



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



## Città di Trani

*Medaglia d'argento al merito civile*  
Provincia Barletta-Andria-Trani

AREA IV - URBANISTICA, DEMANIO E AMBIENTE



RUP

Arch. Francesco PATRUNO

SUPPORTO AL RUP

Ing. Pierluigi TALARICO

PROGETTISTI

Arch. Francesco GIANFERRINI

Arch. Francesco VITAGLIANO

Ing. Elisabetta Viviana CRACA

TIMBRI E FIRME

ELABORATO

### RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

ARGOMENTO

**R**

PROGRESSIVO

**9**

REVISIONE

**0**

RAPPORTO GRAFICO

∴

REVISIONE	NOTE DI REVISIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Progetto Definitivo	Dicembre 2022		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1					
2					
3					
4					

COMPLETAMENTO DEL RECUPERO EDILIZIO DELL'IMMOBILE  
PUBBLICO GIA' MACELLO COMUNALE, PER REALIZZARE  
ALLOGGI DI COHOUSING IN VIA ROMITO  
CUP: C77H21000310001

## INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	1
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E VINCOLISTICO .....	3
3.1	Analisi territoriale .....	3
3.2	Analisi vincolistica .....	5
4	ANALISI DELL'EDIFICIO.....	10
4.1	Materiali utilizzati .....	12
4.2	Azioni di progetto sulla costruzione .....	14
4.3	Azione sismica .....	17
4.4	Verifiche agli stati limite ultimi .....	20
4.5	Verifiche agli stati limite d' esercizio .....	22
5	RELAZIONE SUI MATERIALI .....	25
5.1	Legenda tabella dati materiali .....	25
5.2	Prescrizioni acciaio da carpenteria metallica pesante .....	29
5.3	Prestazioni garantite per il calcestruzzo.....	30

## 1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo strutturale descrive i criteri adottati per la realizzazione degli alloggi pubblici di co-housing realizzati nella città di Trani.

La realizzazione di tali edifici rientra nel finanziamento del "Programma Innovativo Nazionale per la Qualità dell'Abitare (PINQuA)" promosso dal Ministero per le Infrastrutture e la Mobilità Sostenibili (MIMS), che ha come obiettivo quello di ridurre il disagio abitativo, favorire l'inclusione sociale e riqualificare i centri urbani.

L'intervento consiste nella realizzazione di alloggi pubblici di co-housing composti da due palazzine di due piani ciascuna al cui interno saranno presenti n. 12 alloggi in totale.

Questi alloggi sono stati realizzati con struttura portante in acciaio e tamponature composte da intelaiature metalliche coibentate.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- 1) D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- 2) Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
- 3) D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- 4) D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- 5) D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
- 6) D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- 7) Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
- 8) Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
- 9) D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- 10) Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- 11) D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "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”.
- 12) D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”.
  - 13) UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
  - 14) Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modificazioni e integrazioni.
  - 15) UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
  - 16) UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
  - 17) UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
  - 18) UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
  - 19) UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
  - 20) UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
  - 21) UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
  - 22) UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
  - 23) UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
  - 24) UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
  - 25) UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
  - 26) UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.

- 27) UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
- 28) UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
- 29) UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- 30) UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- 31) UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- 32) UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- 33) UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- 34) UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E VINCOLISTICO

#### 3.1 Analisi territoriale

L'area oggetto di intervento ricade nella costa nord della città di Trani, collocata nelle vicinanze castello Normanno Svevo.

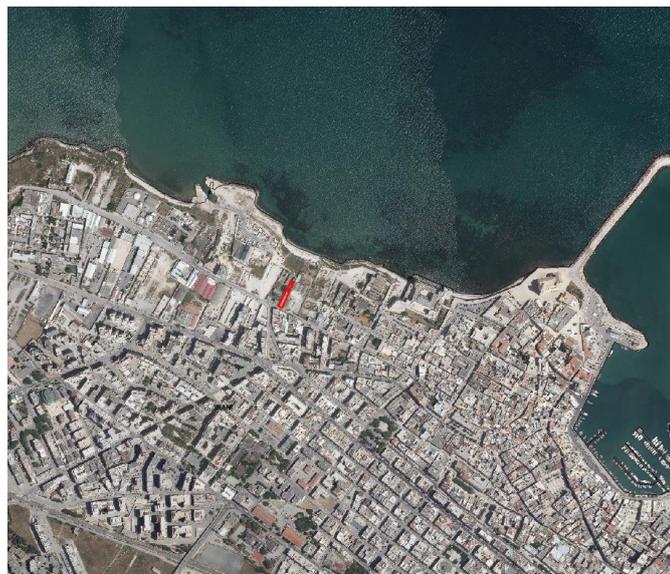


Figura 1: Mappa su base ortofoto

L'area oggetto di intervento ricade interamente su particelle di proprietà del comune, per tale motivo non sarà numeraria una procedura di esproprio.

Le particelle interessate dal presente intervento ricadono tutte nel foglio 13 del comune di Trani ed è la particella 159.

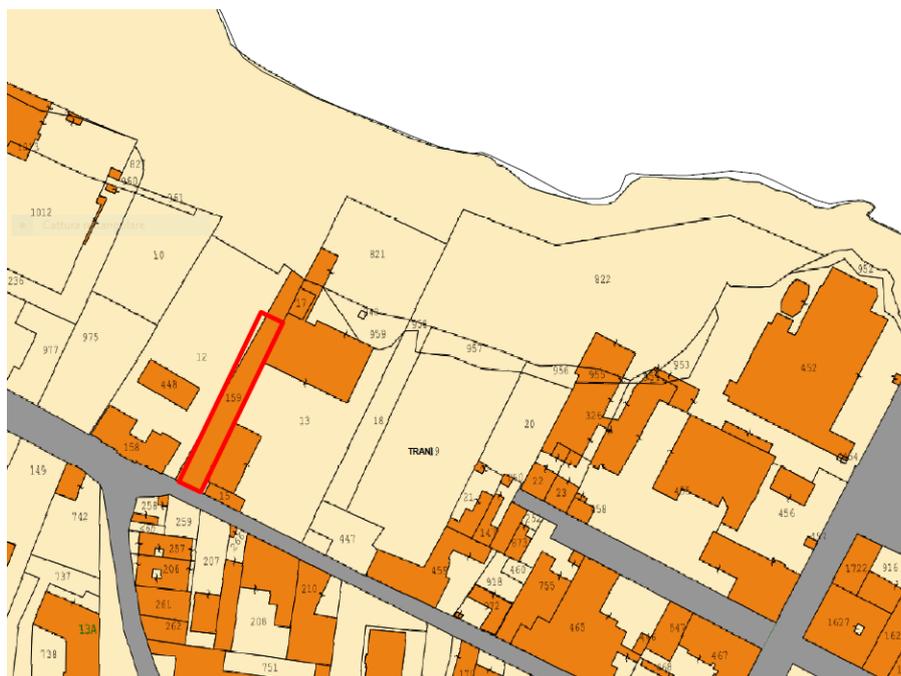


Figura 2: Mappa Catastale

Dal punto di vista urbanistico l'area ha da sempre avuto una vocazione ad uso edilizio residenziale come chiaramente riportato nel vigente piano urbanistico.

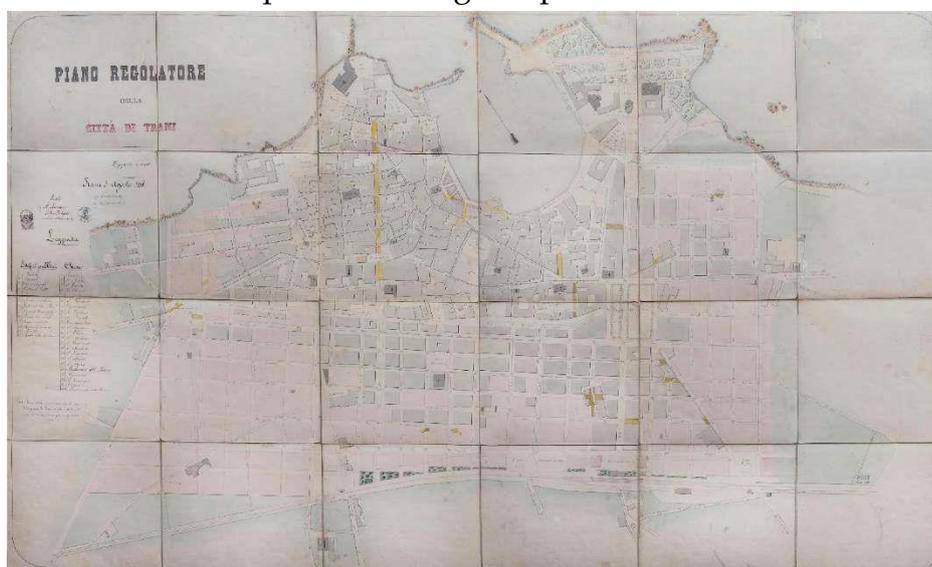


Figura 3: Piano Regolatore Generale

Il progetto recepisce i principi del Documento Programmatico di Rigenerazione Urbana (DPRU), di cui il Comune di Trani si è dotato ai sensi dell'art.3 comma 1 della L.R. n.21/2008 approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.14 del 29/06/2011.

Le aree di intervento rientrano nell'Ambito 2 individuato dal DPRU, per la parte denominata "Uno sguardo a nord" che riguarda la ristrutturazione urbanistica e riqualificazione ambientale della zona costiera a nord del Castello Svevo, compresa tra via Dei Finanziari, Piazza Re Manfredi e le attrezzature comunali del centro di raccolta rifiuti comunale e depuratore AQP.

