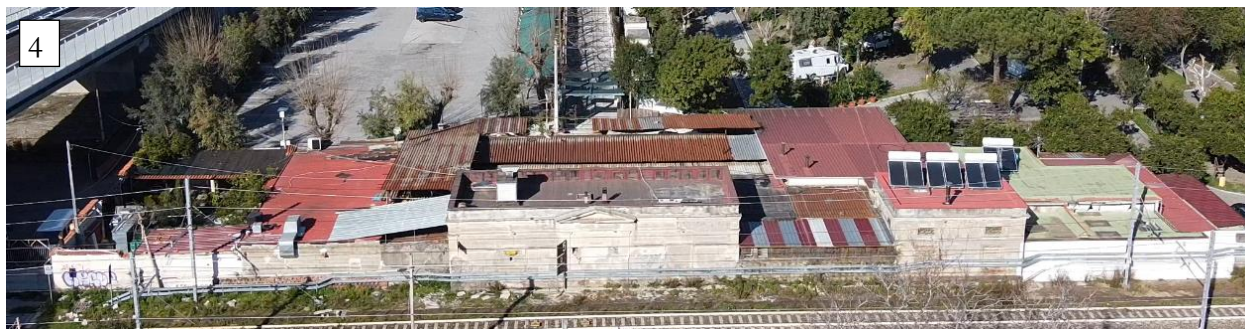


Figura 11: Stato di fatto fabbricati dell'antica Fermata Pompei Scavi – Vista dall'alto dei fabbricati storici circondati da strutture di nuova costruzione

3.1.3 Dotazioni funzionali

La fermata è dotata di banchine di 250 m di lunghezza per entrambi i marciapiedi. L'accesso alle banchine lato Parcheggio avviene tramite 2 rampe con pendenza 8%, mentre a nord può avvenire direttamente da quota strada, tramite la passerella pedonale con pendenza 7% che da via Plinio porta direttamente alla piastra di scambio o in alternativa alla passerella pedonale si può percorrere il Parco Urbano avente una pendenza del 3% verso la Fermata. È possibile fare il cambio di banchina tramite due ascensori e due scale, protetti dalla piastra, posti simmetricamente rispetto all'asse del ferro. I fabbricati borbonici recuperati e la nuova piastra di collegamento sono attrezzati con i servizi essenziali ai viaggiatori. Le pensiline, di lunghezza pari a circa 90 m per quella nord e 115 m per quella sud, sono composte da una struttura in acciaio e sono coperte lato binari e scoperte sui lati esterni, lasciando la struttura a vista evocando un pergolato.

3.1.4 Pensiline

Le pensiline a copertura dei marciapiedi ferroviari sono in acciaio, con pannelli di copertura lato binari, mentre le falde lato parco lineare e lato parcheggio sono aperte a formare un pergolato. Insieme alla piastra di collegamento coprono le banchine per una lunghezza di circa 135m. i pilastri di sostegno delle pensiline hanno un passo di 12 m e sono composti da due profilati metallici HEB-360 accoppiati fra loro. Una trave scatolare in acciaio di dimensioni 30x50 cm posta centralmente collega i pilastri. Al di sopra della trave scatolare corre la canalina di smaltimento delle acque. Ancora più in alto si diramano profili scatolari di altezza 18 cm che, con gli arcarecci, formano l'ossatura della pensilina.

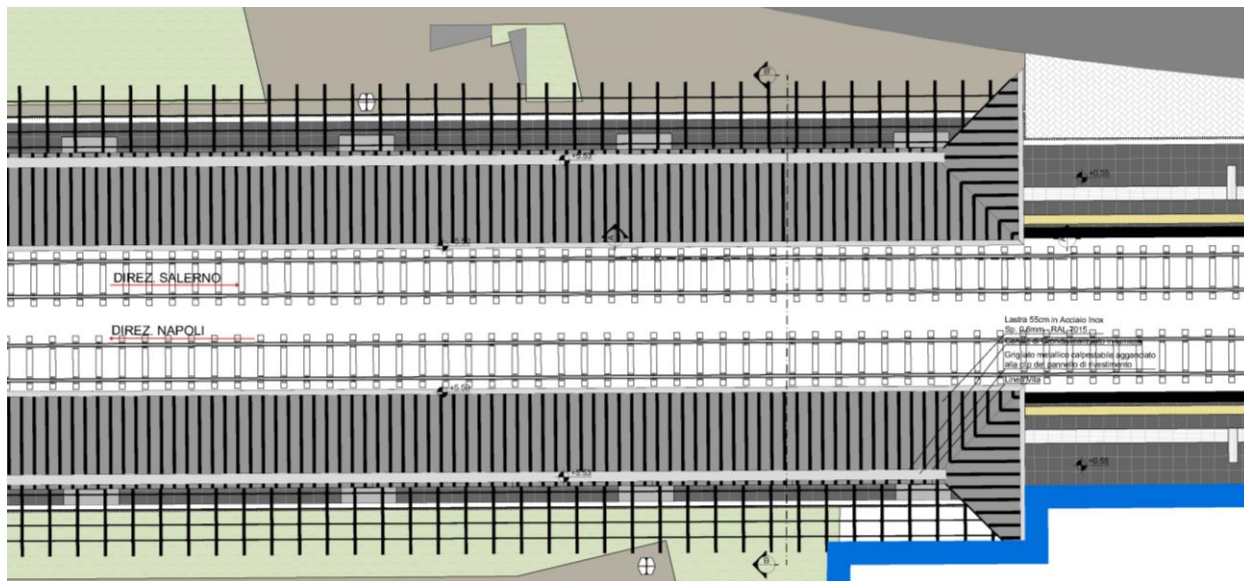


Figura 12: Pianta pensiline di banchina

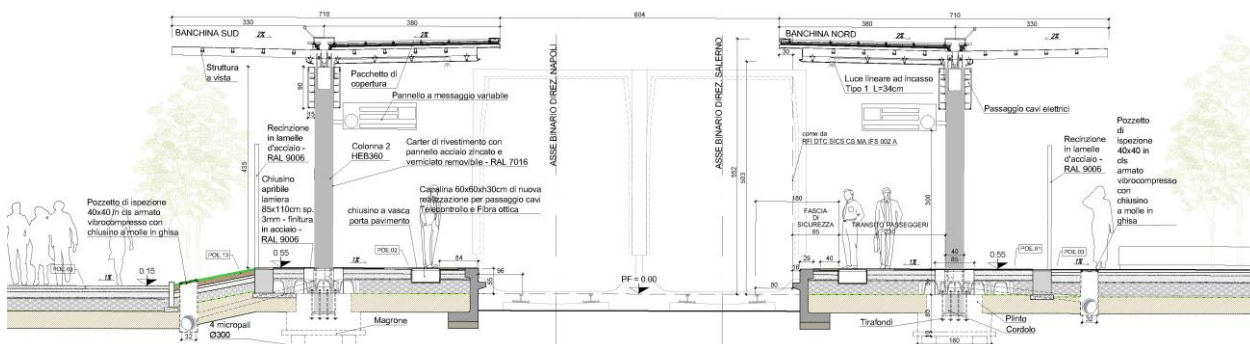


Figura 13: Sezione tipologica pensilina di banchina

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si assumono i seguenti parametri geotecnici dei terreni di rinfianco e di fondazione:

○ peso specifico	γ	16	kN/m ³
○ peso specifico saturo	γ_{sat}	16	kN/m ³
○ angolo di attrito	ϕ	29	°
○ coesione	c'	1,5	kN/m ²

La falda si trova a profondità 4.20m dal p.c..

5 MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati con le classi di esposizione coerenti con la UNI EN 206.

5.1 CALCESTRUZZO

5.1.1 Micropali di fondazione

Si prevede l'utilizzo di malta cementizia avente classe di resistenza 20/25 ($R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)

$$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 20.75 \text{ N/mm}^2$$

- Resistenza media a compressione

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 28.75 \text{ N/mm}^2$$

- Modulo elastico

$$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 30200 \text{ N/mm}^2$$

- Resistenza di calcolo a compressione

$$f_{cd} = a_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 11.76 \text{ N/mm}^2$$

- Resistenza a trazione media

$$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.27 \text{ N/mm}^2$$

- Resistenza a trazione

$$f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.59 \text{ N/mm}^2$$

MANDATARIA

CODING
GENERAL ENGINEERING & PLANNING

MANDANTI

 **POLITECNICA**
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

SWSTM

- Resistenza a trazione di calcolo
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.06 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara)
 $\sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 12.45 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)
 $\sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 9.34 \text{ N/mm}^2$

5.1.2 Fondazioni

Si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza 25/30 ($R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)
 $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 24.9 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione
 $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.9 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico
 $E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione
 $f_{cd} = a_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = 14.11 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media
 $f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione
 $f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 1.79 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara)
 $\sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 14.94 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)
 $\sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 11.21 \text{ N/mm}^2$

5.2 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

- Tipo B450 (controllato in stabilimento)
- $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ Tensione caratteristica di snervamento
- $f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 391.30 \text{ MPa}$ Resistenza di calcolo
- $\sigma_s = 0.75 f_{yk} = 337.50 \text{ MPa}$ Tensione limite in condizione di esercizio (comb. Rara)
- $E_s = 210000 \text{ MPa}$ Modulo elastico

5.3 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

Profilati: S 355

- Modulo di elasticità $E_a = 210000 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento rottura $f_{yt} \geq 510 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento di progetto $f_{yd} \geq 338 \text{ MPa}$

5.4 BULLONI

Bulloni di Classe 8.8

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yb} \geq 640 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento rottura $f_{ub} \geq 800 \text{ MPa}$

6 ANALISI DEI CARICHI

A seguire si riportano le condizioni di carico che verranno spiegate nel dettaglio nel presente capitolo.

TABLE: Load Pattern Definitions	
LoadPat	DesignType
Text	Text
G1	Dead
G2	Dead
Qk1_C2 affollamento	Live
Qk3_vento	Wind
Qk4_neve	Snow
ΔT	Temperature
Ex	Response Spectrum
Ey	Response Spectrum
Ez	Response Spectrum

6.1 Pesi propri G1-G2

I pesi propri strutturali sono calcolati in automatico dal programma di calcolo strutturale sulla base delle caratteristiche dei materiali utilizzati.

I pesi propri portati (G2) sono i seguenti:

- Gradini = 0.6 kN/m²
- Parapetto = 1 kN/m

I carichi sopra citati sono stati applicati su dei pannelli di tamponamento fittizi, in grado di ripartire i carichi sulle travi, come mostrato a seguire:

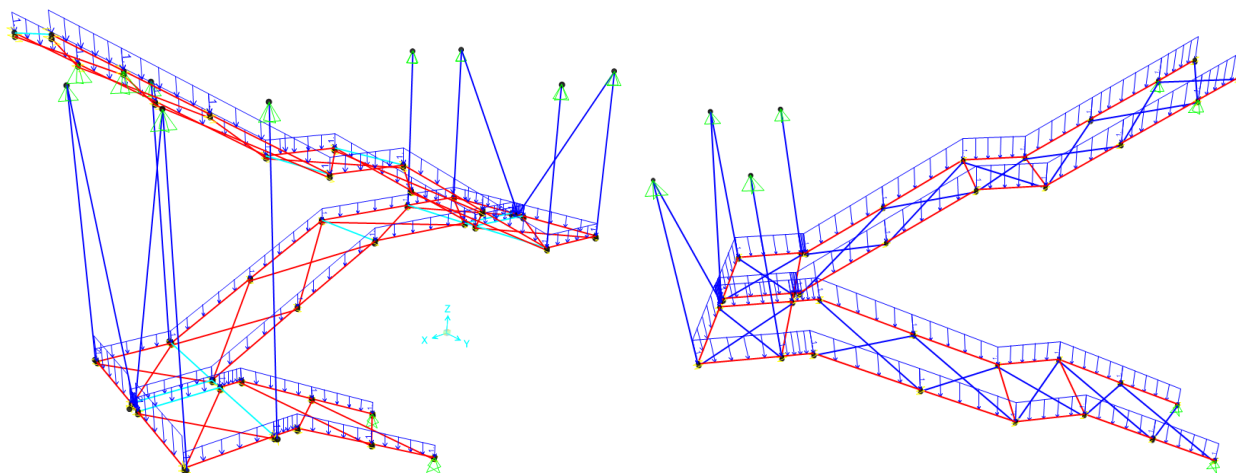


Figura 14: Applicazione del peso portato del parapetto

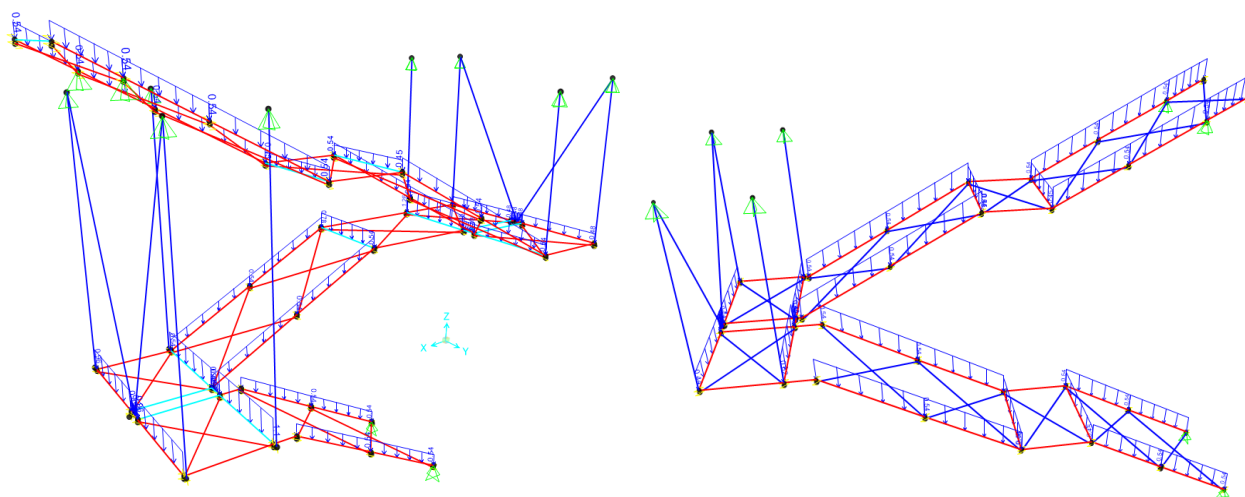


Figura 15: Applicazione del peso portato dei gradini

6.2 Carichi variabili Qk1

Si considerano i seguenti carichi variabili:

Folla compatta: 5.00 kN/m²

6.3 Carico vento Qk3

A seguire il calcolo dell'azione del vento.

DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria
(esclusa la provincia di Reggio Calabria)



Classe di rugosità del terreno:

C) Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D. Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati.

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):

Distanza dalla costa

T_R (Tempo di ritorno):

Categoria di esposizione

0	[m]
2	[km]
50	[anni]
II	

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5							ZONA 6				
A	--	IV	IV	V	V	V	A	--	III	IV	V
B	--	III	III	IV	IV	IV	B	--	II	III	IV
C	--	*	III	III	IV	IV	C	--	II	III	III
D	I	II	II	II	III	**	D	I	I	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											

ZONE 7,8			ZONA 9	
A	--	--	A	I
B	--	--	B	I
C	--	--	C	I
D	I	II	D	I
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7				

CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_a
3	27	500	0.37	1.000

$v_b = v_{b,0} * C_a$	
$C_a = 1$	per $a_s \leq a_0$
$C_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$	per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità base di riferimento) 27.00 m/s

$v_r = v_b * C_r$	
-------------------	--

C_r coefficiente di ritorno 1.00
 v_r (velocità di riferimento) 27.02 m/s

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 $q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2$ ($\rho = 1,25$ kg/m³)
 Pressione cinetica di riferimento q_r 456.29 [N/m²]

CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente dinamico [§3.3.8]

C_d	1.00
-------	------

Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze non maggiori di $z=200\text{m}$ valgono le seguenti espressioni

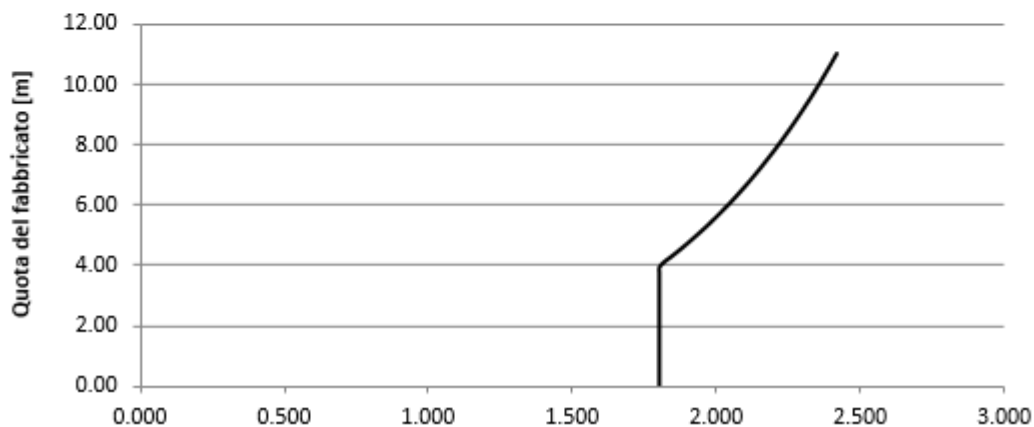
$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

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

k_r	z_0 [m]	$z_{\min}$ [m]
0.19	0.05	4.00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,\min}$	1.80	$z < 4.00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,\text{gronda}}$	2.42	$z = 11.05$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,\text{colmo}}$	2.42	$z = 11.05$

Andamento Coefficiente di Esposizione



Coefficiente di forma

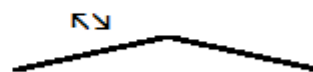
Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde, inclinate, curve

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

(2) copertura sopravvento

$\pm 1.37 \text{ kN/mq}$

→
Direzione del vento →
→



PRESSIONI DEL VENTO IN DIREZIONE TANGENZIALE [§3.3.5]

Tipo di superficie:

Superficie liscia (acciaio, calcestruzzo a faccia liscia...)

Pressione tangenziale del vento q_{tan} 10.63 [N/m²]

Lungo i parapetti vetrati di protezione ($H=1.0m$) disposti lungo il perimetro della scala, agisce una pressione ortogonale, con coefficiente di pressione $c_p=1.2$.

Ne consegue un valore di pressione del vento pari a:

$$p = p \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p = 1.3 \text{ kN/m}^2$$

6.4 Carico neve Q_{k4}

Segue il calcolo del carico neve secondo le norme vigenti.

1.DEFINIZIONE DEI DATI

Il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota $a_s \leq 1500$ m s.l.m., non dovrà essere assunto minore di quello indicato in tabella, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per altitudini $a_s \geq 1500$ m s.l.m. si dovrà fare riferimento a valori statistici locali utilizzando comunque valori non inferiori a quelli previsti per 1500m

1.1 a_s (altitudine sul livello del mare):

0 [m]

1.2 zona:

Zona III

Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
Zona III Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

2 CALCOLO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

q_{sk} valore caratteristico della neve al suolo **0.60** [kN/m²]

3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI

3.1 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere utilizzato per modificare il valore del carico della neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Normalmente si adotta **C_e=1**. Si riportano in tabella i coefficienti consigliati per le diverse classi di topografia.

Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0.9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1.1

3.1.1 Classe di topografia:

Normale

Il coefficiente di esposizione vale:

C_e 1.00

3.2 Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato **C_t = 1**.

Il coefficiente topografico vale:

C_t 1.00

3.2 Coefficiente di forma

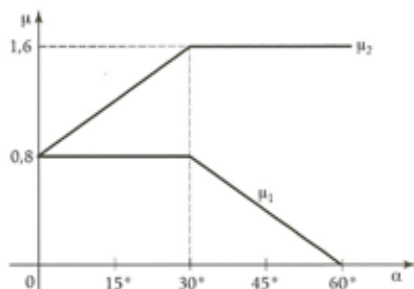
3.2.1 Inclinazione della falda α (1)

6 [deg]

3.2.2 Inclinazione della falda α (2)

0 [deg]

3.2.3 Legge di variazione del coefficiente di forma:



$\mu_1 (\alpha_1)$	0.80
$\mu_1 (\alpha_2)$	0.80
$\mu_2 (\alpha)$	0.88

4 CARICO NEVE SULLA COPERTURA E COMBINAZIONI DI CARICO

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/m}^2\text{])} = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

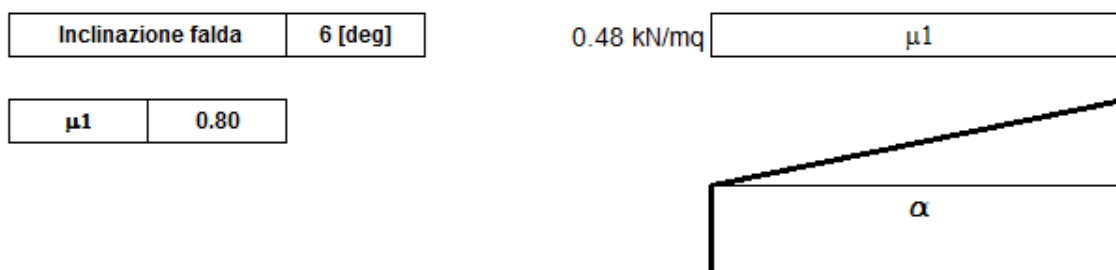
μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/m²])

C_E (coefficiente di esposizione)

C_t (coefficiente termico)

4.1 Combinazione per il caso di copertura ad una falda



6.5 Variazioni termiche

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente ΔT_u , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II delle NTC2018.

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15^\circ\text{C}$

Figura 6.16: Valori di ΔT_u per gli edifici (Tab. 3.5.II delle NTC2018)

Nel caso in esame, si tiene conto della sola componente ΔT_u e in particolare si assume $\Delta T_u = \pm 25^\circ\text{C}$ per la struttura delle scale. Il coefficiente di dilatazione termica vale $\alpha = 0.00001$.

6.6 Azione sismica

Si riporta la determinazione dei parametrici sismici nelle condizioni (smorzamento $\xi=5\%$).

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☐ Ricerca per coordinate
LONGITUDINE: 14.4982 LATTITUDINE: 40.7471

☒ Ricerca per comune
REGIONE: Campania PROVINCIA: Napoli COMUNE: Pompei

Elaborazioni grafiche
Grafici spettri di risposta
Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche
Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☒ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione
superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 50 info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - T_R : 75 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	45
SLD - $P_{VR} = 63\%$	75

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	712
SLC - $P_{VR} = 5\%$	1462

Elaborazioni
Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie
 - - - - - Strategia scelta

10000
1000
100
10

T_R [anni]

SLO SLD SLV SLC

45 75 712 1462

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: **C** info $S_s = 1.474$ $C_c = 1.451$ info

Categoria topografica: **T1** info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): **5** $\eta = 1.000$ info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s : **1** Regol. in altezza: **no** info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q : **1** $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta →

Parametri e punti spettri di risposta →

Spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0.152 g
F_o	2.483
T_c^*	0.375 s
S_s	1.474
C_c	1.451
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.474
η	1.000
T_B	0.181 s
T_C	0.544 s
T_D	2.208 s

Figura 17: Parametri sismici SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.064 g
F_0	2.395
T_C^*	0.333 s
S_S	1.500
C_C	1.509
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.168 s
T_C	0.503 s
T_D	1.856 s

Figura 18: Parametri sismici SLD

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

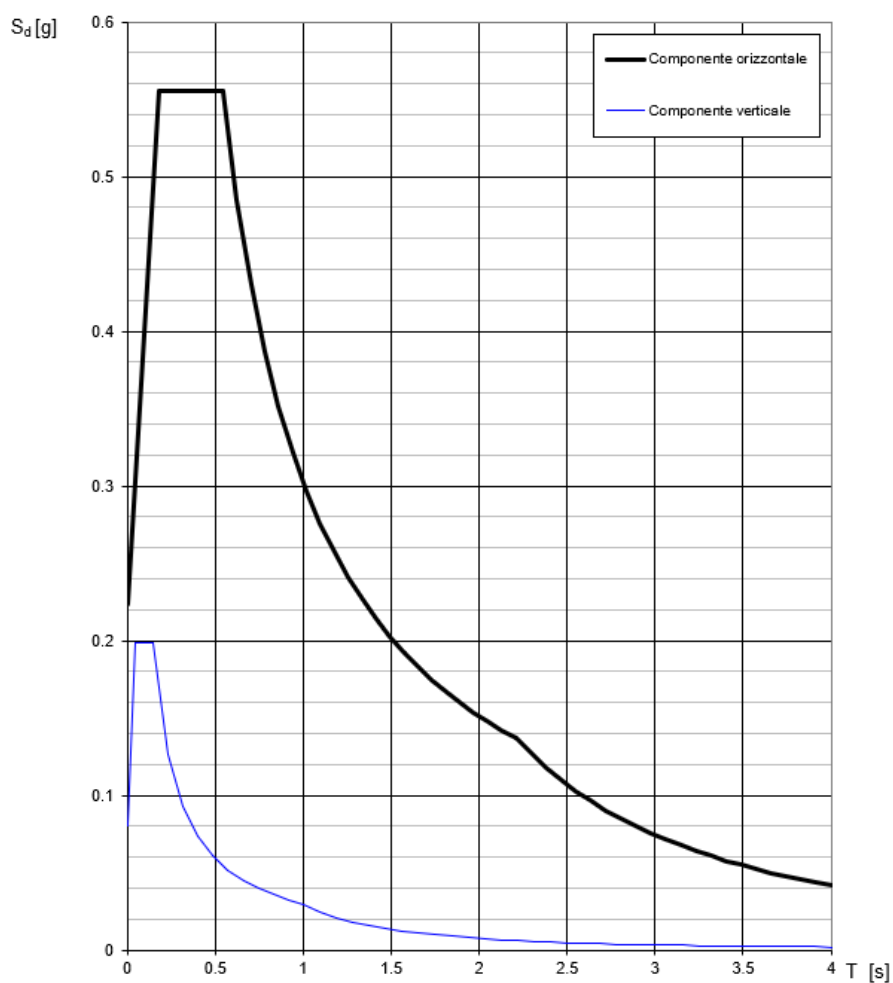


Figura 19: Spettro SLV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

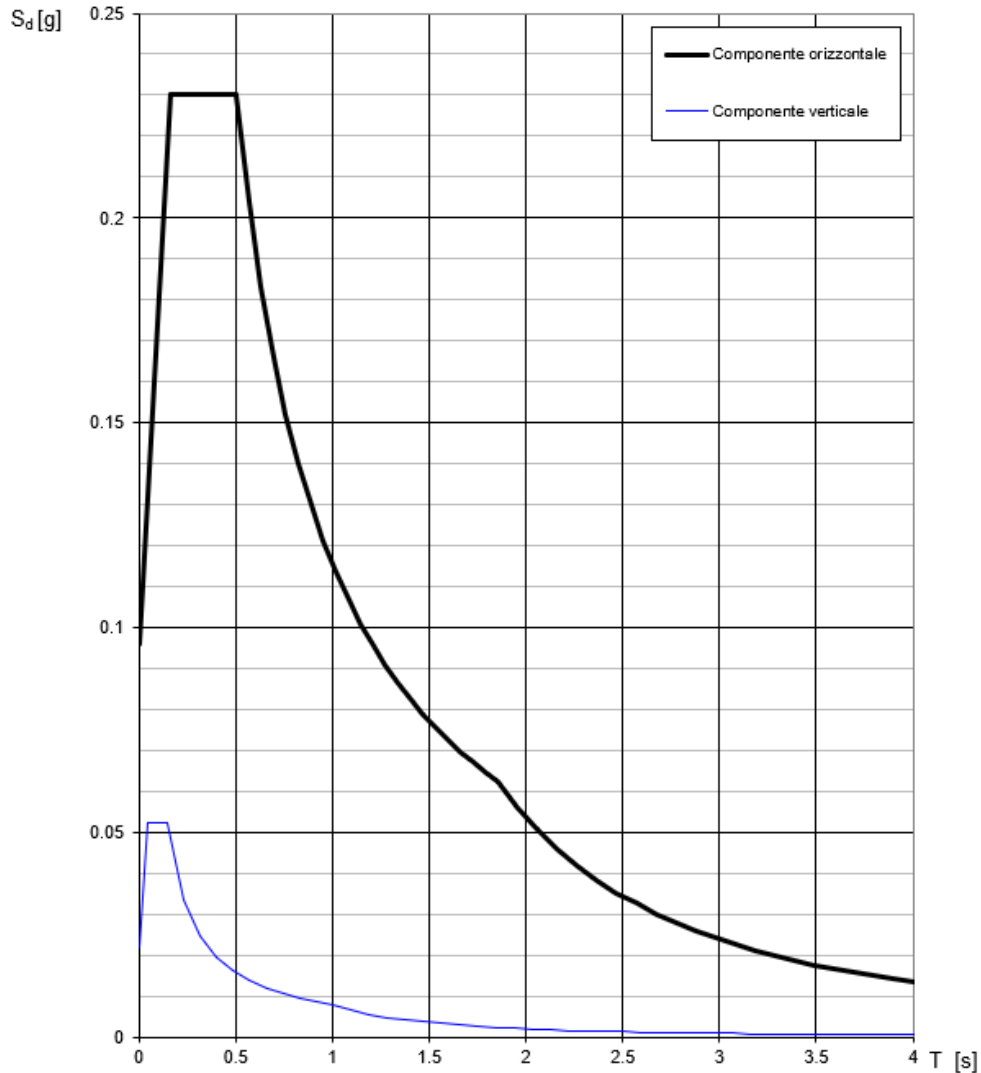


Figura 20: Spettro SLD

6.7 Spostamento orizzontale impresso dalla Piastra di scavalco

Le scale sono direttamente collegate alla Piastra di scavalco, pertanto la traslazione orizzontale che subisce la Piastra verrà trasferita anche alle scale.