Si tratta di un ambizioso ed esteso programma di eliminazione dei detrattori ambientali dell'area - edifici ex produttivi in forte degrado che ostruiscono il rapporto della città con il mare - prevedendo la sostituzione edilizia destinata a residenza con ampio ventaglio di tipologie edilizie sociali: edilizia residenziale pubblica a carattere sociale, edilizia pubblica destinata a co-housing, edilizia privata convenzionata a prezzi calmierati, edilizia residenziale e per servizi alla residenza privata libera, servizi e spazi pubblici connessi alla residenza e a servizio del quartiere.

Ne consegue che vi è assoluta compatibilità tra il progetto e la pianificazione urbanistica vigente di livello generale ed esecutivo, i PUE, il PUG e il PRG prima, onde poter attuare rapidamente gli interventi di riqualificazione. Non sono richieste varianti urbanistiche per la realizzazione degli interventi di iniziativa pubblica, candidati con la presente proposta, mentre gli altri PUE saranno resi coerenti con la pianificazione generale nell'arco di pochi mesi che intercorrono tra le fasi 1 e 2 della procedura di cui al DM 16/09/2020.

### 3.2 Analisi vincolistica

Nell'ambito della tutela ambientale e paesaggistica, l'area oggetto di intervento risulta essere interessata dai seguenti vincoli:

- ✓ Beni paesaggistici: l'area d'intervento è interessata da "Territori costieri", disciplinati dagli indirizzi di cui all'art. 43, dalle direttive di cui all'art. 44 e dalle prescrizioni di cui all'art. 45 delle NTA del PPTR;
- ✓ Ulteriori contesti (art. 143, comma 1, lett. 3 del D.Lgs. 42/04): l'area di intervento è interessata da ulteriori contesti della struttura antropica e storico/culturale e, specificamente ricade all'interno della perimetrazione della "Città consolidata" e nelle immediate vicinanze dalla "Strada a valenza paesaggistica". Tuttavia, consultando il PPTR, tale strada risulta avere un posizionamento errato.



Figura 4: Inquadramento PAI



Figura 5: 6.1.1 - PPTR - Componenti Geomorfologiche

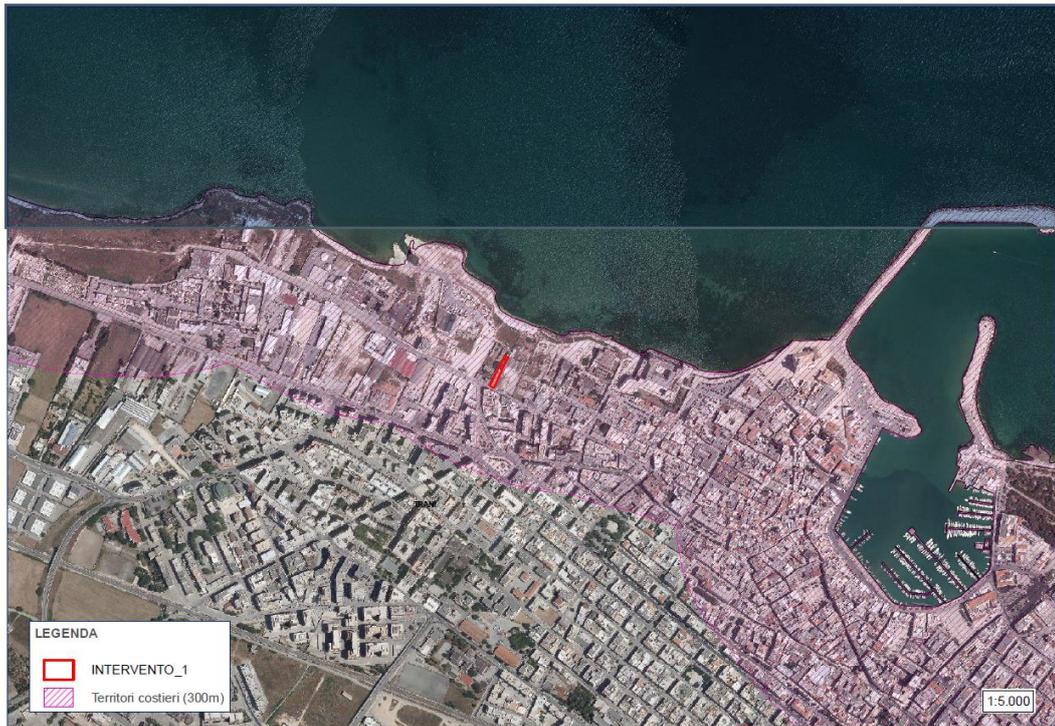


Figura 6: 6.1.2 - PPTR - Componenti Idrologiche

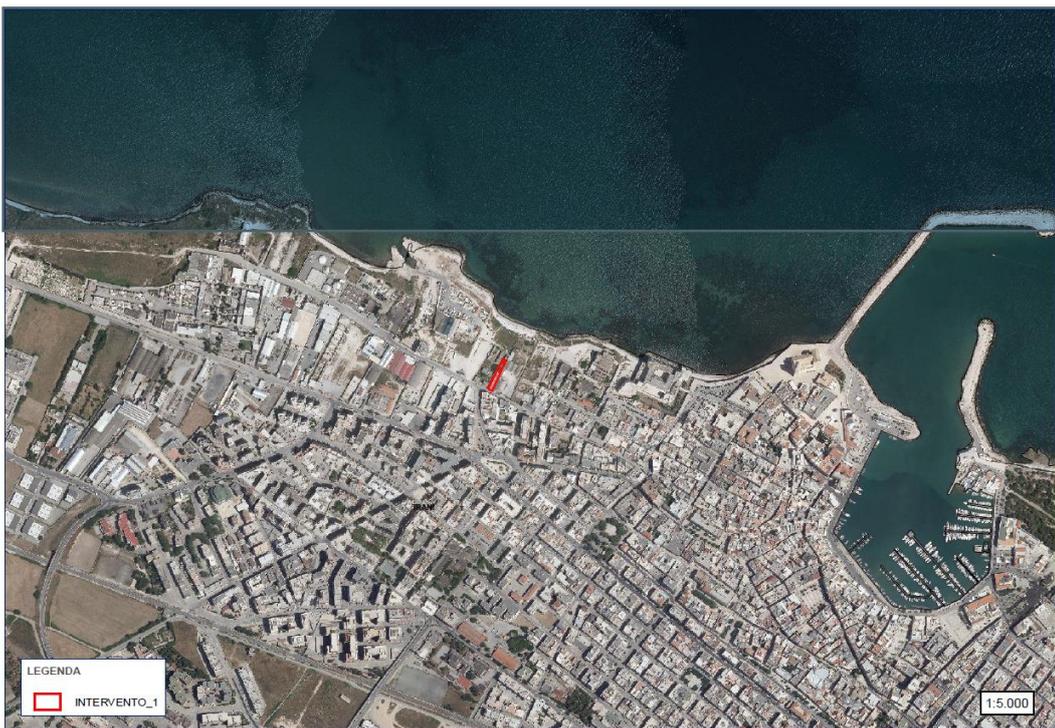


Figura 7: 6.2.1 - PPTR - Componenti Botanico Vegetazionali



Figura 8: 6.2.2 - PPTR - Componenti delle Aree Protette e dei Siti Naturalistici

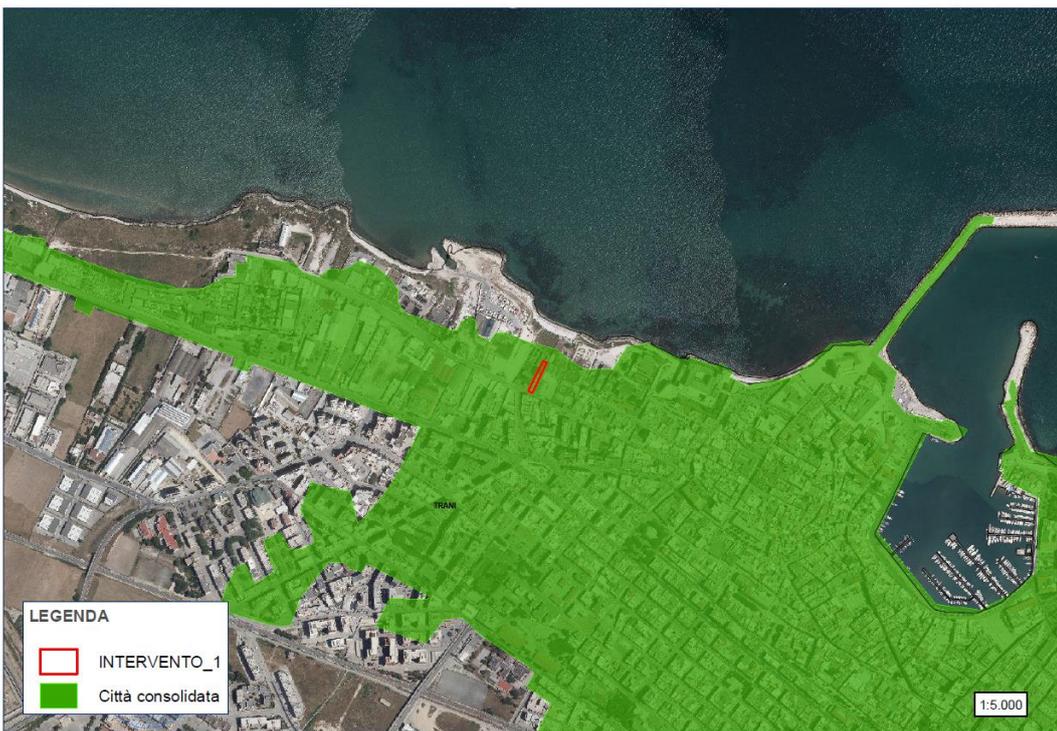


Figura 9: 6.3.1 - PPTR - Componenti Culturali e Insediative



Figura 10: 6.3.2 - PPTR - Componenti dei Valori Percettivi

Come si evince nell'elaborato IG\_2 (Inquadramento vincolistico PPTR e PAI) l'area oggetto di intervento ricade nelle aree escluse da autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'Art. 142 co. 2 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in quanto aree già perimetrate da una pianificazione antecedente al 1985 ed oggi destinate a servizi per la residenza "Se" dal vigente PUG.

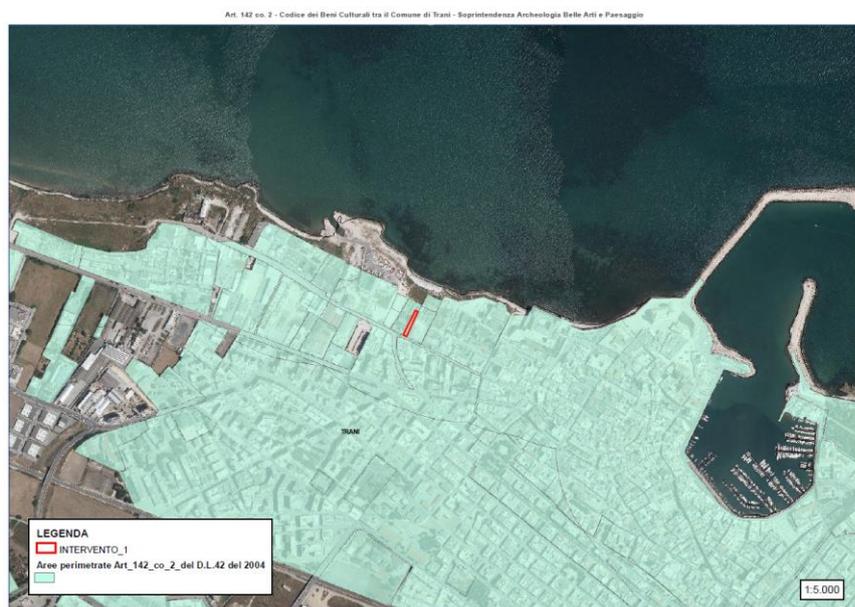


Figura 11: Delimitazione delle aree di cui all'art. 142, co. 2 del D. Lgs 42/2004



Figura 12: PUG "Zonizzazione"

## 4 ANALISI DELL'EDIFICIO

L'analisi dell'edificio è stata condotta con il metodo agli elementi finiti con l'ausilio del software PRO\_SAP Professional Structural Analysis Program.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi.

Ai sensi delle vigenti NTC, è stata eseguita l'analisi Dinamica lineare della struttura con fattore di struttura  $q=1,5$  combinando i casi di carico secondo l'Approccio 2 previsto dalla norma.

Con tale analisi si valuta se l'elemento strutturale è capace di resistere alle azioni di progetto, applicando alla struttura sia le sollecitazioni statiche, derivanti dai pesi propri e dal carico accidentale dipendente dall'utilizzo della stessa, che dalle sollecitazioni derivanti dall'applicazione del sisma di progetto.

Tipo di analisi strutturale	
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO
Analisi lineare	SI

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP Professional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2022-10-198)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi5300

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	SI

Gli elementi strutturali sono stati verificati agli SLU, con riferimento alla normativa adottata, utilizzando le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, sono state prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di duttilità, di degrado.

Gli elementi strutturali sono stati verificati agli SLE, con riferimento alla normativa adottata, utilizzando le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

Il modello di calcolo vede la discretizzazione dei pilastri e delle travi come elementi D2 mentre le fondazioni e i setti in corrispondenza del vano ascensore e del vano scala sono stati modellati come elementi D3. In corrispondenza di ogni piano è stato inserito l'elemento solaio, capace di conferire alla struttura sia l'azione permanente, data dal peso proprio e portato dell'impalcato, sia dal peso accidentale.

La struttura portante in acciaio sarà composta da una pilastrata di profili metallici HEA 260 nei quali verranno ancorate le travi IPE 360 e IPE 300. Le uniche strutture realizzate in

cemento armato saranno le fondazioni, nelle quali tramite piastre di ancoraggio e tira-fondi saranno ancorati i pilastri, i vani scala, le scale e il vano ascensore.

Per la verifica della struttura è stata condotta l'analisi Dinamica Lineare con fattore di struttura  $q=1,5$ . Con tale analisi si valuta se l'elemento strutturale è capace di resistere alle azioni di progetto, applicando alla struttura sia le sollecitazioni statiche, derivanti dai pesi propri e dal carico accidentale dipendente dall'utilizzo della stessa, che dalle sollecitazioni derivanti dall'applicazione del sisma di progetto.

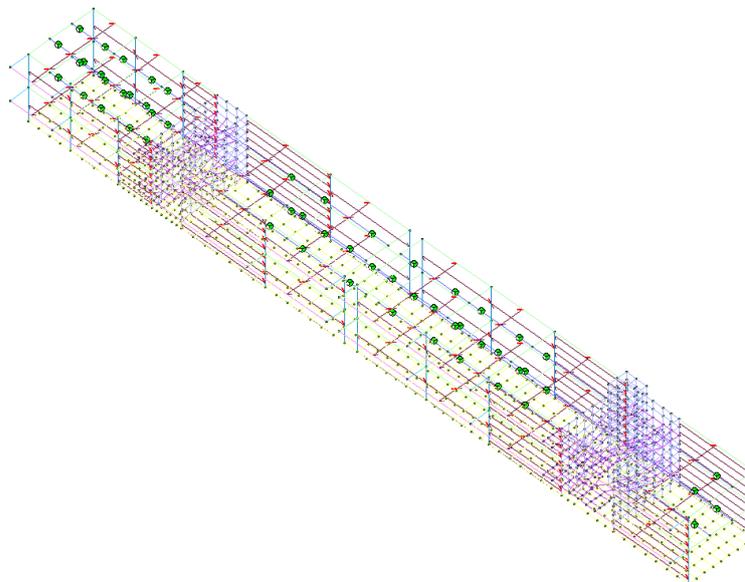


Figura 13: Modello filo di ferro edificio

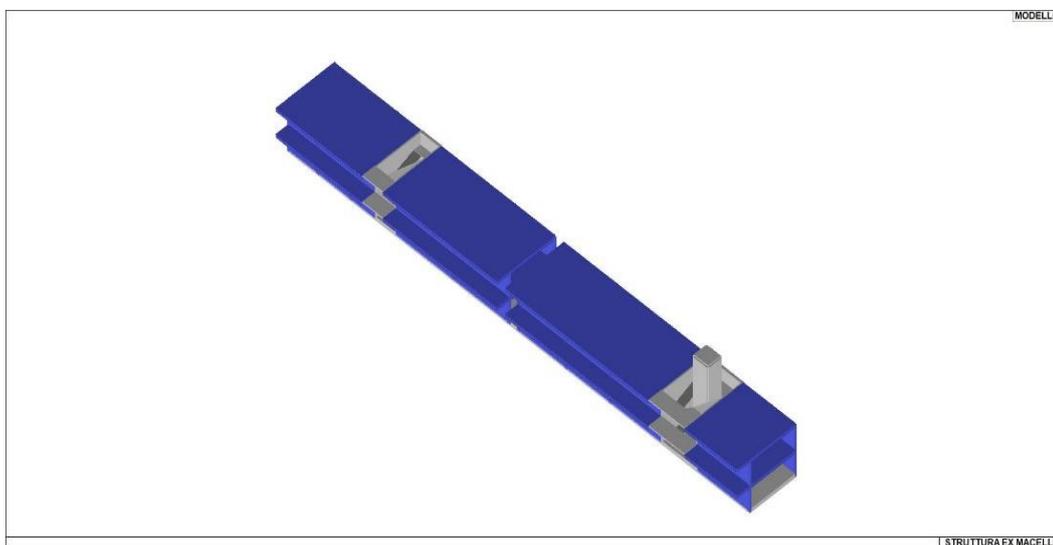


Figura 14: Modello solido edificio

#### 4.1 Materiali utilizzati

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio

3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Young	modulo di elasticità normale E
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale $\nu$
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica
Fattore di confidenza FC m	Fattore di confidenza specifico per materiale; (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Fattore di confidenza FC a	Fattore di confidenza specifico per l'armatura (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Elasto-plastico	Materiale elastico perfettamente plastico per aste non lineari
Massima compressione	Massima tensione di compressione per aste non lineari
Massima trazione	Massima tensione di trazione per aste non lineari
Fattore attrito	Coefficiente di attrito per aste non lineari
Rapporto HRDb	Rapporto di hardening a flessione
Rapporto HRDv	Rapporto di hardening a taglio

Nel tabulato si riportano sia i valori caratteristici che medi utilizzando gli uni e/o gli altri in relazione alle richieste di normativa ed alla tipologia di verifica. (Cap.7 NTC18 per materiali nuovi, Cap.8 NTC18 e relativa circolare 21/01/2019 per materiali esistenti, Linee Guida Reluis per incamiciatura CAM, CNR-DT 200 per interventi con FRP, CNR-DT 215 per interventi con FRCM)

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>3</sup>		
3	Calcestruzzo Classe C28/35			3.259e+05	0.20	1.358e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	350.0							
	Resistenza fctm		28.4						
	Rapporto Rfessurata (assiale)								1.00
	Rapporto Rfessurata (flessione)								1.00
	Rapporto Rfessurata (taglio)								1.00

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
12	Acciaio Fe430 - S275-acciaio Fe430-S275			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.20e-05	
	Tensione ft	4300.0							
	Resistenza fd	2750.0							
	Resistenza fd (>40)	2500.0							
	Tensione ammissibile	1900.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1700.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