Si riportano di seguito le traslazioni massime, in fase sismica, che la Piastra imprime alle due scale.

scala SC01

			U1	U2
			m	m
5	Ex	Max	0.073	0.000
6	Ex	Max	0.068	0.000
39	Ex	Max	0.073	0.001
228	Ex	Max	0.068	0.000
405	Ex	Max	0.073	0.001
406	Ex	Max	0.069	0.000
407	Ex	Max	0.073	0.001
408	Ex	Max	0.069	0.001
409	Ex	Max	0.072	0.000
410	Ex	Max	0.068	0.000
5	Ey	Max	0.005	0.069
6	Ey	Max	0.003	0.069
39	Ey	Max	0.005	0.070
228	Ey	Max	0.003	0.070
405	Ey	Max	0.005	0.068
406	Ey	Max	0.003	0.068
407	Ey	Max	0.005	0.069
408	Ey	Max	0.003	0.069
409	Ey	Max	0.004	0.070
410	Ey	Max	0.003	0.070

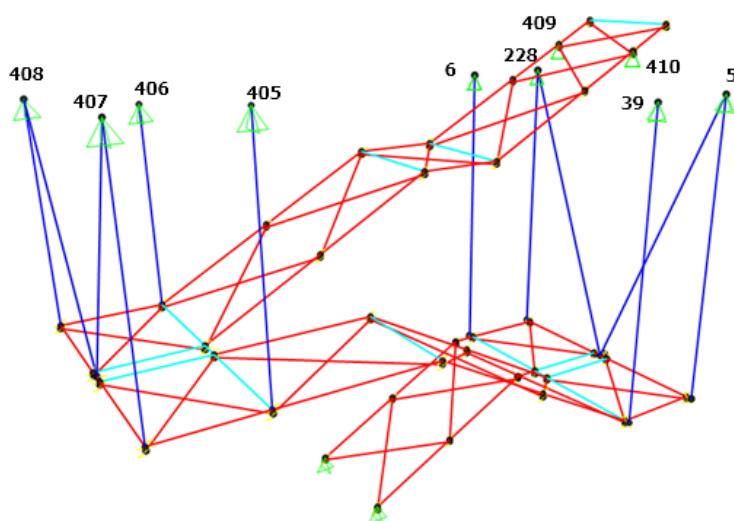


Figura 21: Schema numerazione nodi scala SC01

scala SC02

			U1	U2
			m	m
7	Ex	Max	0.069	0.000
8	Ex	Max	0.074	0.000
309	Ex	Max	0.069	0.000
325	Ex	Max	0.074	0.000
411	Ex	Max	0.072	0.000
412	Ex	Max	0.069	0.000
7	Ey	Max	0.003	0.068
8	Ey	Max	0.005	0.068
309	Ey	Max	0.003	0.069
325	Ey	Max	0.005	0.069
411	Ey	Max	0.004	0.070
412	Ey	Max	0.003	0.070

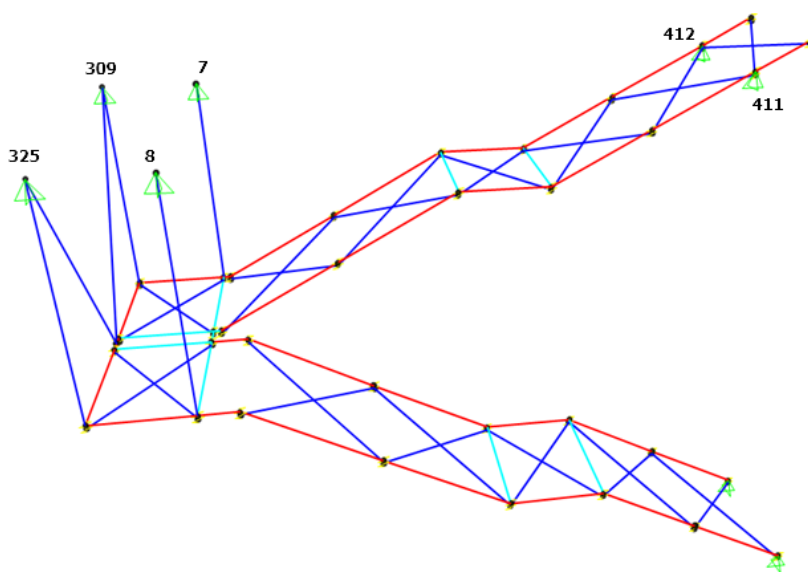


Figura 22: Schema numerazione nodi scala SC02

7 COMBINAZIONI DI CARICO

I carichi sopra descritti sono stati combinati come a seguire.

TABLE: Combination Definitions									
ComboName	G1	G2	Qk1	Qk3	Qk4	ΔT	Ex	Ey	Ez
Text									
SLU01	1.3	1.5	1.5	0.9	0.75	0.9	0	0	0
SLU02	1.3	1.5	1.05	1.5	0.75	0.9	0	0	0
SLU03	1.3	1.5	1.05	0.9	1.5	0.9	0	0	0
SLU04	1.3	1.5	1.05	0.9	0.75	1.5	0	0	0
SLER01	1	1	1	0.6	0.5	0.6	0	0	0
SLER02	1	1	0.7	1	0.5	0.6	0	0	0
SLER03	1	1	0.7	0.6	1	0.6	0	0	0
SLER04	1	1	0.7	0.6	0.5	1	0	0	0
SLEF01	1	1	0.7	0.2	0.2	0	0	0	0
SLEQP	1	1	0.6	0	0.2	0	0	0	0
SLV01	1	1	0.6	0	0	0	± 1	± 0.3	± 0.3
SLV02	1	1	0.6	0	0	0	± 0.3	± 1	± 0.3
SLV03	1	1	0.6	0	0	0	± 0.3	± 0.3	± 1
SLD01	1	1	0.6	0	0	0	± 1	± 0.3	± 0.3
SLD02	1	1	0.6	0	0	0	± 0.3	± 1	± 0.3
SLD03	1	1	0.6	0	0	0	± 0.3	± 0.3	± 1

8 MODELLAZIONE

La modellazione è stata eseguita con il programma di calcolo strutturale ad elementi finiti SAP2000.

Sono stati realizzati due modelli di calcolo differenti, uno per ciascuna scala.

Tutti gli elementi strutturali sono stati modellati come elementi *frame*. I pesi propri portati e i carichi accidentali sono stati aggiunti come carico su aree fittizie di ripartizione sulle aste di copertura.

I nodi di collegamento di base tra scala e fondazione sono modellati come appoggi scorrevoli.

8.1 MODELLAZIONE SCALA SC01 (NORD)

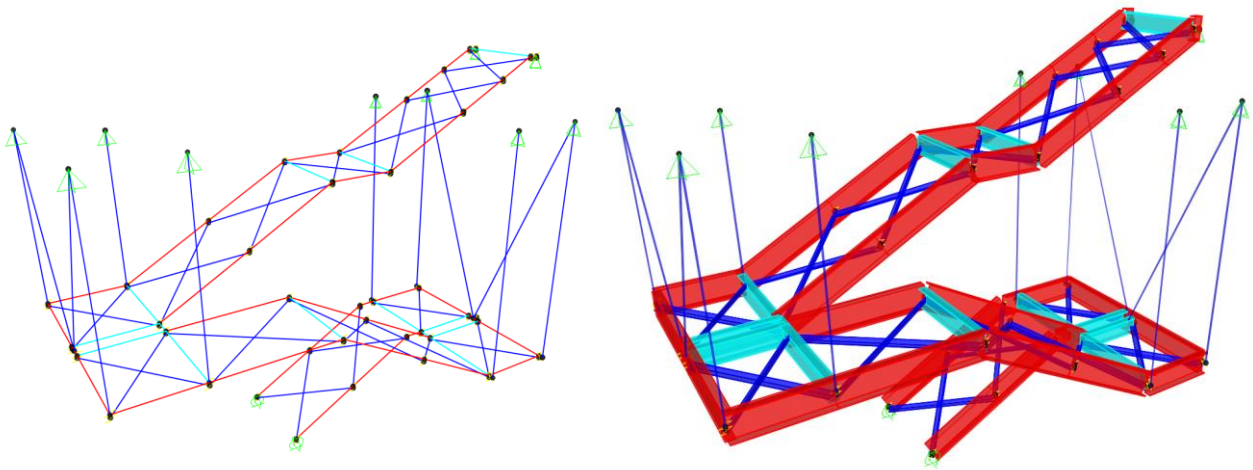


Figura 23: Modello agli elementi finiti della scala NORD (interna al fabbricato storico)

TABLE: Frame Section Properties 01 - General											
SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw	Area	TorsConst	I33	I22	Color
Text	Text	Text	m	m	m	m	m2	m4	m4	m4	Text
cosciale	S355	Channel	0.5	0.15	0.02	0.02	0.0152	1.93E-06	5.08E-04	2.70E-05	Red
barra appendimento	S355	Circle	0.03				0.00071	7.95E-08	3.98E-08	3.98E-08	Blue
L100X10	S355	Angle	0.1	0.1	0.01	0.01	0.00192	6.33E-08	1.77E-06	1.77E-06	Blue
C370	S355	Channel	0.37	0.15	0.015	0.015	0.0126	1.579E-06	2.44E-04	2.50E-05	Cyan

8.2 MODELLAZIONE SCALA SC02 (SUD)

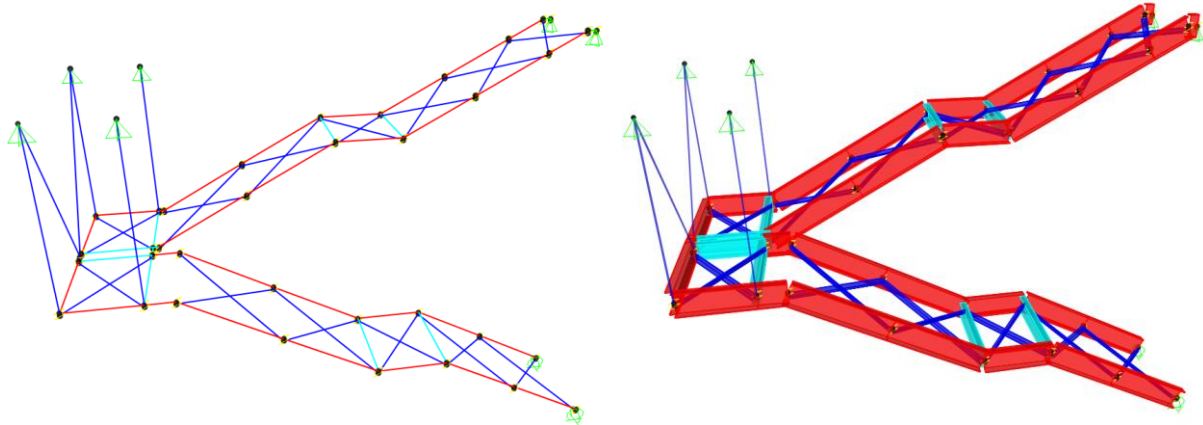


Figura 24: Modello agli elementi finiti della scala SUD

TABLE: Frame Section Properties 01 - General											
SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw	Area	TorsConst	I33	I22	Color
Text	Text	Text	m	m	m	m	m2	m4	m4	m4	Text
cosciale	S355	Channel	0.5	0.15	0.02	0.02	0.0152	1.93E-06	5.08E-04	2.70E-05	Red
barra appendimento	S355	Circle	0.03				0.000707	7.95E-08	3.98E-08	3.98E-08	Blue
L100X10	S355	Angle	0.1	0.1	0.01	0.01	0.001915	6.33E-08	1.77E-06	1.77E-06	Blue
UPN370	S355	Channel	0.37	0.15	0.015	0.015	0.0126	1.579E-06	2.44E-04	2.50E-05	Cyan

9 ANALISI DEGLI SPOSTAMENTI

9.1 SPOSTAMENTI VERTICALI

Gli spostamenti massimi sotto l'azione dei carichi accidentali di progetto nella combinazione SLE rara sono compatibili con quanto richiesto dalla NTC2018:

$$f \leq L/350$$

dove

f = massima freccia verticale,

L = luce massima di calcolo.

A seguire si riportano gli spostamenti dei nodi dei modelli.