## 4.2 Azioni di progetto sulla costruzione

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b> 6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz)
<b>2</b>	<b>spostamento nodale impresso</b> 6 dati (spostamento Tx, Ty, Tz, rotazione Rx, Ry, Rz)
<b>3</b>	<b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b> 7 dati (fx, fy, fz, mx, my, mz, ascissa di inizio carico) 7 dati (fx, fy, fz, mx, my, mz, ascissa di fine carico)
<b>4</b>	<b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b> 7 dati (f1, f2, f3, m1, m2, m3, ascissa di inizio carico) 7 dati (f1, f2, f3, m1, m2, m3, ascissa di fine carico)
<b>5</b>	<b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b> 7 dati (Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz, ascissa di carico)
<b>6</b>	<b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b> 7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico)
<b>7</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b> 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	<b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b> 1 dato (pressione)
<b>9</b>	<b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b> 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)

<b>10</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b> 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
<b>11</b>	<b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b> 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
<b>12</b>	<b>gruppo di carichi con impronta su piastra</b> 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

I carichi applicati sono di seguito riportati:

Tipo carico di pressione uniforme su piastra		
Id	Tipo	pressione
		daN/cm2
7	QVK PAN ++ vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 5.520e-03	5.52e-03
8	QVK PAN -- vento*0.4 (da personalizzare)-P3:p= 5.520e-03	5.52e-03

Tipo carico variabile generale					
Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
1	CARICO NEVE TORRINO-QV:unif - Qx - Area Unif. Qx Area L2=0.0		-5.00e-03		
2	CARICO PERMANENTE TORRINO-QV:unif - Qx - Area Unif. Qx Area L2=0.0		-0.01		
3	CARICO SCALA-QV:unif - Qx - Area Unif. Qx Area L2=0.0		-0.04		
9	CARICO PERMANENTE PLATEA-QV:unif - Qz - Area Unif. Qz Area L2=0.0		-0.03		
10	CARICO ACCIDENTALE PLATEA-QV:unif - Qz - Area Unif. Qz Area L2=0.0		-0.02		

Le azioni sulla costruzione, fatta eccezione del peso proprio e dell'azione sismica che sono determinate automaticamente dal software di calcolo sono state applicate sui sulle travi di copertura come carichi uniformemente distribuito:

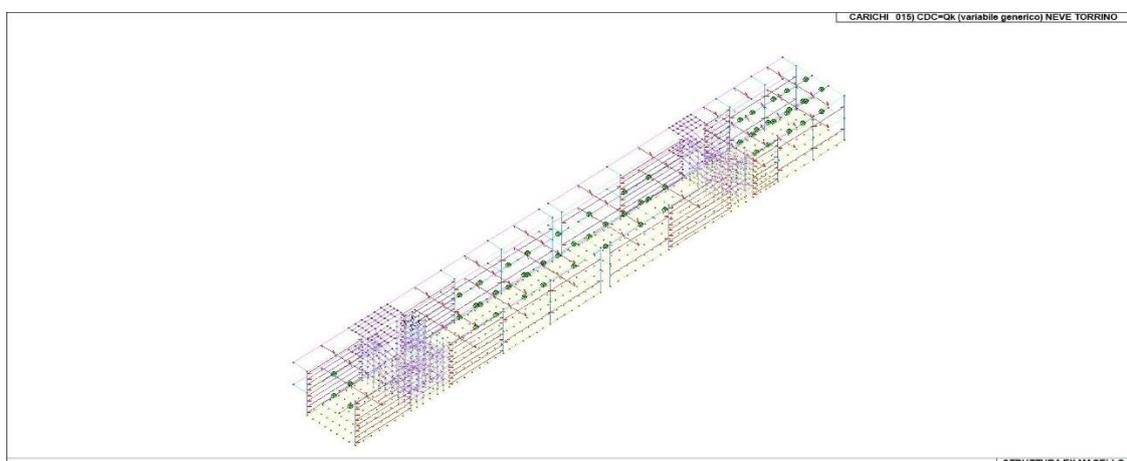


Figura 15: CDC\_015\_CDC=Qk (variabile generico) NEVE TORRINO

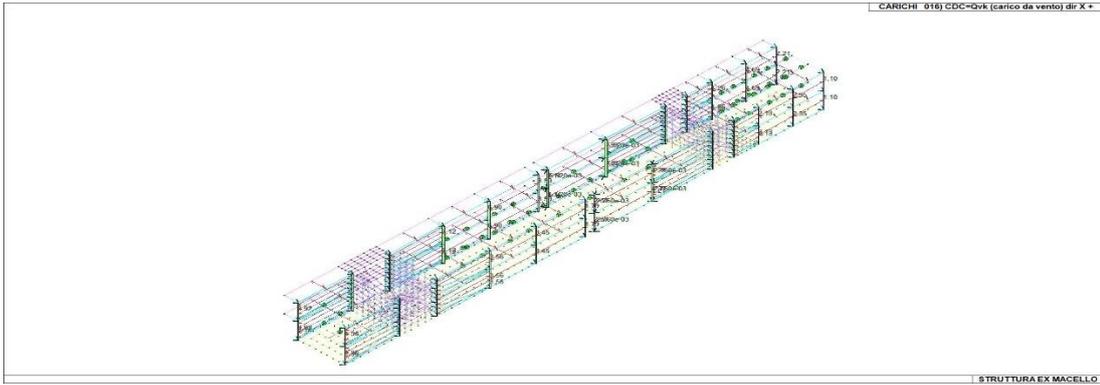


Figura 16: CDC\_016\_CDC=Qvk (carico da vento) dir X +

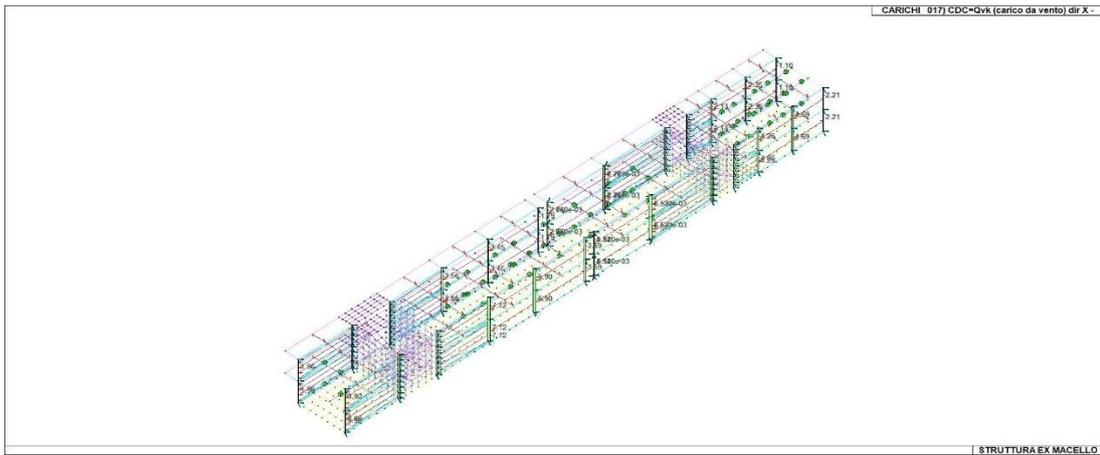


Figura 17: CDC\_017\_CDC=Qvk (carico da vento) dir X -

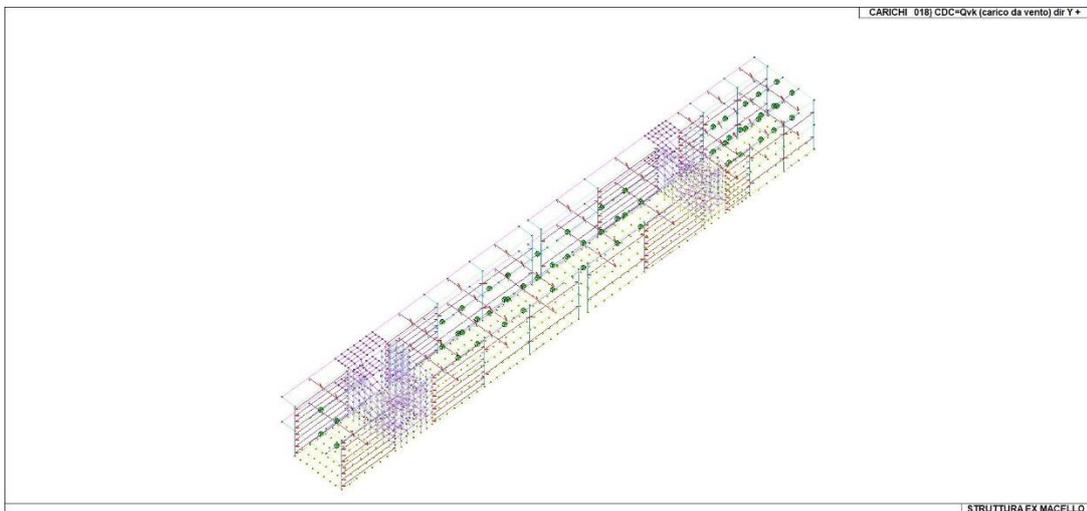


Figura 18: CDC\_018\_CDC=Qvk (carico da vento) dir Y +

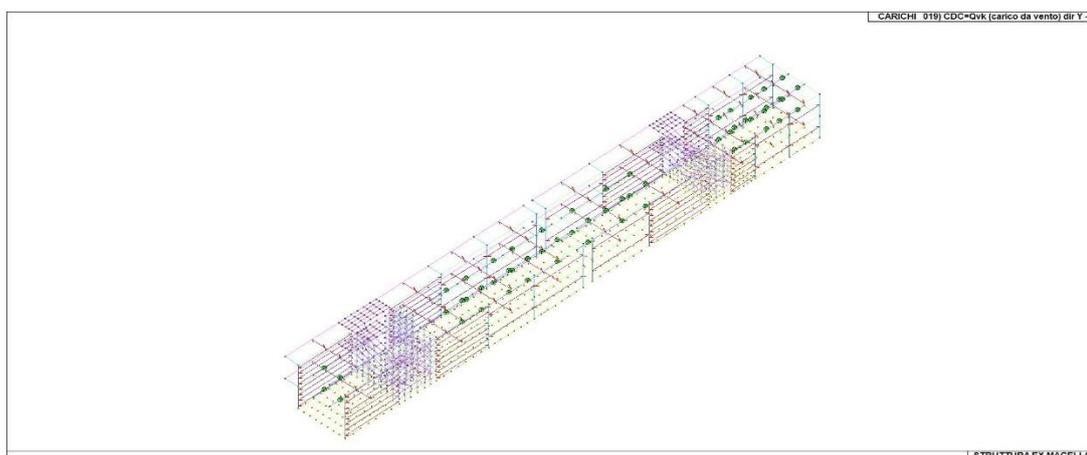


Figura 19: CDC\_019\_CDC=Qvk (carico da vento) dir Y -

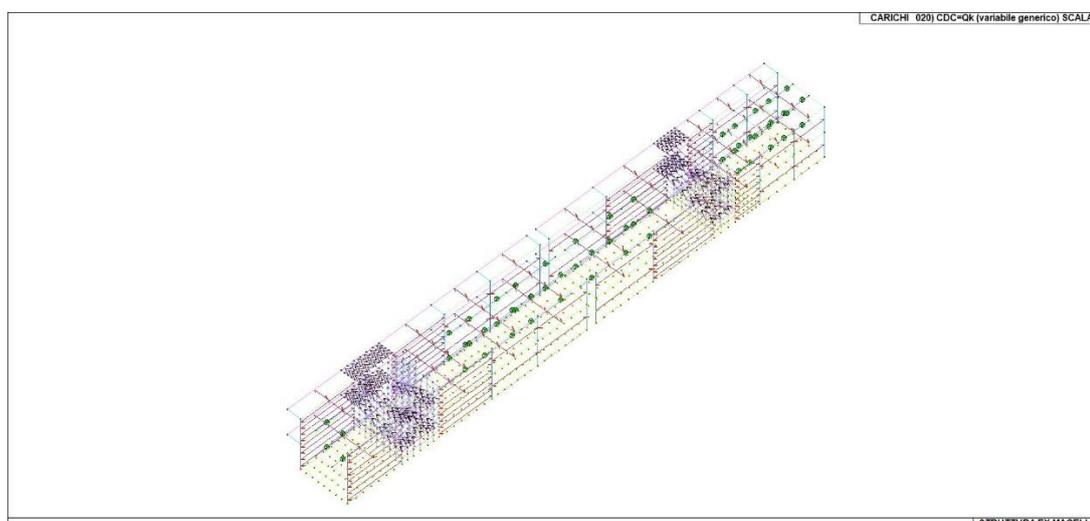


Figura 20: CDC\_020\_CDC=Qk (variabile generico) SCALA

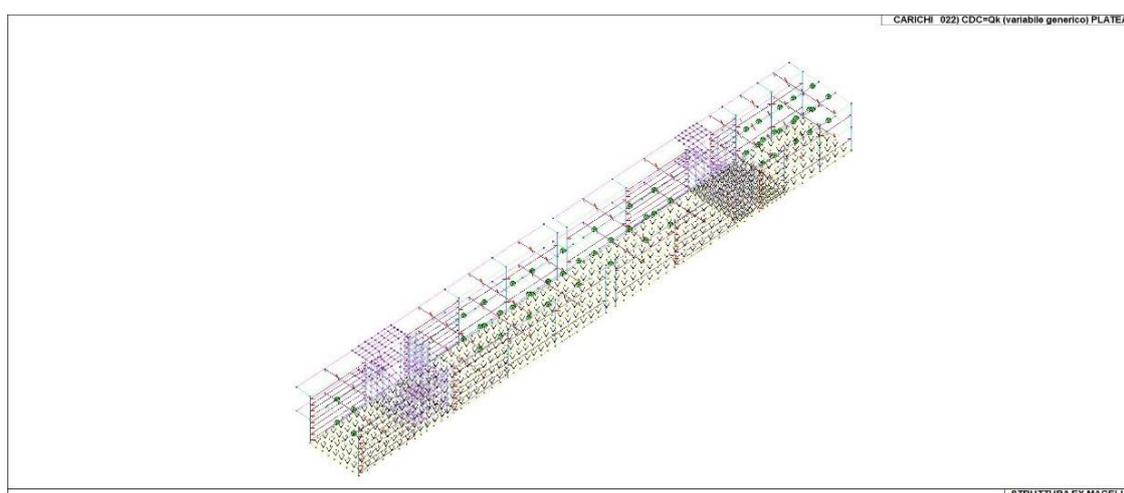


Figura 21: CDC\_022\_CDC=Qk (variabile generico) PLATEA

### 4.3 Azione sismica

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	B	T1

**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento ED50]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
31235	16.416	41.247	3.456
31236	16.483	41.246	6.443
31014	16.485	41.296	5.888
31013	16.419	41.297	2.118

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località:

Longitudine:  Latitudine:

RSL

Parametri per le forme spettrali

	$P_{ver}$	$T_r$	ag [g]	Fo	$T^*c$
SLO	81	30.11	0.0348	2.502	0.258
SLD	63	50.29	0.0441	2.515	0.291
SLV	10	474.56	0.1398	2.525	0.365
SLC	5	974.79	0.1986	2.486	0.372

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita $V_n$ [anni]	Coefficiente uso $C_u$	Periodo $V_r$ [anni]	Livello di sicurezza
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="100"/>

Nota: per il calcolo dei parametri sismici  
 1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre  $V_n$  e  $C_u$

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.3)

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale

$T_b$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

$T_c$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

$T_d$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico,  $S_e$ , è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Dove per sottosuolo di categoria A i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo B, C, D, E i coefficienti  $S_s$  e  $C_c$  vengono calcolati mediante le espressioni riportate nella seguente Tabella:

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella seguente Tabella:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico,  $S_{ve}$ , è definito dalle espressioni:

$$\begin{aligned}
0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
\end{aligned}$$

I valori di  $S_s$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$ , sono riportati nella seguente Tabella

Categoria di sottosuolo	$S_s$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	16.418	41.277	
31235	16.416	41.247	3.456
31236	16.483	41.246	6.443
31014	16.485	41.296	5.888
31013	16.419	41.297	2.118

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.1	0.035	2.502	0.258
SLD	63.0	50.3	0.044	2.515	0.291
SLV	10.0	474.6	0.140	2.525	0.365
SLC	5.0	974.8	0.199	2.486	0.372

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.035	1.200	2.502	0.630	0.124	0.372	1.739
SLD	0.044	1.200	2.515	0.713	0.137	0.410	1.776
SLV	0.140	1.200	2.525	1.275	0.164	0.491	2.159
SLC	0.199	1.200	2.486	1.496	0.166	0.499	2.394

#### 4.4 Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Il software di calcolo strutturale identifica in maniera visiva, oltreché dai risultati, gli elementi che risultano essere verificati (elementi di colore ciano) e gli elementi non verificati (elementi di colore rosso).

Dalla figura seguente emerge come ogni elemento strutturale è in grado di sopportare le azioni di progetto.