9.1.1 Scala SC01 (Nord)

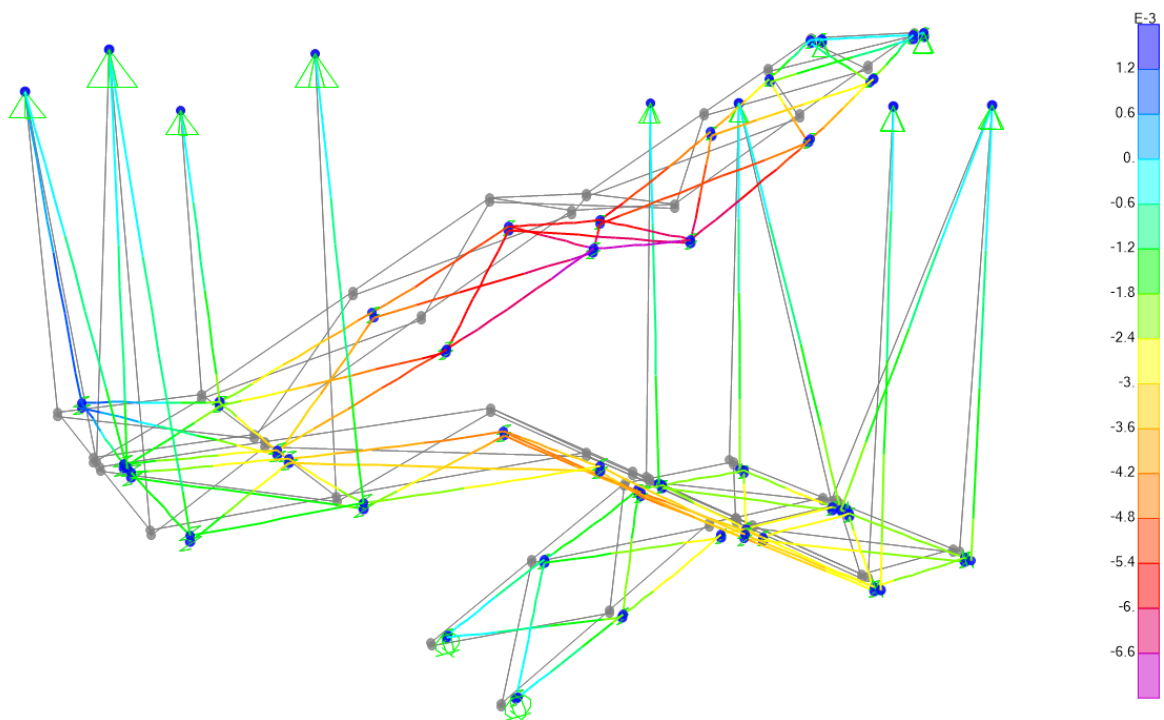


Figura 25: Massimi spostamenti accidentali scala NORD

$L_{\text{max}} \text{ scala Nord} = 8.60 \text{ m}$

$f_{\text{scala Nord}} = 6.6 \text{ mm} < 8.60 \text{ m} / 350 = 24.6 \text{ mm}$

9.1.2 Scala SC02 (Sud)

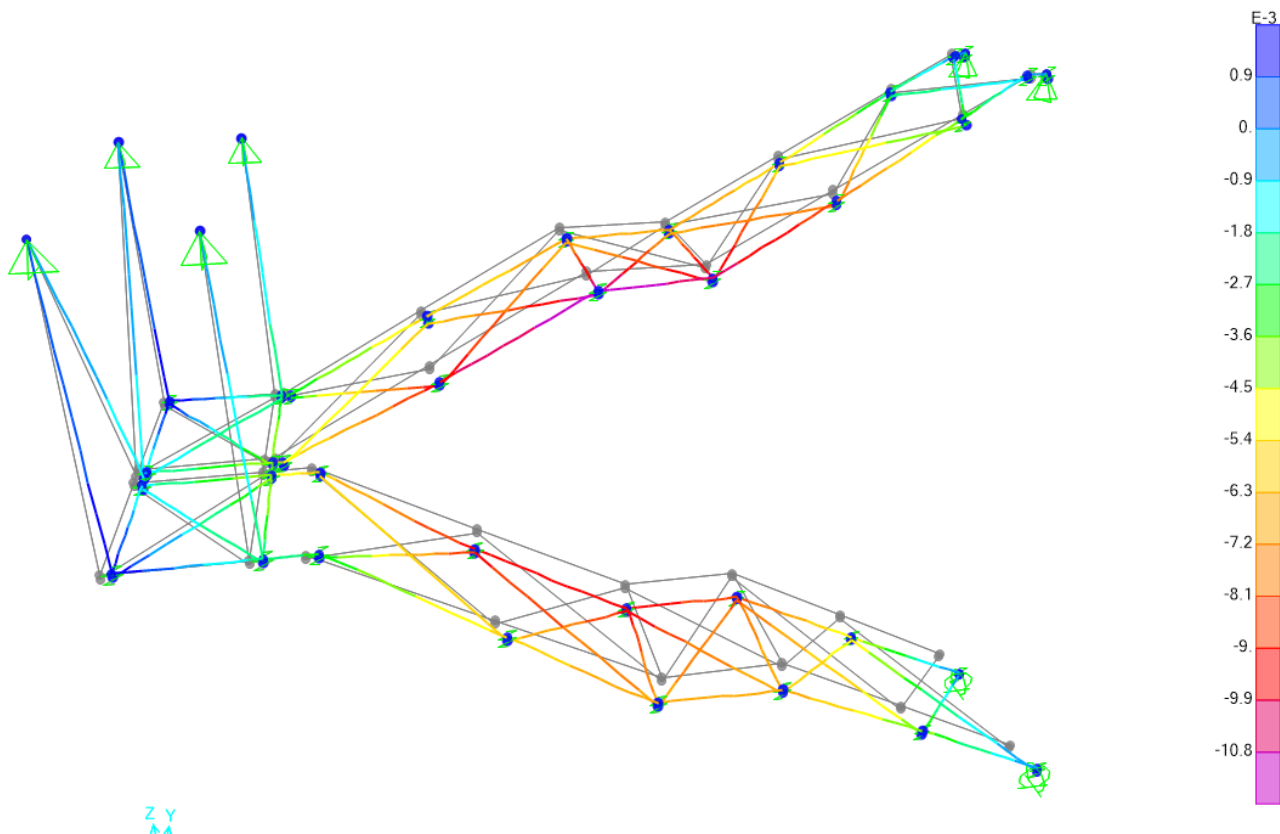


Figura 26: Massimi spostamenti accidentali scala SUD

$L_{\text{max}} \text{ scala Sud} = 9.30 \text{ m}$

$f_{\text{scala Sud}} = 10.8 \text{ mm} < 9.30 \text{ m} / 350 = 26.6 \text{ mm}$

9.2 STATO LIMITE DI VIBRAZIONI

Secondo quanto indicato al §4.2.4.2 del DM 2018, si verifica che la frequenza naturale del primo modo di vibrare verticale sia superiore a 5Hz.

9.2.1 Scala SC01 (Nord)

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.173	6%	62%	0%	6%	62%	0%
MODAL	Mode	2	0.151	41%	3%	10%	46%	64%	11%
MODAL	Mode	6	0.078	2%	5%	0%	60%	89%	30%
MODAL	Mode	20	0.028	0%	0%	1%	85%	96%	79%
MODAL	Mode	21	0.027	2%	0%	13%	87%	96%	91%

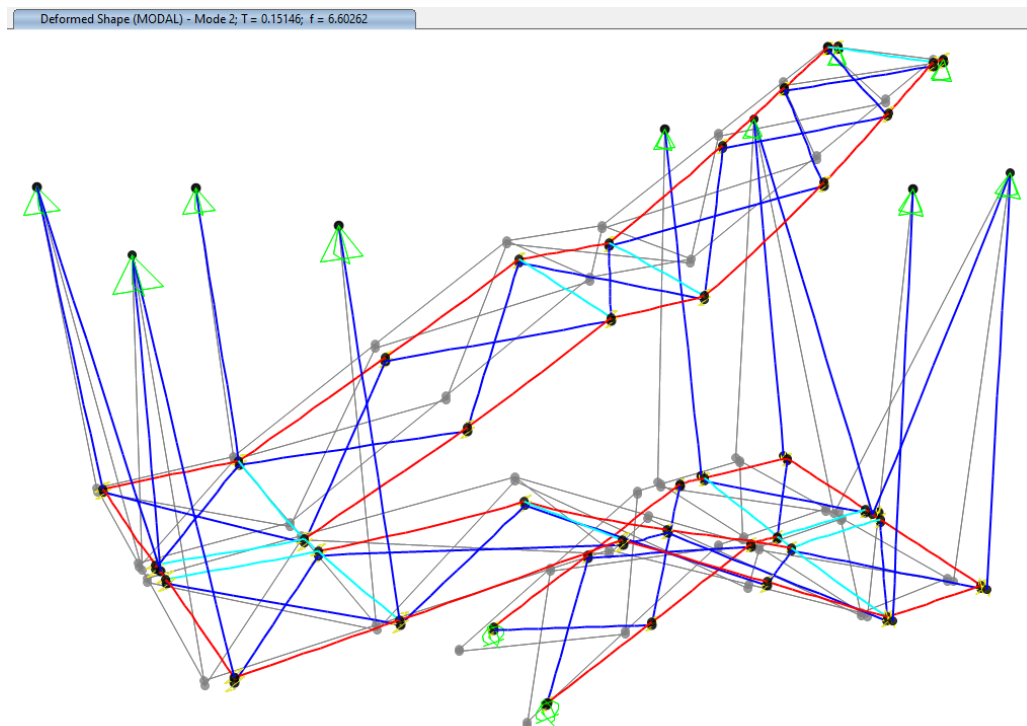


Figura 27: Primo modo di vibrare verticale scala SC01 – NORD

9.2.2 Scala SC02 (Sud)

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.308	2%	43%	0%	2%	43%	0%
MODAL	Mode	2	0.147	16%	0%	35%	17%	43%	36%
MODAL	Mode	6	0.105	11%	16%	0%	39%	99%	64%
MODAL	Mode	19	0.027	0%	0%	4%	82%	100%	85%
MODAL	Mode	24	0.020	1%	0%	0%	85%	100%	94%

Deformed Shape (MODAL) - Mode 2; T = 0.14738; f = 6.78514

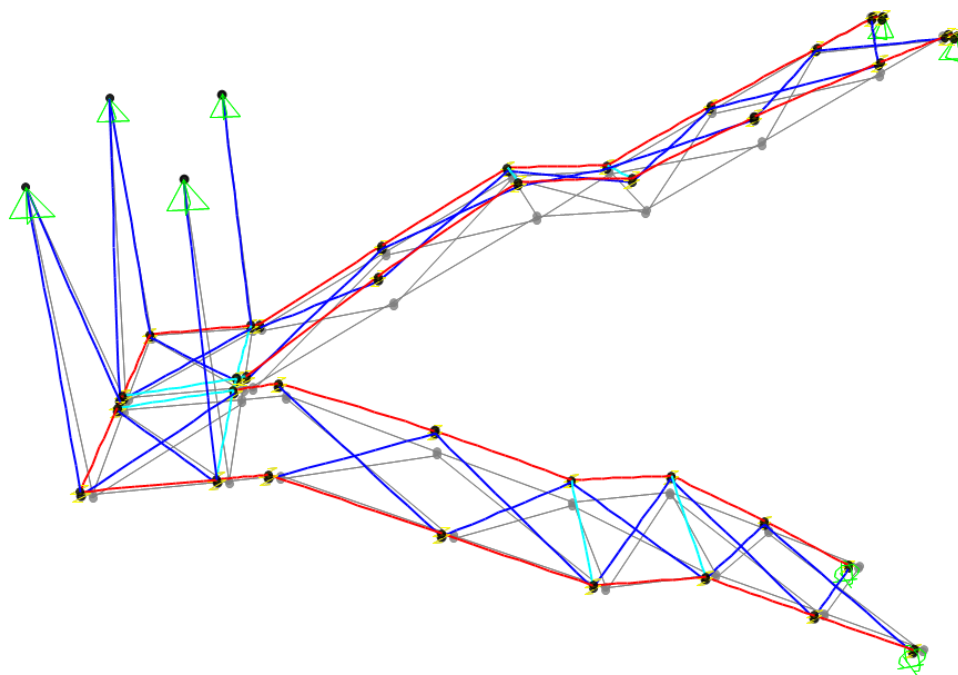


Figura 28: Primo modo di vibrare verticale scala SC02 – SUD

10 SOLLECITAZIONI AGENTI

Si riportano di seguito le sollecitazioni più gravose.