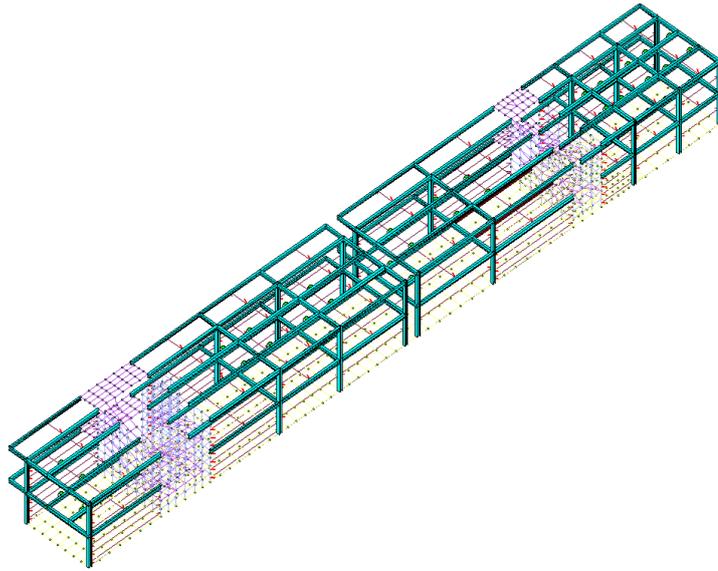


Figura 22: Stato progetto SLU elementi acciaio

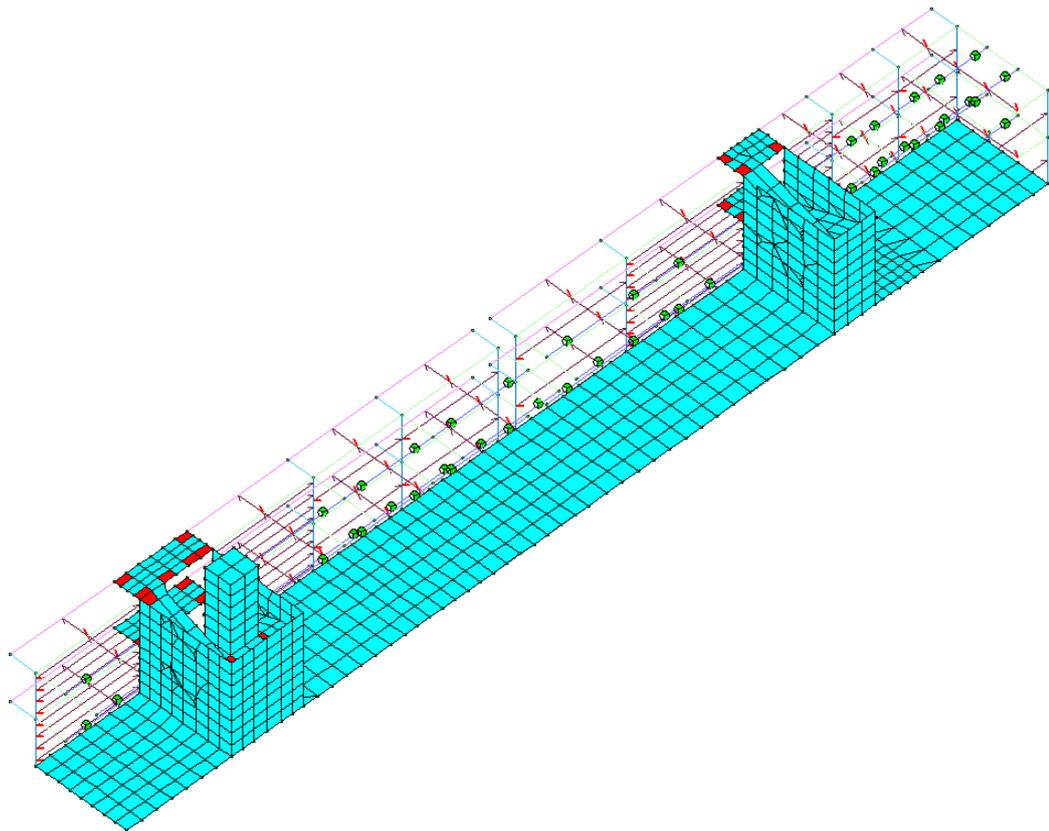


Figura 23: Stato progetto SLU elementi D3

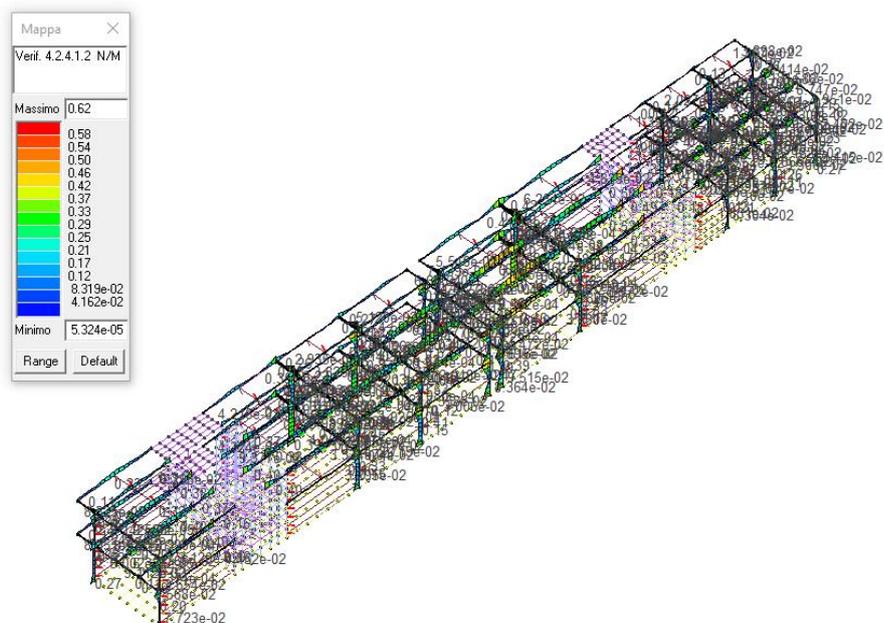


Figura 24: Verifica N/M SLU elementi D2

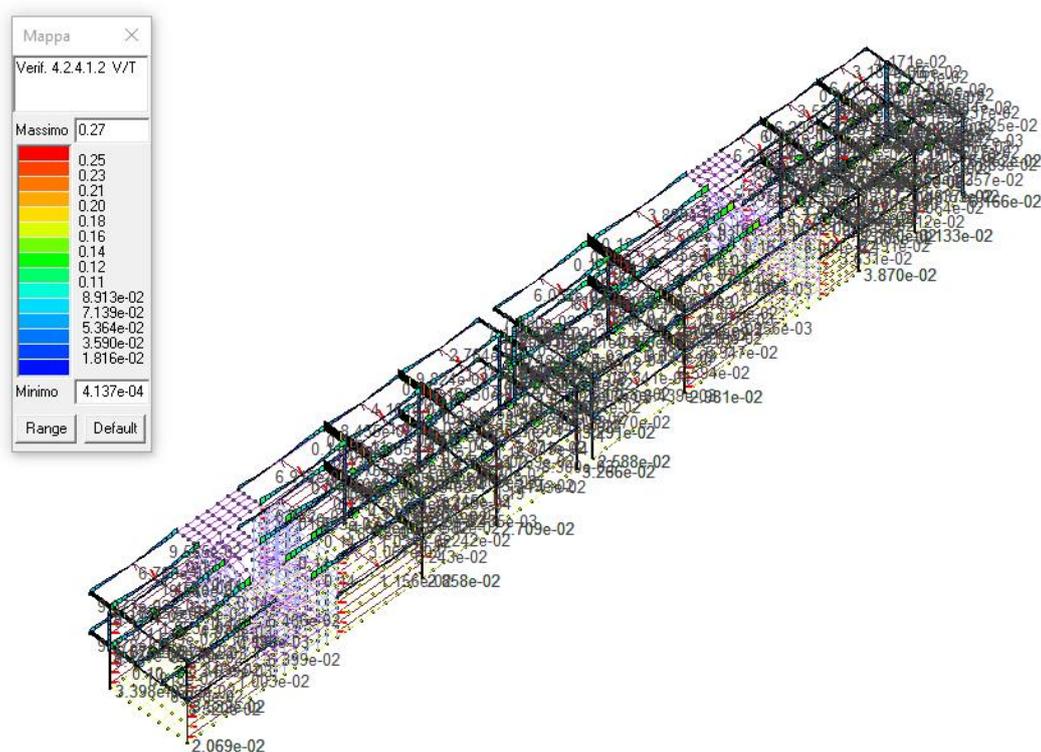


Figura 25: Verifica V/T SLU elementi D2

#### 4.5 Verifiche agli stati limite d' esercizio

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLE vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

Come detto in precedenza, oltre alle verifiche agli stati limite ultimi sono state condotte le verifiche agli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, in relazione al tipo di elemento strutturale, i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- ✓ Combinazioni rare
- ✓ Combinazioni frequenti
- ✓ Combinazioni quasi permanenti.

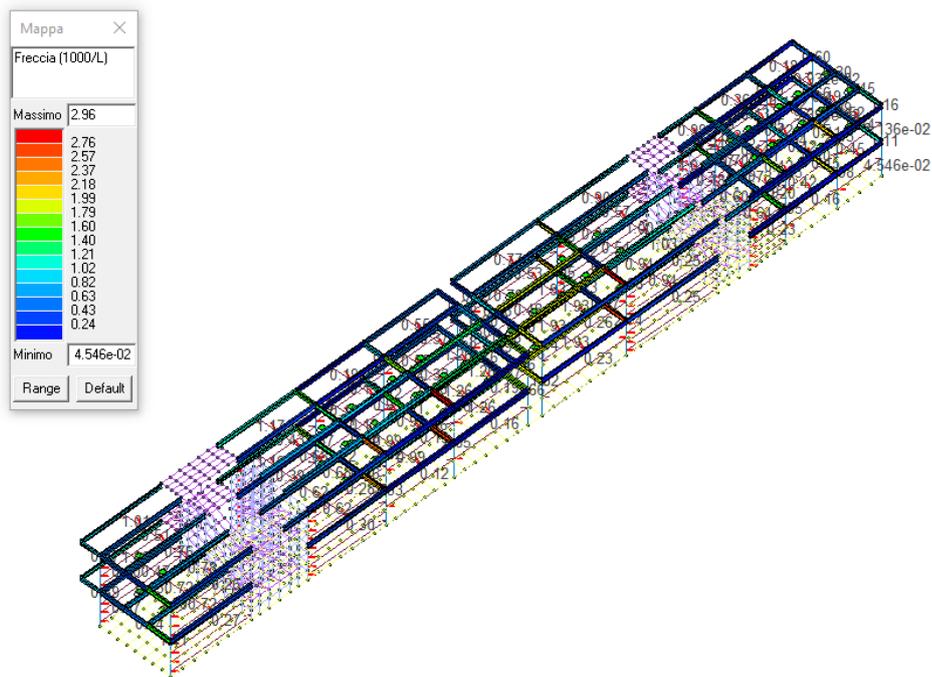


Figura 26: Freccia elementi D2

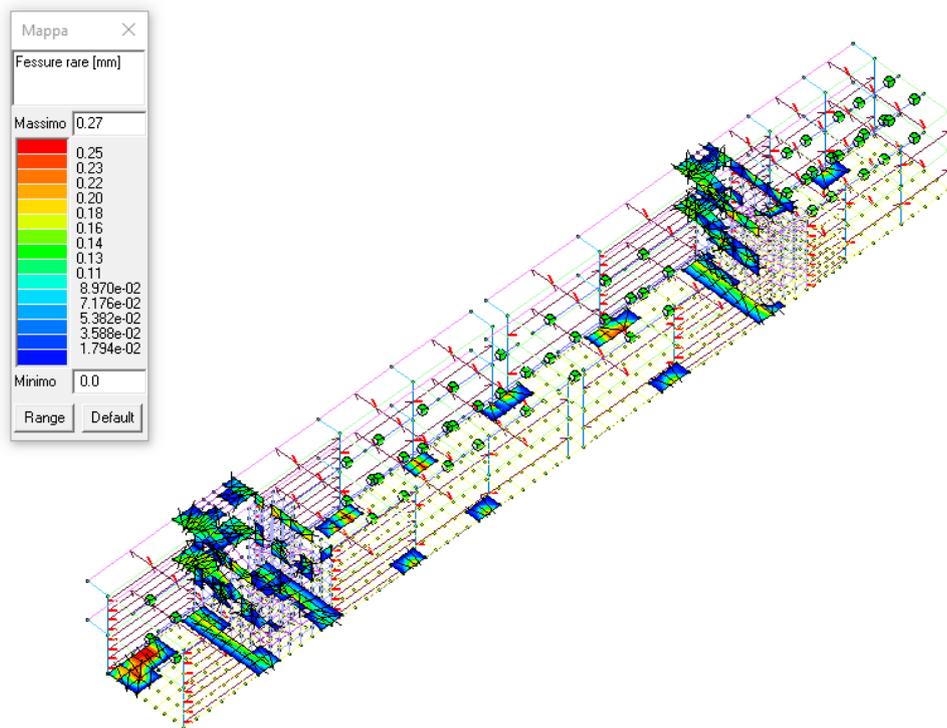


Figura 27: Fessure rare elementi D3

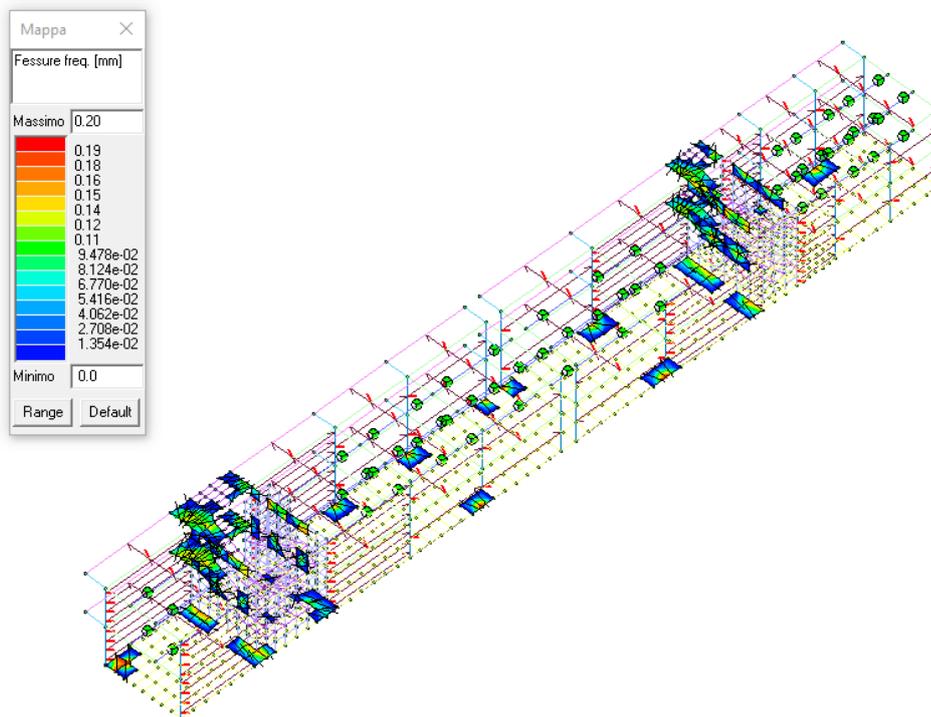


Figura 28: Fessure frequenti elementi D3

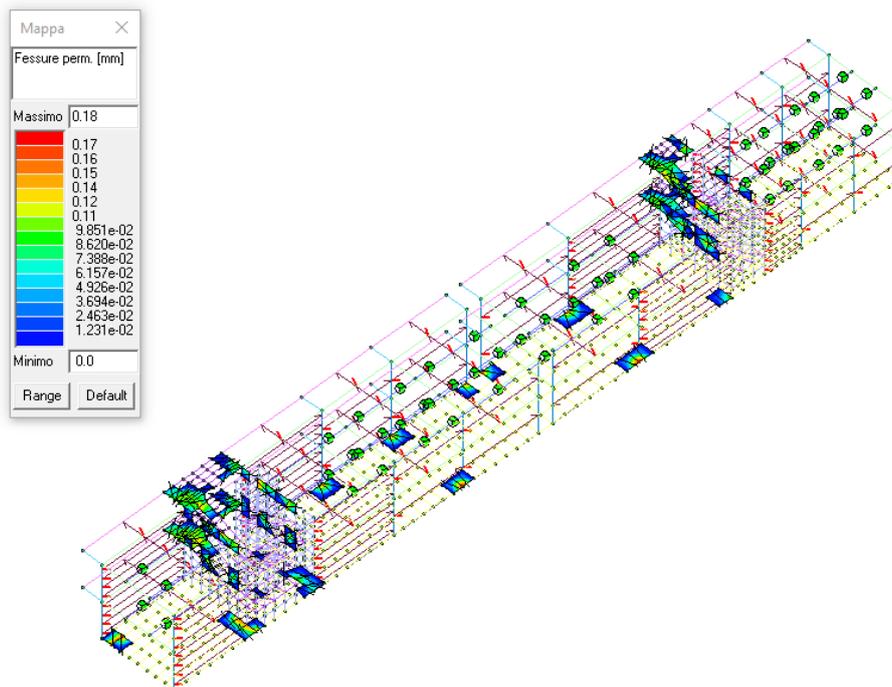


Figura 29: Fessure permanenti elementi D3

## 5 RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riporta informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

### 5.1 Legenda tabella dati materiali

Nella presente relazione vengono fornite le informazioni utili al corretto stoccaggio e alla messa in opera dei materiali strutturali, nonché le procedure di accettazione e controllo degli stessi in cantiere. Vengono inoltre forniti i particolari esecutivi necessari alla corretta realizzazione degli elementi strutturali e non strutturali dell'edificio in esame, la cui struttura portante è realizzata interamente in acciaio mentre le fondazioni e il vano scala e ascensore sono realizzati in conglomerato cementizio armato.

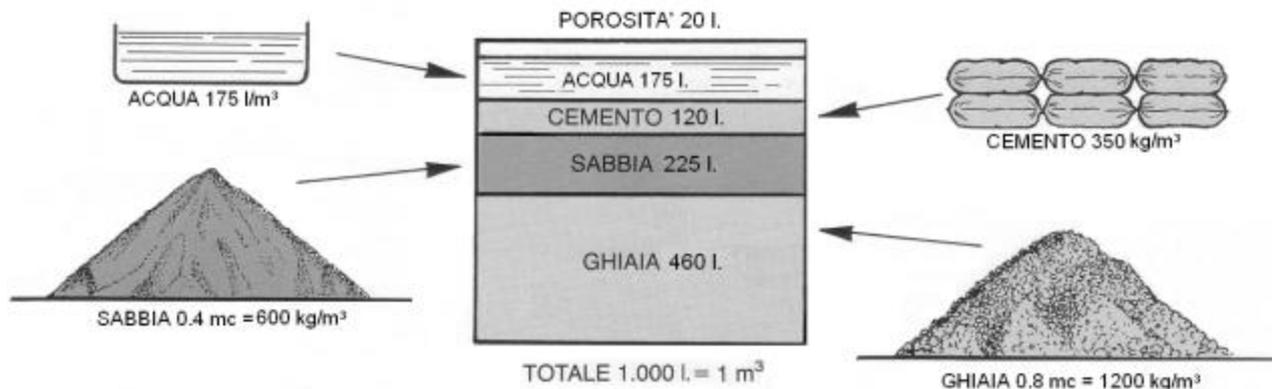
Per poter garantire un buon comportamento meccanico del prodotto finito, che possa essere mantenuto nel tempo, è necessario assicurare una buona qualità dei materiali componenti, che deve essere costante durante tutte le fasi di produzione.

#### **Calcestruzzo:**

Tutti gli elementi costituenti il calcestruzzo devono essere opportunamente dosati, secondo precisi rapporti di miscelazione e rispettare i criteri di conformità fissati per legge, come riportato nella relazione sui materiali.

Il conglomerato cementizio da impiegarsi deve essere dosato rispettando i seguenti rapporti di miscelazione, con le quantità riferite ad un m<sup>3</sup> di conglomerato.

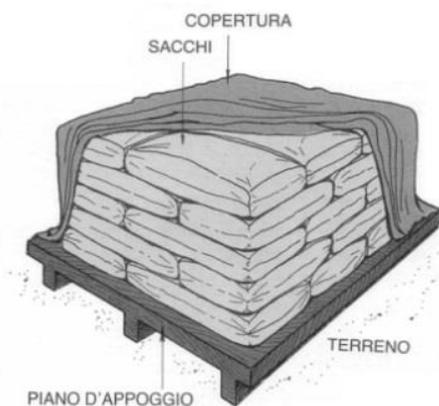
## COMPOSIZIONE MEDIA DI 1 m<sup>3</sup> DI CALCESTRUZZO



Nella formazione degli impasti, i vari componenti devono risultare intimamente mescolati ed uniformemente distribuiti nella massa e durante il getto si deve procedere ad idonea azione di vibratura.

**Cemento:** Il cemento deve essere conservato esclusivamente in locali coperti, asciutti e privi di correnti d'aria. Se fornito in sacchi, questi non devono essere tenuti all'aperto, ma conservati in ambienti asciutti e chiusi, lasciando sempre delle intercapedini fra piano di appoggio e terreno.

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi. Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad altre azioni aggressive.



**Sabbia:** La sabbia deve essere prelevata esclusivamente da fiumi e da fossi; è costituita da elementi prevalentemente silicei, di forma angolosa e di grossezza assortita; deve inoltre essere aspra al tatto e senza lasciare traccia di sporco; deve essere esente da cloruri e scevra di materie terrose, argillose, limacciose e polvulorenti; non deve contenere fibre organiche.