10.1 COMBINAZIONI SLU E SLV

10.1.1 Scala SC01 Nord

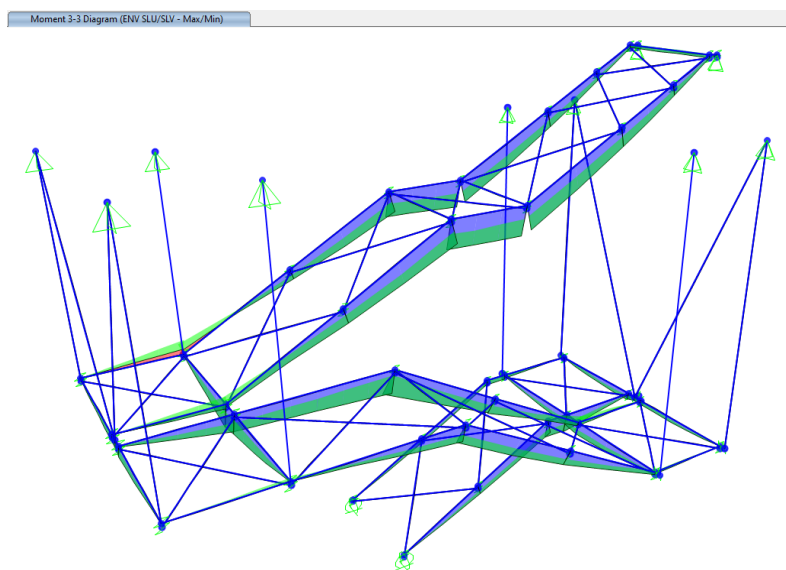


Figura 29: Sollecitazione M33 SLU/SLV – Involuppo

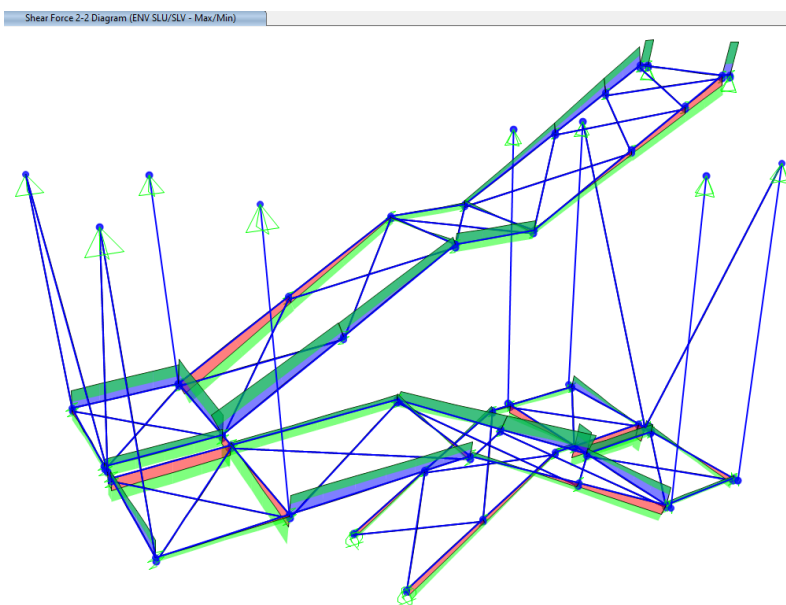


Figura 30: Sollecitazione V22 SLU/SLV – Involuppo

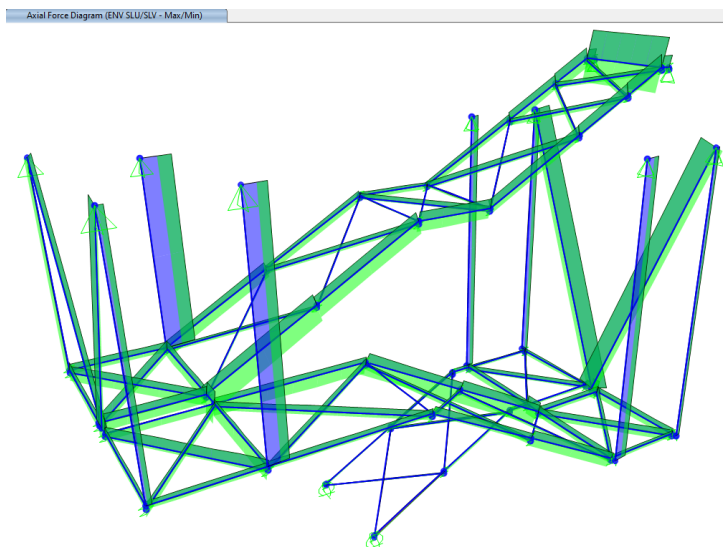


Figura 31: Sforzo assiale SLU/SLV – Involuppo

10.1.2 Scala SC02 Sud

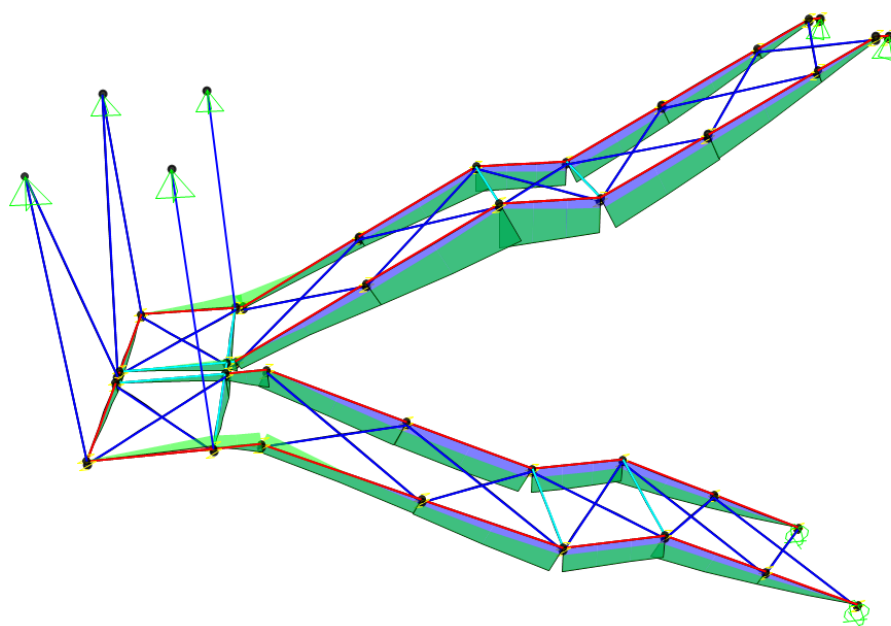


Figura 32: Sollecitazione M33 SLU/SLV – Involuppo

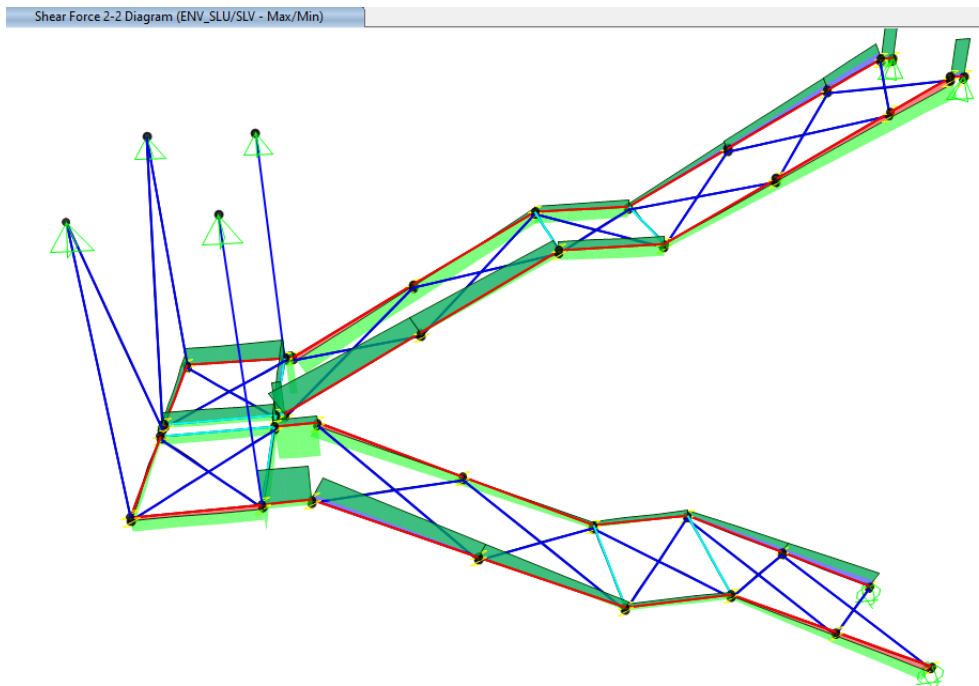


Figura 33: Sollecitazione V_{22} SLU/SLV – Involuppo

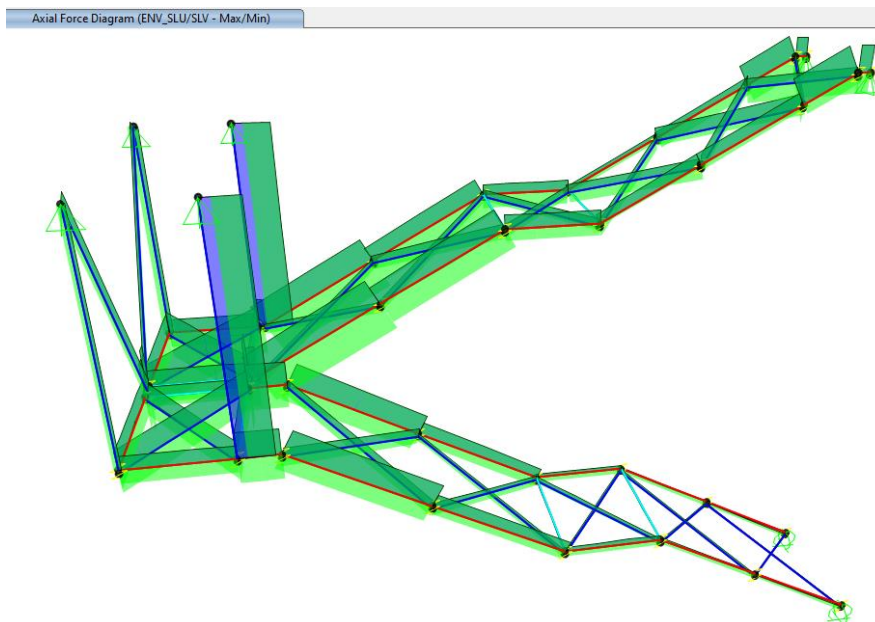


Figura 34: Sforzo assiale SLU/SLV – Involuppo

11 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche riportate di seguito sono di tipo grafico, condotte attraverso il programma sulla base della normativa di riferimento. Dall'involuppo delle sollecitazioni scaturenti da tutte le combinazioni viene eseguita la verifica di ogni singolo elemento della struttura. Ad ognuno di essi viene associato un valore dato dal rapporto fra le sollecitazioni agenti (combinare fra loro) più limitanti e quelle resistenti. Se tale valore (coefficiente di verifica) è compreso fra 0 ed 1 il singolo elemento risulta essere verificato. Nella legenda delle immagini di verifica è riportata una mappa cromatica associata all'immagine con il relativo coefficiente di verifica.

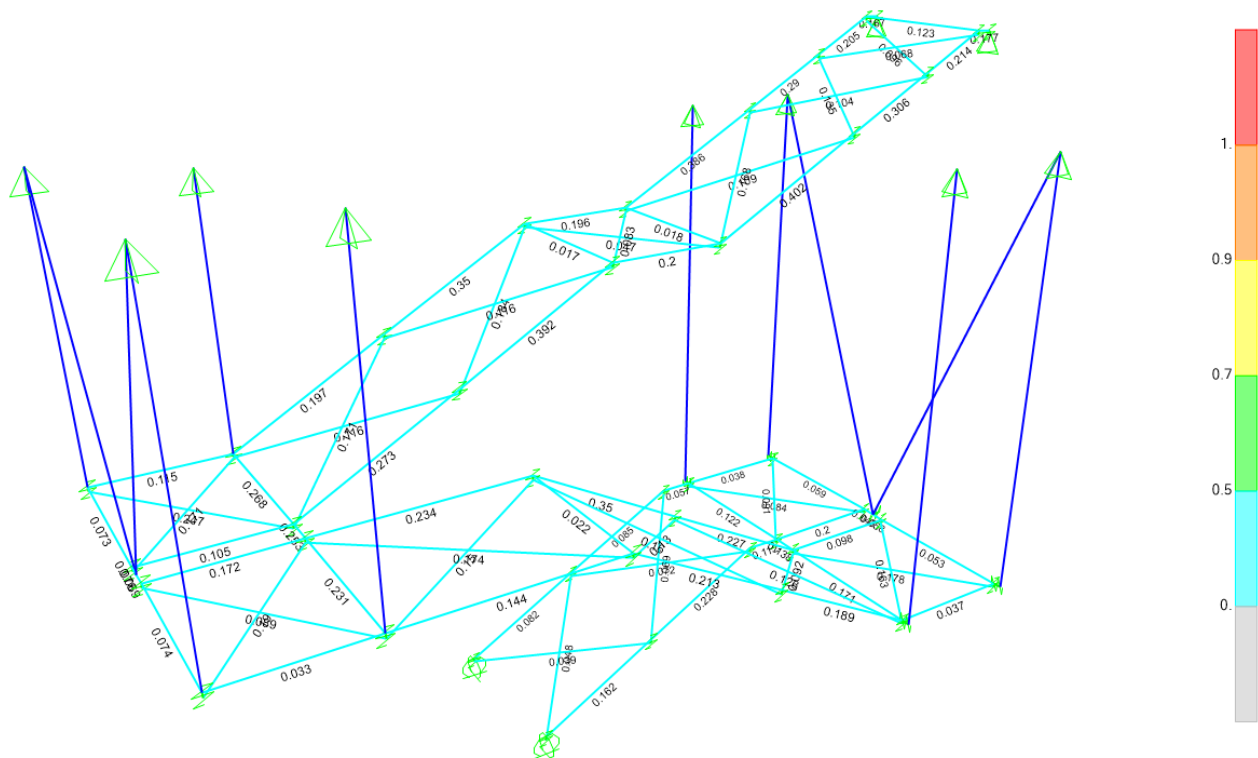


Figura 35: Verifica grafica Scala SC01 NORD – vista 3D

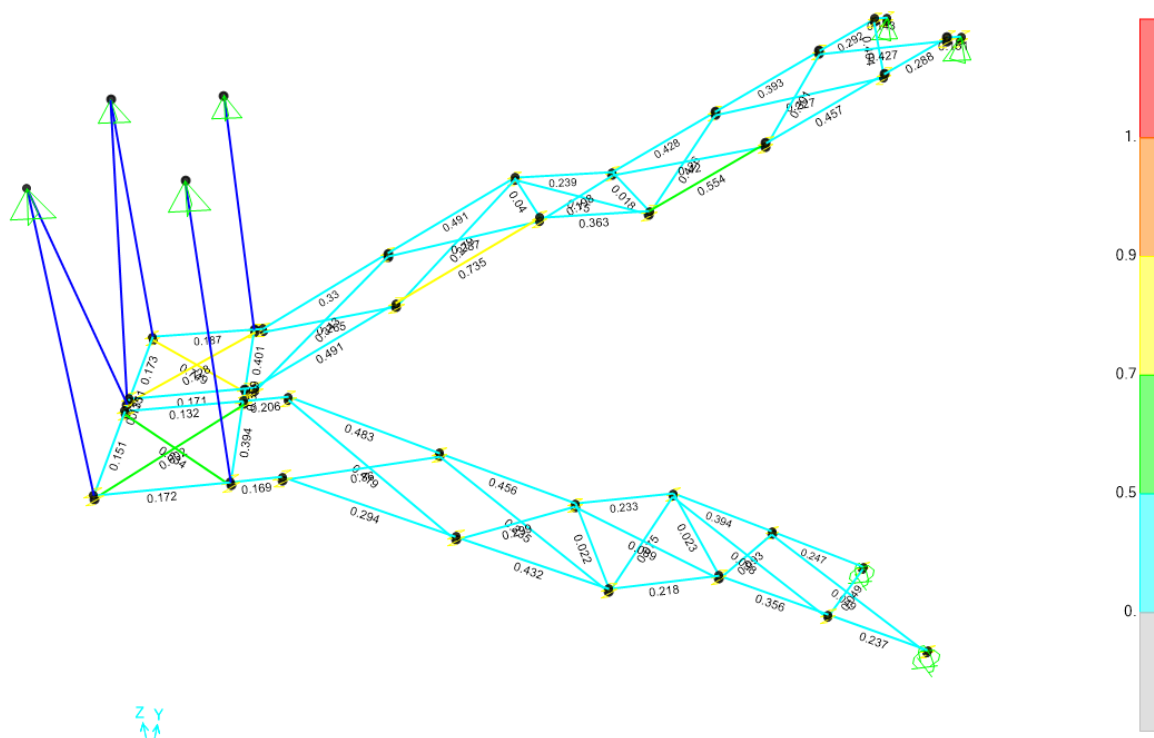
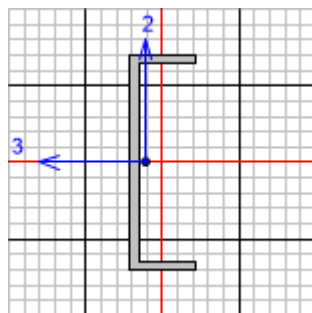


Figura 36: Verifica grafica Scala SC02 SUD – vista 3D

Come si può osservare in ogni punto la struttura risulta verificata.

Seguono, a titolo di esempio di come il programma verifica ogni sezione, i dettagli del calcolo delle aste maggiormente sollecitate.

11.1 Cosciale C500



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
Units : KN, m, C

```

Frame :   171      X Mid:   4.525
Length:   2.227      Y Mid:    2.4
Loc      :   2.227      Z Mid:   5.563

```

```
Combo:    SLU2
Shape:    cosciale
Class:    Class 1
```

Design Type: Brace
Frame Type: Non Dissipative
Rolled : No

MANDATARIA

CODING
GENERAL ENGINEERING & PLANNING

MANDANTI



POLITECNICA
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

SWS™

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
Consider Torsion? No

GammaM0=1.05 GammaM1=1.05 GammaM2=1.25
An/Ag=1. RLLF=1. PLLF=0.75 D/C Lim=1.

Aeff=0.015 eNy=0. eNz=0.
A=0.015 Iyy=5.080E-04 iyy=0.183 Wel,yy=0.002 Weff,yy=0.002
It=1.926E-06 Izz=2.690E-05 izz=0.042 Wel,zz=2.353E-04 Weff,zz=2.353E-04
Iw=1.104E-06 Iyz=0. h=0.5 Wpl,yy=0.002 Av,y=0.006
E=210000000. fy=355000. fu=510000. Wpl,zz=4.265E-04 Av,z=0.009

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
2.227	-121.129	132.142	1.835	54.08	1.402	-0.091

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)
D/C Ratio: 0.735 = 0.066 + 0.657 + 0.012 < 1. OK
= NEd/(Chi_z NRk/GammaM1) + kzy (My,Ed+NEd eNy)/(Chi_LT My,Rk/GammaM1)
+ kzz (Mz,Ed+NEd eNz)/(Mz,Rk/GammaM1) (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
Axial	-121.129	5139.048	5139.048	5139.048	5581.44	6754.728	6638.483	1.

	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c	0.49	53091.878	0.319	0.58	0.94	4828.303
MajorB(y-y)	c	0.49	53091.878	0.319	0.58	0.94	4828.303
Minor (z-z)	c	0.49	2811.223	1.385	1.75	0.355	1822.647
MinorB(z-z)	c	0.49	2811.223	1.385	1.75	0.355	1822.647
Torsional TF	c	0.49	6638.483	0.902	1.078	0.599	3077.588

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mm,Ed Moment	Meq,Ed Moment
Major (y-y)	132.142	226.152	182.255	226.152
Minor (z-z)	1.835	1.835	1.411	1.835

	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity
Major (y-y)	844.562	844.562	844.562	340.557
Minor (z-z)	144.191	144.191	144.191	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Iw	Mcr
LTB	d	0.76	1.135	1.5	0.403	1.104E-06	688.05

Factors	kw	Psi	C2	C3	zj
1.	1.132	0.459	0.525		
za	zs	zg	zz	zj	
0.25	0.	0.25	0.	0.	

Factors	kyy	kyz	kzy	kzz
	0.858	0.56	0.989	0.934

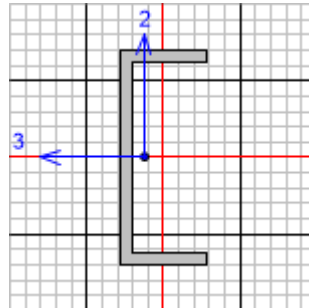
SHEAR DESIGN

	Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	54.08	0.178	1795.833	0.03	OK
Minor (y)	3.271	0.178	1171.196	0.003	OK
Reduction	Vpl,Rd 1795.833	Eta 1.	LambdabarW 0.304		

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

	P Comp	P Tens
Axial	-121.129	118.111

11.2 UPN 370



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
Units : KN, m, C

Frame : 60 X Mid: 1.475 Combo: SLU2 Design Type: Beam
Length: 2.05 Y Mid: 3.425 Shape: UPN370 Frame Type: Non Dissipative
Loc : 2.05 Z Mid: 3.95 Class: Class 1 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
Consider Torsion? No

GammaM0=1.05 GammaM1=1.05 GammaM2=1.25
An/Ag=1. RLLF=1. PLLF=0.75 D/C Lim=1.
Aeff=0.013 eNy=0. eNz=0.
A=0.013 Iyy=2.438E-04 iyy=0.139 Wel,yy=0.001 Weff,yy=0.001
It=1.579E-06 Izz=2.475E-05 izz=0.044 Wel,zz=2.270E-04 Weff,zz=2.270E-04
Iw=0. Iyz=0. h=0.37 Wpl,yy=0.002 Av,y=0.006
E=2100000000. fy=355000. fu=510000. Wpl,zz=4.087E-04 Av,z=0.007

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
2.05	-123.602	9.543	-7.646	38.854	7.931	0.349

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)
D/C Ratio: 0.401 = 0.037 + 0.296 + 0.068 < 1. OK
= NEd/(Chi_z NRk/GammaM1) + kzy (My,Ed+NEd eNy)/(Chi_LT My,Rk/GammaM1)
+ kzz (Mz,Ed+NEd eNz)/(Mz,Rk/GammaM1) (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

MANDATARIA

CODING
GENERAL ENGINEERING & PLANNING

MANDANTI

POLITECNICA
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

SWS

Axial		Ned Force -123.602	Nc,Rd Capacity 4260.	Nt,Rd Capacity 4260.			
		Npl,Rd 4260.	Nu,Rd 4626.72	Ncr,T 14007.717	Ncr,TF 11708.179	An/Ag 1.	
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c	0.49	25521.892	0.419	0.641	0.887	3780.396
MajorB(y-y)	c	0.49	25521.892	0.419	0.641	0.887	3780.396
Minor (z-z)	c	0.49	12205.665	0.605	0.783	0.782	3332.167
MinorB(z-z)	c	0.49	12205.665	0.605	0.783	0.782	3332.167
Torsional TF	c	0.49	11708.179	0.618	0.793	0.775	3299.831

MOMENT DESIGN

		Med Moment	Med,span Moment	Mm,Ed Moment	Meq,Ed Moment		
Major (y-y)		9.543	113.459	64.132	85.094		
Minor (z-z)		-7.646	-10.438	-9.042	-9.321		

		Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mn,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity		
Major (y-y)		539.093	539.093	539.093	381.703		
Minor (z-z)		138.19	138.19	138.19			

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Iw	Mcr
LTB	d	0.76	0.603	0.835	0.708	0.	1557.22

Factors	kw	Psi	C2	C3			
	1.	1.132	0.459	0.525			
	za	zs	zg	zz	zj		
	0.185	0.	0.185	0.	0.		

Factors	kyy	kyz	kzy	kzz			
	0.666	0.544	0.995	0.906			

SHEAR DESIGN

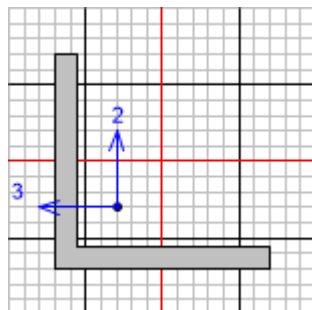
		Ved Force	Ted Torsion	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	
Major (z)		58.711	0.493	1288.315	0.046	OK	
Minor (y)		9.392	0.493	1171.196	0.008	OK	

		Vpl,Rd	Eta	LambdabarW			
Reduction		1288.315	1.	0.222			

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

		VMajor Left	VMajor Right				
Major (V2)		47.712	66.095				

11.3 Diagonale controvento



Italian NTC 2018 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
Units : KN, m, C

Frame : 1	X Mid: 0.738	Combo: SLU2	Design Type: Beam
Length: 2.525	Y Mid: 3.425	Shape: L100X10	Frame Type: Non Dissipative
Loc : 2.525	Z Mid: 3.9	Class: Class 4	Rolled : Yes

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
Consider Torsion? No

GammaM0=1.05	GammaM1=1.05	GammaM2=1.25		
An/Ag=1.	RLLF=1.	PLLF=0.75	D/C Lim=1.	
Aeff=0.002	eNy=0.	eNz=0.		
A=0.002	Iyy=1.767E-06	iyy=0.03	Wel,yy=2.462E-05	Weff,yy=2.470E-05
It=0.	Izz=1.767E-06	izz=0.03	Wel,zz=2.462E-05	Weff,zz=2.470E-05
Iw=0.	Iyz=-1.066E-06	h=0.1	Wpl,yy=4.548E-05	Av,y=0.001
E=210000000.	fy=355000.	fu=510000.	Wpl,zz=4.548E-05	Av,z=0.001
Iyz=-1.066E-06	Imax=2.833E-06	imax=0.038	Wel,zz,maj=4.006E-05	
Rot= 45. deg	Imin=0.	imin=0.019	Wel,zz,min=1.742E-05	

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
2.525	-127.252	0.	0.	0.242	0.	-0.004

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.749 = 0.726 + 0.023 + 0. < 1. OK

$$= \frac{NEd}{(\chi_{i,z} N R_k / \Gamma_{M1})} + k_{zy} \frac{(M_{y,Ed} + NEd e_{Ny})}{(\chi_{i,LT} M_{y,Rk} / \Gamma_{M1})} + k_{zz} \frac{(M_{z,Ed} + NEd e_{Nz})}{(M_{z,Rk} / \Gamma_{M1})}$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd
	Force	Capacity	Capacity
Axial	-127.252	647.452	647.452

Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
647.452	703.188	1741.469	726.338	1.

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	b	0.34	920.504	0.859	0.981	444.918
MajorB(y-y)	b	0.34	920.504	0.859	0.981	444.918
Minor (z-z)	b	0.34	227.894	1.727	2.251	175.225
MinorB(z-z)	b	0.34	227.894	1.727	2.251	175.225
Torsional TF	b	0.34	726.338	0.967	1.098	399.992

MANDATARIA

CODING
GENERAL ENGINEERING & PLANNING

MANDANTI

POLITECNICA
INGEGNERIA E ARCHITETTURA

SWS

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	0.	0.153	0.099	0.129
Minor (z-z)	0.	0.	0.	0.

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	8.351	8.351	8.351	6.236
Minor (z-z)	8.351	8.351	8.351	

	Curve d	AlphaLT 0.76	LambdaBarLT 0.547	PhiLT 0.781	ChiLT 0.747	Iw 0.	Mcr 29.344
LTB							

Warning: The equation to calculate Mcr is not applicable to Angle section
 Please be aware of the assumptions made by the program

Factors	kw 1.	Psi 1.132	C2 0.459	C3 0.525	
	za 0.071	zs -0.023	zg 0.094	zz 0.	zj -0.063

Factors	kyy 1.09	kyz 1.436	kzy 0.948	kzz 1.436
---------	-------------	--------------	--------------	--------------

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Ted Torsion	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major (z)	0.242	0.002	195.199	0.001	OK
Minor (y)	0.	0.002	195.199	0.	OK

	Vpl, Rd 195.199	Eta 1.	LambdaBarW 0.
Reduction			

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor Left	VMajor Right
Major (V2)	0.242	0.242

12 METODO DI SOSPENSIONE CON BARRE DI APPENDIMENTO

Ciascuna barra di sospensione ha diametro 33 mm, per una sezione resistente pari a 694 mm² e forza assiale massima resistente pari a 235 kN (acciaio S355).

Si verifica, come riportano le tabelle che seguono, che la forza assiale massima agente su una singola barra di appendimento, nella situazione più sfavorevole, è compatibile con la capacità della stessa.

	N Ed max (SLU/SLV)	N Rd max barra appendimento (φ30)
Scala SC01 Nord	154	235
Scala SC02 Sud	200	235
	kN	kN

12.1 Verifica del nodo di ancoraggio

Si verifica la connessione tra la barra di appendimento φ33 e il cosciale della scala, secondo gli schemi indicati.

Si esegue una verifica a capacity, ovvero considerano la N massima che la barra di appendimento può trasferire agli elementi che compongono il nodo di ancoraggio.

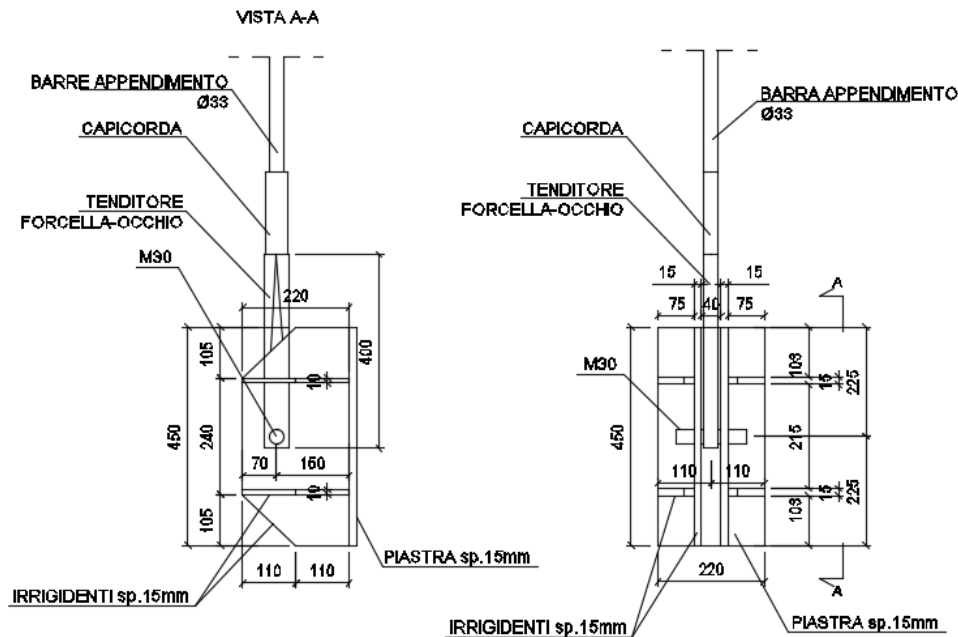


Figura 37: Unione tipo 1

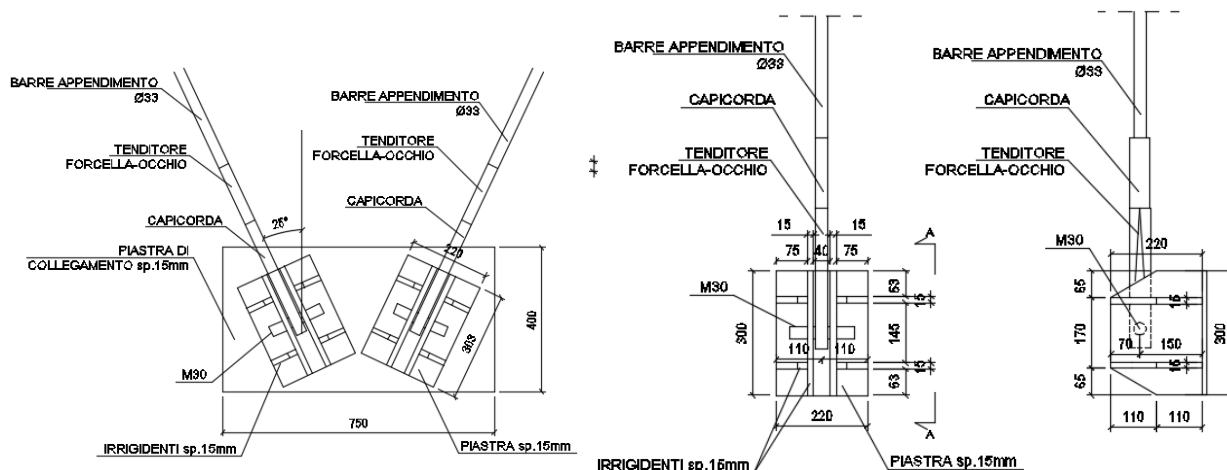


Figura 38: Unione tipo 2

A seguire si riportano le verifiche a taglio del perno M30 e a rifollamento dei piatti di spessore 15mm.

CLASSE PERNO

CL. Perno	8.8 -
bullone M	30 -
nr. Bulloni	1 -
nr. facce	2 -
fyb	640 Mpa
ftb	800 Mpa
A perno	707 mm ²
γM2	1.25 -
γM3,SLU	1.25 -
γM3,SLE	1.1 -
γM7	1.1 -

RESISTENZA A TAGLIO (SLU)

Per singolo piano di taglio

Fv,Rd 271 KN

Complessivo

Fv,Rd, tot 543 KN

Ved comb. 190 kN

FS 2.86 -

ok

RIFOLLAMENTO

sp. min piastra	15 mm
Acciaio S	355 Mpa
ftk	510 Mpa
d	30 mm
Fb,Rd	228.2 KN
F ed	190.0 kN
FS	1.20 -

ok

VERIFICA A FLESSIONE

Wel	2651 mm ³
Mrd	2.42 kNm
Med	0.95 kNm
braccio	0.03 m
FS	2.55 -

ok

Per ciascun caso, si esegue la verifica a taglio del piatto di irrigidimento parallelo alla barra di appendimento (“piatto longitudinale”).

	<u>Unione tipo 1</u>	<u>Unione tipo 2</u>	
N max	235	235	kN
numero piatti long	2	2	-
Ved piatto long	117	117	kN
L media piatto long	345	245	mm
sp piatto long	15	15	mm
Av	5175	3675	mm ²
Vrd, piatto	1010	717	kN
FS	8.61	6.11	-

13 VERIFICHE DELLE UNIONI BULLONATE COSCIALE – TRAVE FINALE

Si riporta la verifica del collegamento tra il cosciale e la trave di sbarco della Piastra di scavalco, soggetta alle seguenti sollecitazioni:

	F H long	F H trasv	F vert	Ved max	N traz
	kN	kN	kN	kN	kN
scala SC01					
MAX	62	84	70	102	77
MIN	-77	-88	3	11	8

	F H long	F H trasv	F vert	Ved max	N traz
	kN	kN	kN	kN	kN
scala SC02					
MAX	170	46	120	127	170
MIN	-9	-28	30	33	8

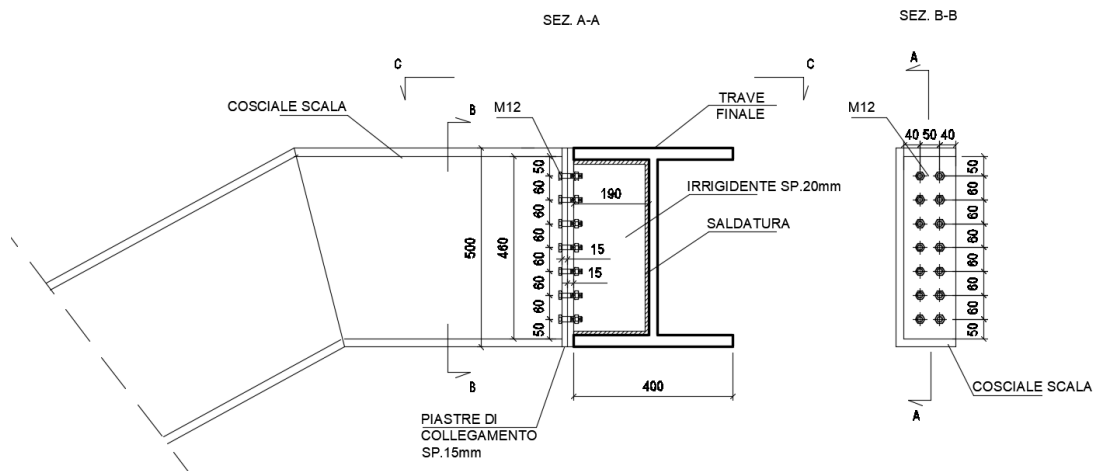


Figura 39: Unione bullonata

Si esegue la verifica per la condizione più gravosa, ovvero per l'unione della scala SC02.

CLASSE BULLONI

CL. Bullone	8.8 -
bullone M	12 -
nr. Bulloni	14 -
nr. facce	1 -
fyb	640 Mpa

ftb	800 Mpa
Ares	84.3 mm ²
γM2	1.25 -
γM3,SLU	1.25 -
γM3,SLE	1.1 -
γM7	1.1 -

RESISTENZA A TAGLIO (SLU)

Per singolo piano di taglio

Fv,Rd **32 KN**

Complessivo dell'unione bullonata

Fv,Rd, tot **453 KN**

Ved combinato **127 kN**

FS 3.6 -

ok

RIFOLLAMENTO

sp. min piastra **15 mm**

Acciaio S **355 Mpa**

ftk 510 Mpa

d 12 mm

d0 13 mm

k **2.5 -**

alpha **0.4 -**

Fb,Rd **73.4 KN**

F ed, 1 bullone 9.1 kN

FS 8.1 -

ok

PUNZONAMENTO

tp 15 mm

dm **19 mm**

Bp,Rd **219.2 kN**

Ned, max **170 kN**

Ned, max 1 bullone 12 kN

FS 18.1 -

ok

VERIFICA TAGLIO+TRAZIONE (SLU)

ftbk 800 MPa

Fv,Ed 9 kN

Fv,Rd 32 kN

Ft,Ed 12 kN

Ft,Rd 49 kN

Verifica 0.46 -

<= 1

ok

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

14 FONDAZIONI

14.1 FONDAZIONI SU PLATEA - SCALA SC01

La scala SC01 (Nord) si trova all'interno dell'edificio storico, pertanto i cosciali della scala saranno fondati sulla platea del fabbricato (spessore 40 cm). Il nodo di base delle scale è un schematizzabile come appoggio scorrevole sulla fondazione in c.a..

Le sollecitazioni massime all'estradosso della platea sono indicate di seguito.

	Estradosso platea - Scala SC01 NORD
	N (kN)
SLU1-Max	75
SLU1-Min	67
SLU2-Max	64
SLU2-Min	51
SLV1-Max	53
SLV1-Min	44
SLV2-Max	52
SLV2-Min	45
SLV3-Max	52
SLV3-Min	46

14.2 FONDAZIONI SU MICROPALI - SCALA SC02

Le fondazioni della scala SC02 sono costituite da un plinto in calcestruzzo armato su micropali, come mostra la figura che segue. Il nodo di base delle scale è un schematizzabile come appoggio scorrevole sulla fondazione in c.a..

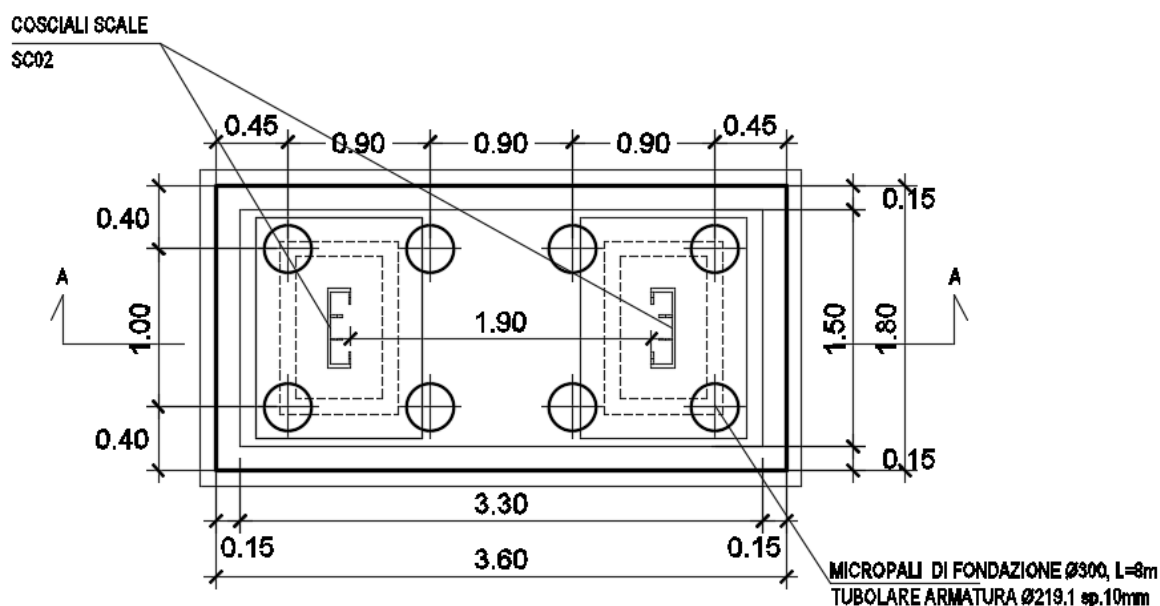


Figura 40: Plinto di fondazione scala SC02 - pianta

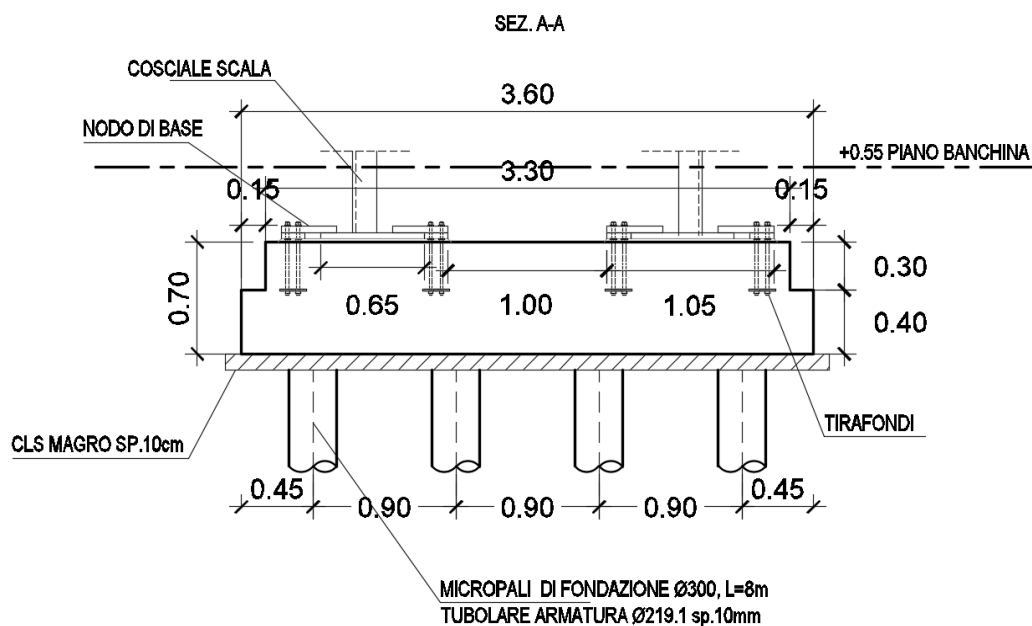


Figura 41: Plinto di fondazione scala SC02 - sezione

Peso proprio plinto = 102 kN

Le sollecitazioni massime all'estradosso del plinto sono indicate di seguito.

	Estradosso plinto - Scala SC02 NORD
	N (kN)
SLU1-Max	127
SLU1-Min	103
SLU2-Max	113
SLU2-Min	75
SLU3-Max	106
SLU3-Min	82
SLV1-Max	70
SLV1-Min	50
SLV2-Max	67
SLV2-Min	53
SLV3-Max	68
SLV3-Min	52

Le sollecitazioni massime all'intradosso del plinto, sono indicate di seguito.

	Intradosso plinto - Scala SC02 NORD
	N (kN)
SLU1-Max	264
SLU1-Min	241
SLU2-Max	251
SLU2-Min	212
SLU3-Max	243
SLU3-Min	219
SLV1-Max	172
SLV1-Min	152
SLV2-Max	169
SLV2-Min	155
SLV3-Max	170
SLV3-Min	154

14.3 VERIFICA NODO DI BASE

Per ottenere un vincolo di carrello scorrevole nel piano, con lo scopo di permettere le traslazioni orizzontali impresse dalla Piastra di scavalco, si realizza un collegamento formato da una piastra inferiore (piastra 1) di spessore 40mm, a cui è saldato il cosciale della scala, che può scorrere sul plinto di fondazione grazie alla presenza di uno strato di teflon. L'ancoraggio al plinto è realizzato mediante un sistema di piastre (piastra 2 e piastra 3) e tirafondi, tali da garantire lo scorrimento orizzontale, ma non il sollevamento della piastra di base.

Come riportato al § 6.7, gli spostamenti massimi imposti dalla Piastra di scavalco alle scale, sono i seguenti:

SC01	U1*	U2*
	m	m
MAX SLV	0.073	0.070
MAX SLD	0.028	0.027

*non contemporanee

SC02	U1*	U2*
	m	m
MAX SLV	0.074	0.070
MAX SLD	0.028	0.027

*non contemporanee

Si considera il caso peggiore tra le due scale: lo spazio libero tra piastra 1 e piastra 2 deve essere maggiore di 74 mm in direzione longitudinale (parallela all'asse dei binari) e di 70 mm in direzione trasversale.

Le dimensioni delle piastre sono le seguenti:

- piastra 1= 350x700 mm, sp.40 mm
- piastra 2
 - dimensioni esterne 1050 x 1400 mm,
 - dimensioni interne 750 x 1100 mm,
 - sp 40 mm

- piastra 3

dimensioni esterne 950 x 1400 mm,

dimensioni interne 350 x 700 mm,

sp 40 mm

Si prevedono 18 tirafondi M20 di classe 8.8, disposti come riportato nella seguente figura.

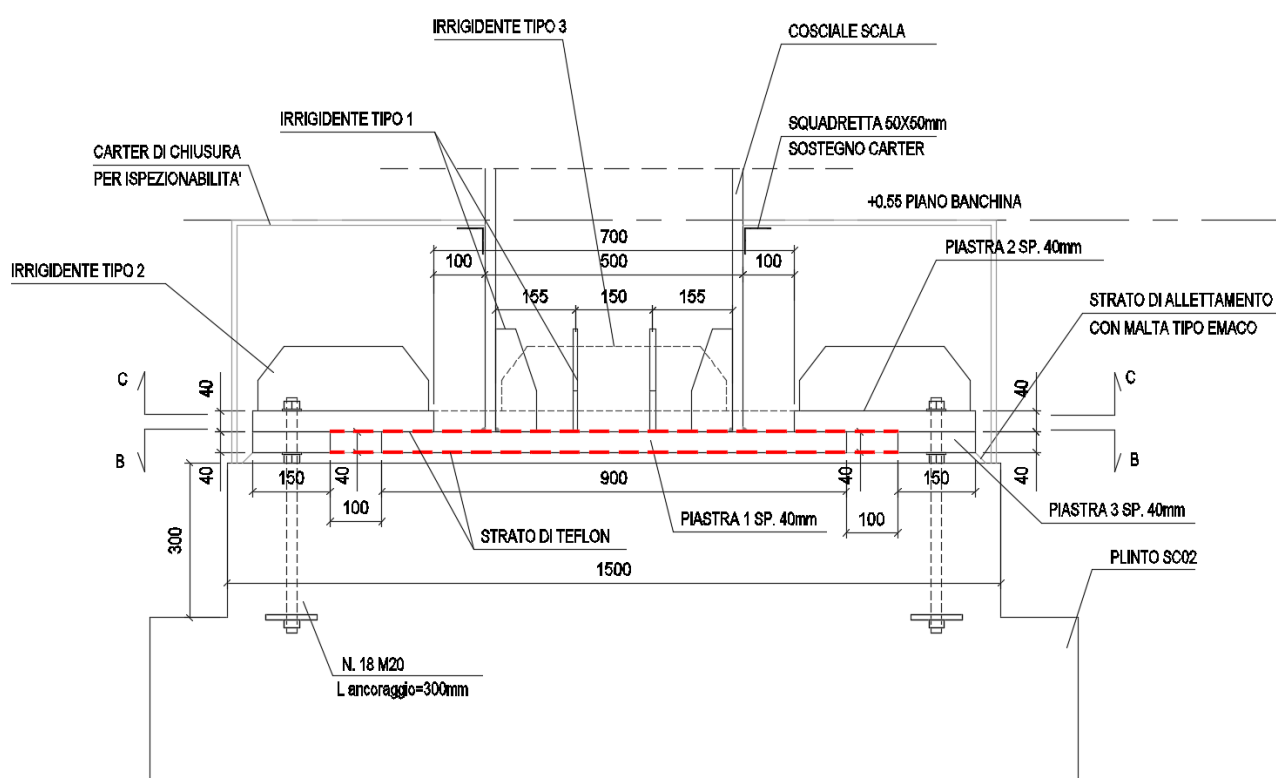


Figura 42: Nodo di base – sezione

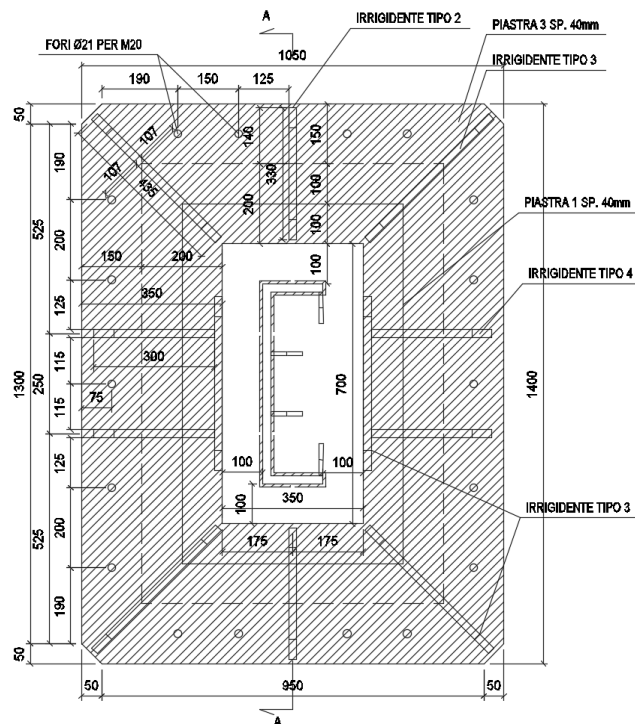


Figura 43: Nodo di base – piastra superiore (piastra 3)

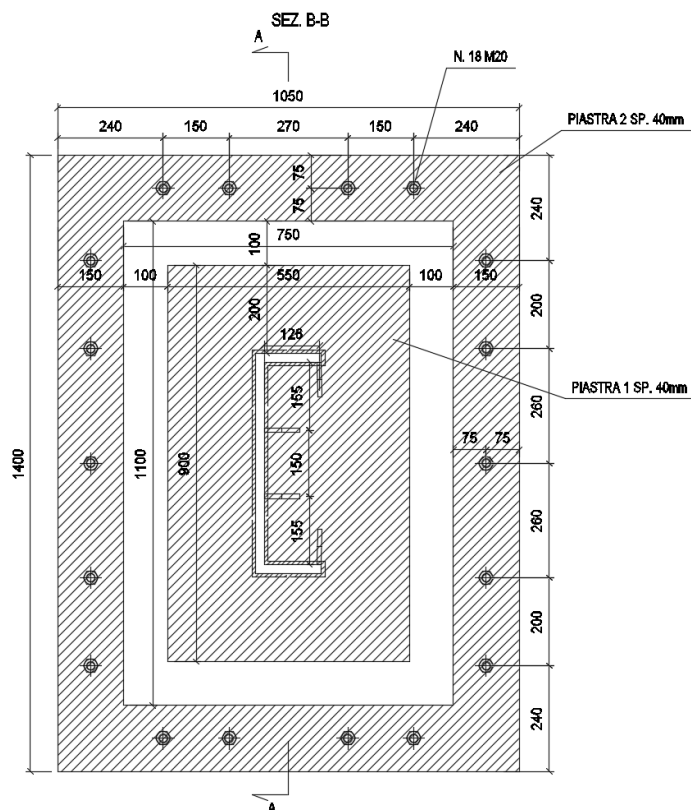


Figura 44: Nodo di base – piastre inferiori (piastre 1 e 2)

14.4 AZIONI SUI MICROPALI SC02

Si considera una ripartizione delle sollecitazioni sopra riportate tra i micropali di fondazione. Tale ripartizione determina le seguenti azioni sul singolo micropalo.

	Nmax	Nmin
	kN	kN
SLU	33	27
SLV	22	19

Nei paragrafi che seguono si riportano le verifiche geotecniche e strutturali del micropalo.

La combinazione di verifica è la A1+M1+R3; dal momento che all'interno del foglio di calcolo sono state inserite le sollecitazioni già combinate (massimi valori per le combinazioni SLU/SLV), sono stati adottati i coefficienti delle azioni (γ_G e γ_Q) unitari. In ogni caso, sono stati considerati gli adeguati valori per i coefficienti di riduzione delle resistenze (γ_s e $\gamma_{s\text{ traz}}$), come indicato al § 6.4.3.1.1 delle NTC2018.

14.5 VERIFICHE DEL MICROPALO

I micropali sono soggetti alla sola compressione assiale.

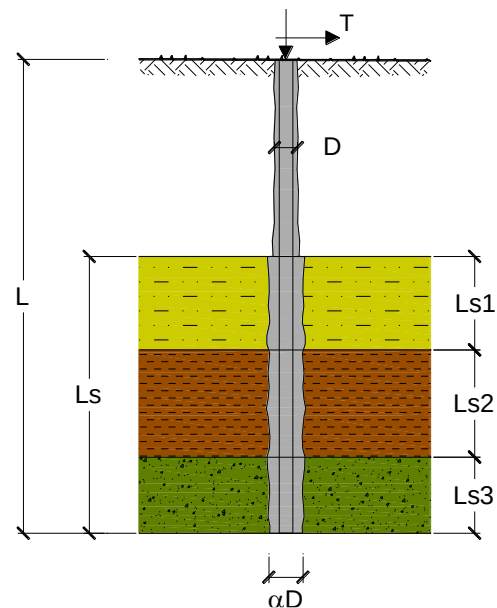
14.5.1 Verifica micropalo soggetto a Compressione

OPERA:

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	33	0.00	33.00
T (kN)	0	0.00	0.00



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_s	$\gamma_{s\text{ traz}}$
UTS	A1+M1+R1	☐	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	☐	1.00	1.30	1.45	1.60
	A1+M1+R3	☐	1.30	1.50	1.15	1.25
	SISMA	☒	1.00	1.00	1.15	1.25
DM88			1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.10	1.20	1.30	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	DM88	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0.3 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 8.00 (m)

Armatura:

☐ IPE
 ☐ INP
 ☐ HEA
 ☐ HEB
 ☐ HEM
 ☒ Tubi
 ☐ ALTRO

IPE 180
 INP 160
 HEA 300
 HEB 160
 HEM 200

ø219,1 x 10,0

Area dell'armatura (A_{arm}): 6569 (mm^2)

Momento di inerzia della sezione di armatura (J_{arm}): 3.598E+07 (mm^4)

Modulo di resistenza della sezione di armatura (W_{arm}): 328 475 (mm^3)

Tipo di acciaio

Tensione di snervamento dell'acciaio (f_y): 355 (N/mm^2)

Coefficiente Parziale Acciaio γ_M : 1.05

Tensione ammissibile dell'acciaio (σ_{lim}): 338 (N/mm^2)

Modulo di elasticità dell'acciaio (E_{arm}): 210 000 (N/mm^2)

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 5.0 (MN/m^3)

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$QI = \sum_i \pi \cdot Ds_i \cdot s_i \cdot ls_i$$

Tipo di Terreno	Spessore ls_i (m)	α (-)	$Ds_i = \alpha \cdot D$ (m)	s_i media (MPa)	s_i minima (MPa)	s_i calcolo (MPa)	Qsi (kN)
	5.00	1.10	0.33	0.040	0.040	0.020	106.06
	3.00	1.10	0.33	0.080	0.080	0.041	127.27
			0.00			0.000	0.00

$$Ls = 8.00 \quad (m) \quad QI = 233.33 \quad (kN)$$

Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta \cdot QI$$

(consigliato 10-15%)

$$\% Punta = 15\%$$

$$Qp = 35.00 \quad (kN)$$

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + QI$$

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

$$Qlim = 268.33 \quad (kN)$$

$$Fs = 8.13$$

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. (β) ($\beta = k \cdot D_{arm}$): $1.10 \quad (N/mm^2)$

$$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot Earm \cdot Jarm)^{0.5}$$

$$\eta = Pk / N \quad (consigliato \eta > 10)$$

$$Pk = 5754.44 \quad (MN)$$

$$\eta = 174.38$$

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/Aarm \pm M/Warm$$

$$\tau = 2 \cdot T/Aarm$$

$$\sigma_{max} = 5.02 \quad (N/mm^2)$$

$$\sigma_{min} = 5.02 \quad (N/mm^2)$$

$$\tau = 0.00 \quad (N/mm^2)$$

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$$\sigma_{id} = 5.02 \quad (N/mm^2)$$

verifica soddisfatta

15 CALCOLO DELLE INCIDENZE

15.1.1 Scala SC01 - NORD

SectionName	Material	Shape	TotalWt
Text	Text	Text	KN
cosciale	S355	Channel	68.6
cosciale finale	S355	Channel	0.4
barra			
appendimento	S355	Circle	3.1
L100X10	S355	Angle	12.3
UPN370	S355	Channel	22.8
Tot.			107.1

15.1.2 Scala SC02 - SUD

SectionName	Material	Shape	TotalWt
Text	Text	Text	KN
cosciale	S355	Channel	57.4
cosciale finale	S355	Channel	0.4
barra appendimento	S355	Circle	1.2
L100X10	S355	Angle	10.5
UPN370	S355	Channel	15.3
tot.			84.8

SectionName	Material	Incid. Arm
Text	Text	kg/m ³
Plinto fondazione	C25/30	150