**Ghiaia e Pietrisco:** La ghiaia deve essere formata da materiali resistenti, inalterabili all'aria, all'acqua ed al gelo, gli elementi devono essere pulitissimi ed esenti da cloruri e da materiali polverulenti; sono da escludere elementi a forma di ago e di piastrelle.

Il pietrisco e la graniglia devono provenire dalla spezzatura di rocce silicee, basaltiche, porferee, granitiche e calcaree, rispondenti in genere ai requisiti prescritti per pietre naturali nonché a quelli prescritti in precedenza per la ghiaia. Deve essere escluso il pietrisco proveniente dalla frantumazione di scaglie di residui di cave.

E' consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti previsti dalle normative tecniche, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

**Acqua:** L'acqua deve essere dolce, limpida non aggressiva e priva di terre. Non devono essere impiegate acque eccessivamente dure o ricche di solfati o cloruri; acque di rifiuto, anche se limpide, se provenienti da fabbriche di qualsiasi genere; acque contenenti argilla, humus, limo; acque contenenti residui grassi, oleosi o zuccherini; acque piovane.

Inoltre, dato che l'eccesso di acqua costituisce causa fondamentale della riduzione di resistenza del conglomerato, nella determinazione della qualità dell'acqua, per l'impasto si deve tenere conto anche di quella contenuta negli inerti.

**Aggiunte e Additivi:** Oltre ai componenti normali (cemento, acqua, sabbia e ghiaia) è ammesso l'utilizzo di prodotti chimici come additivi al calcestruzzo. Essi, aggiunti solitamente in piccole quantità, hanno lo scopo di migliorare una o più prestazioni. L'uso degli additivi deve essere eseguito con attenzione, seguendo le indicazioni del fornitore. Infatti, un loro uso scorretto, specie con riferimento alle quantità, può comportare effetti secondari negativi.

**Accettazione e Controllo:** Ai fini del controllo del materiale impiegato, occorre prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la Resistenza di prelievo, che rappresenta il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli di accettazione del calcestruzzo adoperato.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2019.

In merito alle modalità di controllo, il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

### **Acciaio:**

L'Acciaio per strutture in c.a. deve essere prodotto con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento. Le prove di qualifica dell'acciaio prodotto devono

essere effettuate sia internamente all'impianto di produzione, sotto controllo di un laboratorio ufficiale, sia presso il laboratorio ufficiale stesso. Tali prove devono essere qualificate con revisione semestrale da parte del Servizio Tecnico Centrale, mediante emissione di attestato di qualificazione, in cui vengono dichiarati i valori caratteristici dei vari requisiti geometrici e prestazionali, richiesti dalle normative tecniche.

Le armature devono essere protette, durante la permanenza in deposito, contro tutte le azioni esterne che ne possano compromettere le caratteristiche geometriche o meccaniche. E' necessario, prima della messa in opera controllare lo stato superficiale delle armature. Tutte le barre di acciaio devono essere poste in opera prive di tracce di ruggine e praticando all'estremità gli opportuni ancoraggi ed in ogni caso devono rispondere a tutti i requisiti riportati nella Circolare del Ministero LL.PP. n.252 del 15/10/1996, relativamente agli acciai ad aderenza migliorata.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio. Le barre sono caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

La lunghezza di ancoraggio  $L_b$  delle barre deve essere almeno pari a venti volte il diametro, mentre la piegatura del ferro deve essere almeno cinque volte il diametro. Le dimensioni del mandrino, con cui effettuare la piegatura dei ferri, dipende dal diametro della barra e dal tipo di acciaio impiegato, come prescritto dalle norme UNI-EN 206 e come di seguito riportato in tabella per l'acciaio tipo B450C:

Diametro della barra $\varnothing$	Diametro del mandrino $\beta$
$\varnothing < 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$
$12 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	5 $\varnothing$
$16 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 $\varnothing$
$25 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$	10 $\varnothing$

Lunghezza di ancoraggio $L_b \geq 20 \varnothing$	Lunghezza della piega $L \geq 5 \varnothing$

**Accettazione:** La documentazione di qualifica, attestante i valori caratteristici dei vari requisiti geometrici e prestazionali richiesti dalle normative tecniche, deve essere verificata ad ogni fornitura di materiale in cantiere.

L'acciaio deve essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione, tramite marchiatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico Centrale. Dalla marchiatura deve risultare, in modo inequivocabile, il

riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità. La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

**Durabilità' e Copriferrì:** Nell'organismo edilizio, oggetto di analisi, tutte le strutture in calcestruzzo armato da realizzarsi in opera, appartengono alla classe S4 essendo assicurato un controllo di qualità della produzione di calcestruzzo. Ne consegue che i copriferrì minimi per garantire la durabilità  $c_{min,dur}$  secondo l'UNI-EN-1992-1-1:2015, risultano pari ai valori di seguito riportati:

Soluzione Strutturale	Copriferrò
Strutture fuori terra	$C_{min,dur} = 30mm$
Strutture interrate	$C_{min,dur} = 40mm$

Tali valori soddisfano anche i valori minimi necessari a garantire l'aderenza. Il copriferrò nominale da indicare sugli elaborati progettuali è pari a  $c_{nom} = C_{min} + \Delta c_{dev}$ , in cui  $\Delta c_{dev}$  è la tolleranza connessa alle norme di esecuzione.

I materiali utilizzati nella modellazione vengono di seguito riportati in tabella:

Id	Tipo / Note	V. caratt. daN/cm <sup>2</sup>	V. medio daN/cm <sup>2</sup>	Young daN/cm <sup>2</sup>	Poisson	G daN/cm <sup>2</sup>	Gamma daN/cm <sup>3</sup>	Alfa	Altri
3	Calcestruzzo Classe C28/35			3.259e+05	0.20	1.358e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	350.0							
	Resistenza fctm		28.4						
	Rapporto Rfessurata (assiale)								1.00
	Rapporto Rfessurata (flessione)								1.00
	Rapporto Rfessurata (taglio)								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
12	Acciaio Fe430 - S275-acciaio Fe430-S275			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.20e-05	
	Tensione ft	4300.0							
	Resistenza fd	2750.0							
	Resistenza fd (>40)	2500.0							
	Tensione ammissibile	1900.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1700.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

## 5.2 Prescrizioni acciaio da carpenteria metallica pesante

Profilati metallici di qualità pari a S275J0, Grado di Tenacità C, controllato in stabilimento rispondente alle seguenti caratteristiche:

- ✓  $f_t > 430 \text{ N/mm}^2$
- ✓  $f_y > 275 \text{ N/mm}^2$
- ✓  $E_s = 210 \text{ KN/mm}^2$

Tirafondi con le seguenti indicazioni:

- ✓ M22(diametro nominale  $d = 22 \text{ mm}$ )
- ✓ Diametro fori,  $d_0 = 24 \text{ mm}$
- ✓ Classe di resistenza: 8,8 (ad alta resistenza)
- ✓  $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$
- ✓  $f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$

Unioni bullonate con le seguenti indicazioni:

- ✓ M22 (diametro nominale  $d = 22\text{mm}$ )
- ✓ Diametro fori,  $d_0 = 24\text{mm}$
- ✓ Classe di resistenza: 8,8 (ad alta resistenza)
- ✓  $f_{yb} = 640\text{ N/mm}^2$
- ✓  $f_{ub} = 800\text{ N/mm}^2$

Unioni saldate con le seguenti indicazioni:

- ✓ Cordoli di saldatura 10 mm
- ✓ Elettrodo Cellulosico E6011

Le suddette caratteristiche saranno conformi secondo:

- ✓ D.M. 17/01/2018, "Norme tecniche per le costruzioni".
- ✓ UNI EN ISO 4016 : 2011 "Hexagon head bolts - Product grade C".

### 5.3 Prestazioni garantite per il calcestruzzo

**Strutture di fondazione gettate in opera:**

- ✓ Classe di resistenza:  $\geq C28/35$
- ✓ Classe di Esposizione: XC1 [UNI EN 206-1]
- ✓ Classi di consistenza: S4 [UNI 11104]
- ✓ Max rapporto a/c: 0,58
- ✓ Tipo e classe di cemento: CEM II/A - LL 42,5 R [UNI EN 197-1]
- ✓ Dosaggio minimo di cemento: 280 Kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Dimensione max aggregati: 16 mm (inerti naturali frantumati, categoria B)
- ✓ Additivi: dilatanti in polvere di ferro
- ✓ Acciaio Armatura B450 C

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

- ✓ D.M. 17/01/2018, "Norme tecniche per le costruzioni"
- ✓ UNI EN 206 -1:2006, "Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità"
- ✓ UNI EN 197 -1: 2007, "Cemento - Parte 1: Composizione, specificazione e criteri di conformità per cementi comuni"
- ✓ UNI EN 1008: 2003, "Acqua d'impasto per calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo come acqua d'impasto del calcestruzzo"
- ✓ UNI EN 12620: 2008, " Aggregati per calcestruzzo"
- ✓ UNI 8520 - 1: 2005, "Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 1: Designazione e criteri di conformità"
- ✓ UNI 8520 - 2: 2005, "Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 2: Requisiti"
- ✓ UNI 8520 - 8: 1999, "Aggregati per confezione di calcestruzzi - Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili"
- ✓ UNI 8520 - 22: 2002, "Aggregati per confezione di calcestruzzi - Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali"

- ✓ UNI EN 1744 - 1: 2010 "Test for chemical properties of aggregates - Part 1: Chemical analysis"
- ✓ UNI EN 1367 - 1: 2007, " Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 1: Determinazione della resistenza al gelo e disgelo"
- ✓ UNI EN 1367 - 4: 2008, " Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Parte 4: Determinazione del ritiro per essiccamento"
- ✓ UNI EN 934 - 2: 2009, "Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling".