



Provincia Regionale di Ragusa

Ammodernamento del tracciato stradale S.P. n. 46 ISPICA – POZZALLO I° STRALCIO FUNZIONALE

Responsabile Unico Procedimento

Dott. Ing. Salvatore Dipasquale

Dirigente Pianificazione del Territorio

Dott. Ing. Vincenzo Corallo

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO: <ul style="list-style-type: none">● OPERE D'ARTE MINORI● TOMBINI IDRAULICI● RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO TOMBINI	ARCHIVIO PR147
	SCALA
	ELABORATO 7_2_1
GRUPPO DI PROGETTAZIONE A.T.I.  TECHNITAL S.p.A. (Mandataria)  I.R. INGEGNERI RIUNITI STUDIO TECNICO ASSOCIATO  STUDIO IUDICE S.r.l.	RESPONSABILE DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE Dott. Ing. M. Raccosta RESPONSABILI DI PROGETTO Dott. Ing. M. Raccosta Dott. Ing. G. Failla Dott. Ing. F. Iudice

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
1	GIUGNO 2014	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ITALSOCOTEC del 18/04/2014	R. INGIANNI	A. IUDICE	F. IUDICE
0	MARZO 2014	PRIMA EMISSIONE	R. INGIANNI	A. IUDICE	F. IUDICE

RELAZIONE OPERE D'ARTE MINORI
TOMBINI IDRAULICI

AMMODERNAMENTO DEL TRACCIATO DELLA S.P. 46 ISPICA-POZZALLO
PROGETTO ESECUTIVO
I° STRALCIO FUNZIONALE

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	L'ITINERARIO S.P. 46 ISPICA-POZZALLO	5
2.1	Descrizione della zona oggetto di intervento.....	5
3.	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE OPERE D'ARTE MINORI – TOMBINO	7
4.	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA.....	9
4.1	Normativa di riferimento	9
4.2	Referenze tecniche (cap. 12 d.m. 14.01.2008)	9
4.3	Misura della sicurezza	9
4.4	Modelli di calcolo.....	10
5.	AZIONI SULLA COSTRUZIONE	12
5.1	Azioni ambientali, naturali e sismiche	12
5.2	Fattore di struttura	13
5.3	Masse sismiche associate.....	14
5.4	Destinazione d'uso e sovraccarichi per le azioni antropiche e veicolari.....	17
5.4.1	Carichi dovuti al traffico veicolare	18
5.4.2	Azioni orizzontali dovuti all'azione di frenamento o di accelerazione dei veicoli	20
5.5	Azione sismica	23
5.6	Azioni dovute alla temperatura.....	24
5.7	Neve	24
5.8	Azioni antropiche e pesi propri.....	24
5.9	Condizioni di carico	24
5.10	Combinazioni di calcolo	25
5.11	Combinazioni delle azioni sulla costruzione	26
5.12	Spettro di risposta.....	27
6.	TOLLERANZE.....	28
7.	DURABILITÀ.....	28
8.	PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO	28
9.	TIPO ANALISI SVOLTA	29
9.1	Tipo di analisi e motivazione	29
9.2	Metodo di risoluzione della struttura	29
9.3	Metodo di verifica sezionale.....	29
9.4	Combinazioni di carico adottate	30
9.5	Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico	30
10.	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	31
10.1	Affidabilità dei codici utilizzati	31
10.2	Validazione dei codici	31
10.3	Presentazione sintetica dei risultati	31

10.4	Sollecitazioni dimensionanti calcolate, estratte dal tabulato.....	34
10.5	Sintesi delle verifiche più significative riportate nel tabulato.....	34
10.6	Informazioni sull' elaborazione	34
10.7	Giudizio motivato di accettabilità	35
11.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO	35
11.1	Svincolo n°1	35
12.	RELAZIONE SUI MATERIALI	38
12.1	Calcestruzzo	38
12.2	Acciaio	39

1. PREMESSA

La presente relazione si riferisce alla verifica strutturale del TOMBINO, atto ad evacuare le acque raccolte in corrispondenza degli impluvi intersecati dal tracciato stradale nel I° Stralcio Funzionale. Tale tombino sarà realizzato in opera mediante struttura in cemento armato e sarà disposto ortogonalmente all'asse viario ed opportunamente raccordato con gli impluvi naturali e con i fossi di guardia.

Per quanto concerne l'esatta individuazione delle opere oggetto del presente calcolo si rimanda agli elaborati grafici del progetto.

2. L'ITINERARIO S.P. 46 ISPICA-POZZALLO

2.1 Descrizione della zona oggetto di intervento

Il Piano Territoriale Provinciale prevede che l'asse portante del sistema viabilistico provinciale si sviluppi con tipologia autostradale lungo la direttrice pedemontana iblea, collegando al sistema regionale dei trasporti i principali centri urbani (Acate, Vittoria, Comiso, S. Croce Camerina, Ragusa, Scicli, Modica, Ispica, Pozzallo), i centri turistico balneari litoranei, e i principali poli produttivi della Provincia (polo agro-alimentare del Vittorinese, polo lapideo di Comiso, polo zootecnico-caseario dell'altopiano, poli produttivi ASI, etc.).

Lungo tale direttrice il previsto asse viario autostradale viene a realizzare un collegamento privilegiato fra il polo aeroportuale ex base NATO di Comiso ed polo portuale di Pozzallo, assicurando la piena intermodalità del sistema provinciale dei trasporti.

Tale obiettivo viene conseguito con il prolungamento della tratta autostradale SR-Gela per una lunghezza complessiva di circa 80 km per il tratto relativo al territorio provinciale.- Lungo la tratta autostradale sono previste le seguenti stazioni di accesso:

- Ispica-Pozzallo
- Modica - Scicli
- Ragusa - S. Croce Camerina
- Vittoria - Comiso
- Acate

Nell'ottica dell'intermodalità del trasporto assume un ruolo strategico l'infrastruttura portuale di Pozzallo per la quale vanno previste opere specifiche di adeguamento conseguenti alla sua individuazione funzionale nell'ambito della portualità del Mediterraneo.

L'area oggetto di intervento include l'intero tracciato della S.P. 46 Ispica-Pozzallo, nel tratto compreso tra la S.S. 115 all'altezza del km 355+870, e il centro abitato di Pozzallo, nel tratto di competenza della Provincia Regionale di Ragusa.

Ad oggi il collegamento stradale che si sviluppa sulla S.P. 46 Ispica-Pozzallo risulta insufficiente a garantire il transito in condizioni di sicurezza degli attuali volumi di traffico, e certamente, in previsione dei flussi indotti della costruenda struttura autostradale e del progressivo sviluppo del porto di Pozzallo e della annessa zona industriale A.S.I., si rischia il collasso funzionale dell'infrastruttura in oggetto.

Attualmente il tracciato esistente presenta differenti larghezze ed alcune anomalie altimetriche in corrispondenze delle quali si rilevano distanze di visibilità inferiori a quelle richieste dalla norma. Inoltre numerosi accessi laterali riducono il livello di servizio della strada in termini di transitabilità in sicurezza. Non adeguatamente razionalizzati sono altresì gli innesti della viabilità secondaria interferente. Quasi del tutto inesistenti sono i sistemi di smaltimento delle acque meteoriche, mentre i

dispositivi laterali di ritenuta non risultano adeguati alla vigente normativa. Infine la strada, in ragione della attuale conformazione geometrica, è in atto inquadrabile nella tipologia "F2" del D.M. 05.11.2001.

Gli obiettivi principali della progettazione prevedono la realizzazione di una importante arteria di collegamento e di scorrimento dei comuni di Ispica e Pozzallo con la nuova autostrada, intercettando nel contempo i principali flussi di scorrimento sul versante di levante della Provincia di Ragusa.

L'intervento, in buona sostanza, dovrà presentare gli indispensabili requisiti di qualità ed efficacia tecnica e dovrà assicurare il miglior rapporto tra benefici e costi globali di costruzione, manutenzione e gestione. In termini generali esso andrà attuato con la adozione delle ordinarie e più moderne tecniche ingegneristiche per la costruzione di opere ed attraversamenti stradali. Le opere, in ogni caso, andranno inserite nel generale contesto delle importanti preesistenze che il territorio presenta sia dal punto di vista naturalistico-ambientale sia da quello paesaggistico, con particolare riguardo alle previsioni dei piani locali e di quelli sovraordinati (provinciali e regionali). In particolare l'impatto dell'opera sugli originari caratteri geo-morfologici e ambientali andrà conseguito privilegiando il ricorso alle più efficaci tecniche di ingegneria naturalistica.

L'intervento di progetto prevede l'ammodernamento del tracciato stradale S.P. n°46 Ispica – Pozzallo del I° Stralcio Funzionale che si sviluppa dalla sezione n°1 (km 0+000) e fino alla sezione n°9 (km 0+150,00) e dalla sezione n°57a (km 1+016,11) alla sezione n°76 (km 1+419.81, con la realizzazione del primo e del secondo svincolo di progetto, nonché la demolizione e la ricostruzione del ponte sul torrente Salvia.

Nell'ambito dell'intervento progettuale del primo stralcio del lotto funzionale si prevede nel dettaglio la realizzazione di un tombino idraulico in corrispondenza del ramo destro del primo svincolo delle dimensioni 2,00 x 2,00 x 14,00.

3. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE OPERE D'ARTE MINORI – TOMBINO

Lungo il percorso relativo allo stradale di progetto è previsto un tombino atto ad evacuare le acque raccolte in corrispondenza degli impluvi intersecati dal tracciato stradale.

Tale tombino sarà realizzato in opera mediante struttura in cemento armato e sarà disposto ortogonalmente all'asse viario ed opportunamente raccordato con gli impluvi naturali e con i fossi di guardia.

Ubicazione del tombino nel I° Stralcio Funzionale:

Tombini scatoari				
tipologia		id. sez.	descrizione	dimensioni
tombino		svincolo n°1 - ramo dx	scatolare	2,00 x 2,00 x 14,00

La parte superiore del pozzetto di ingresso del tombino presenta un invito per una corretta raccolta delle acque convogliate dai fossi di guardia, che si raccorda con le banchine laterali.

Le canalette laterali si sviluppano parallelamente al tracciato e consentono di convogliare le acque meteoriche raccolte nella piattaforma stradale verso le vasche di prima pioggia.

Per quanto riguarda le dimensioni geometriche delle canalette e delle vasche di prima pioggia previste in progetto, si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

I fossi di guardia proteggono il tracciato stradale dalle acque meteoriche esterne, che confluiscono per scorrimento sulla superficie del terreno e vengono intercettate dal fosso di guardia e convogliate verso i tombini di attraversamento e verso gli impluvi naturali di valle.

La sezione adottata per il fosso di guardia ha la forma trapezoidale con una base minore avente lunghezza maggiore da 30 cm (onde permettere ai mezzi meccanici di rimuovere i materiali depositati dalla corrente o franati dalle sponde) fino a 50 cm in corrispondenza dei tratti terminali in cui la portata convogliata è massima; l'inclinazione delle sponde è stata stabilita in funzione della natura del terreno (ove occorre inserire il canale) e del materiale con cui realizzare il rivestimento.

La scarpa è compresa fra 1/1 (per terreni prevalentemente argillosi, compatti, con sponde rivestite in zolle) e 2/1 (nel caso di terreni sciolti). Inoltre, saranno rivestire le sponde e il fondo del fosso con calcestruzzo magro. Questa soluzione consente notevoli economie nella manutenzione rispetto ai fossi con sponde in terra; infatti, il rivestimento in c.l.s. fa sì che le opere d'arte non necessitino di periodici lavori di risagomatura e asportazione della vegetazione, la quale potrebbe condizionare il libero deflusso delle acque.

Tali canali non devono essere molto profondi, in modo da mantenere la velocità massima della corrente entro limiti accettabili e contenere, al tempo stesso, le spese di costruzione; è altresì preferibile adoperare una larghezza non eccessiva per evitare che si verifichino velocità troppo basse per le portate più piccole.

Per i fossi con sponde in terra, la velocità della corrente deve essere compresa tra un valore massimo (60 cm/sec.), tale da evitare le erosioni delle pareti e del fondo, ed un minimo tale da evitare depositi (30cm/sec.).

Per quanto riguarda le dimensioni geometriche dei tombini, che si sviluppano pseudo ortogonalmente all'asse stradale, si rimanda agli elaborati progettuali specifici.

4. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA

4.1 Normativa di riferimento

- D.M 14/01/2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

4.2 Referenze tecniche (cap. 12 d.m. 14.01.2008)

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.
- UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno
- UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

4.3 Misura della sicurezza

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E.. La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali. Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 14/01/2008 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze

dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;

la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;

la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;

robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

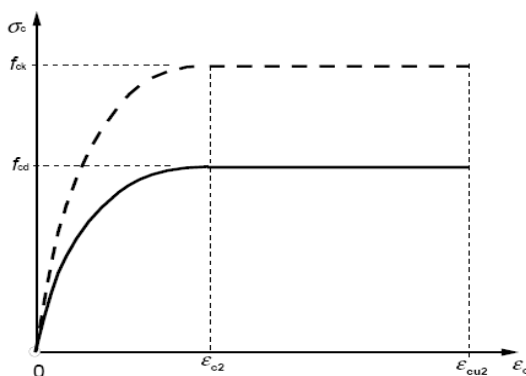
4.4 Modelli di calcolo

Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 14/01/2008.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 14/01/08 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

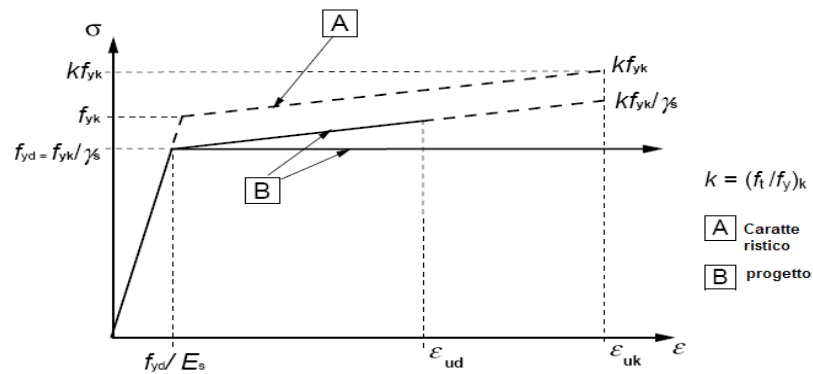
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



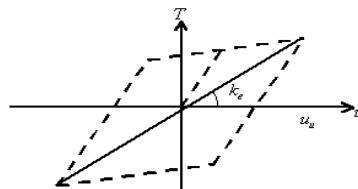
Legame costitutivo di progetto parabolarettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ε_{cu2} nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;
- legame elastico lineare per le sezioni in legno;
- legame elasto-viscoso per gli isolatori.



Legame costitutivo per gli isolatori.

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

5. AZIONI SULLA COSTRUZIONE

5.1 Azioni ambientali, naturali e sismiche

Per il calcolo sismico dell'opera in esame si è fatto riferimento alle indicazioni del NTC 2008 che introducono il concetto di “*pericolosità sismica di base*” come elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Tale pericolosità è quella relativa a condizioni ideali di sito con superficie topografica orizzontale e terreno di tipo rigido (Categoria A).

Le indicazioni sulla pericolosità sismica di base dell'intero territorio nazionale è fornita dalla predetta normativa, in termini di:

- \mathbf{a}_g *accelerazione orizzontale massima del terreno;*
- \mathbf{F}_0 *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*
- \mathbf{T}_c^* *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;*

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento con maglia di circa 10 km in cui è stato suddiviso l'intero territorio nazionale. Tali parametri sono forniti anche in funzione della di ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica; in particolare:

$T_R = 30; 50; 72; 101; 140; 201; 475; 975$ e 2475 anni.

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R è ricavabile mediante la relazione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

dove:

- V_R Vita di riferimento per l'azione sismica
- P_{V_R} Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

Nel caso in cui la *pericolosità sismica* su *reticolo di riferimento* con contempra il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{V_R} fissate, il generico parametro caratterizzante la *pericolosità sismica di base* può essere ricavato mediante interpolazione logaritmica.

La vita di riferimento per l'azione sismica V_R è funzione della *Vita nominale della struttura* V_N , intesa come il numero di anni le quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo cui è destinata; e della *classe d'uso* C_U della stessa:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Gli *stati limite di esercizio* sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli *stati limite ultimi* sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} è funzione dello stato limite considerato:

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

5.2 Fattore di struttura

Il fattore di struttura da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica orizzontale, atto a definire gli spettri di progetto per sistemi dissipativi, come avviene per gli Stati Limite Ultimi, per i ponti viene definito al p.to 7.9.2.1.

Nel caso in oggetto, le sottostrutture sono rappresentate da spalle connesse, mediante collegamenti flessibili, all'impalcato (p.to 7.9.2.1) e che sostengono un terreno rigido naturale per più dell'80% dell'altezza (p.to 7.9.5.6.2). Si tratta pertanto di Strutture che si muovono col terreno ai sensi della Tabella 7.9.I, caratterizzate da periodi di vibrazione in direzione orizzontale molto bassi e per le quali si assume un valore di $\mathbf{q_0=q=1.0}$ [sollecitazione di compressione normalizzata $v_k \leq 0.3$].

5.3 Masse sismiche associate

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai soli pesi propri e sovraccarichi permanenti, considerando nullo il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico: l'opera in oggetto non rientra infatti fra i ponti in zona urbana di intenso traffico, per i quali si deve considerare un valore non nullo di dette masse secondo quanto prescritto al p.to 5.1.3.8.

Nel caso in esame si è pertanto considerato:

Parametro	Valore	Descrizione	Rif. NTC08
Vita Nominale	$V_N = 50$ anni	Grandi Opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	§ 2.4.1
Classe d'uso	$Cl = IV$	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità; industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente; reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico; dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica; strutture di importanza strategica o pericolosità eccezionale.	§ 2.4.2
Coefficiente d'uso	$C_U = 2$		§ 2.4.3
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	$V_R = 100$ anni		§ 2.4.3
Smorzamento	$\xi = 5\%$		
Fattore di Struttura Componenti Orizzontali	$q_H = 1.0$		§ 7.3.1
Fattore di Struttura Componenti Verticali	$q_V = 1.0$	Tipo Struttura	Ponte/Viadotto § 7.3.1

Cui corrispondono:

Stato Limite		P_{VR}	T_R [anni]	
Stati Limite di Esercizio	SLO	Operatività	81%	60
	SLD	Danno	63%	101
Stati Limite Ultimi	SLV	Salvaguardia della Vita	10%	949
	SLC	Collasso	5%	1950

* per $T_R > 2475$ anni si assume $T_R = 2475$ come previsto dall'Allegato A delle NTC08

La pericolosità sismica di base così determinata viene poi tramutata in risposta sismica locale, mediante degli opportuni coefficienti di amplificazione. Essi apportano delle variazioni così da poter tener conto delle condizioni del sito di ubicazione dell'opera sia in termini di stratigrafia del sottosuolo che di morfologia della superficie.

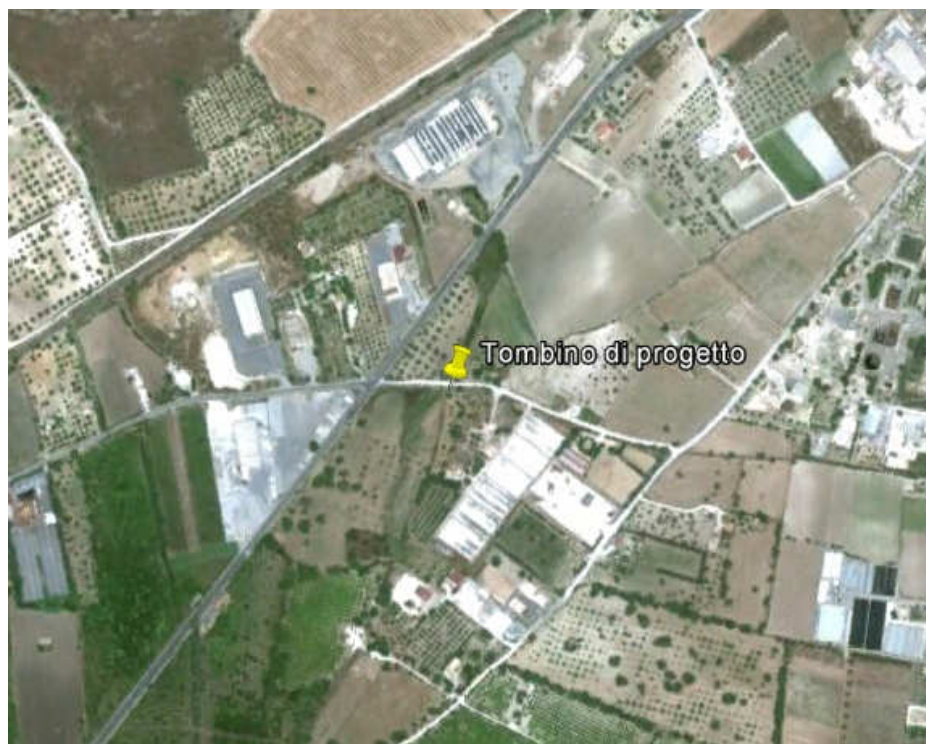


Figura 5.1. Ubicazione dell'opera

In relazione alle modalità di calcolo dell'azione sismica secondo le NTC 2008, i parametri sismici ascrivibili al sito di ubicazione dell'opera (funzione tra l'altro proprio delle coordinate geografiche) sono riportati nella tabella seguente.

IDENTIFICAZIONE SITO:	Tombino - svincolo n°1 – S.P. 46 – Ispica Pozzallo								
COMUNE:	Ispica								
PROVINCIA:	Ragusa								
LATITUDINE:	36.77217								
LONGITUDINE:	14.90751								
CATEGORIA SOTTOSUOLO:	B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).							
CATEGORIA TOPOGRAFICA:	T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$							
Stato Limite			P_{VR}	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [anni]	S_s	S_T
<i>Stati Limite di Esercizio</i>	SLO	Operatività	81%	60	0.400	2.559	0.260	1.20	1.00
	SLD	Danno	63%	101	0.540	2.531	0.290	1.20	1.00
<i>Stati Limite Ultimi</i>	SLV	Salvaguardia della Vita	10%	949	0.194	2.400	0.479	1.20	1.00
	SLC	Collasso	5%	1950	0.2618	2.486	0.525	1.17	1.00
* per $TR > 2475$ anni si assume $TR = 2475$ come previsto dall'Allegato A delle NTC08									

Riepilogando i parametri caratteristici in input nella modellazione sono:

Vita Nominale	50
----------------------	-----------

Classe d'Uso	3
Categoria del Suolo	B
Categoria Topografica	1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	36.77217
Longitudine del sito oggetto di edificazione	14.90751

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 14/01/2008 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 14/01/08 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI GENERALI DI STRUTTURA			
Massima dimens. dir. X (m)	15,00	Altezza edificio (m)	6,00
Massima dimens. dir. Y (m)	15,00	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	14,90751	Latitudine Nord (Grd)	36,77217
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	C.A.	Sistema Costruttivo Dir.2	C.A.
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO		
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	45,00
Accelerazione Ag/g	0,03	Periodo T'c (sec.)	0,24
Fo	2,54	Fv	0,64
Fattore Stratigrafia 'S'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,12
Periodo TC (sec.)	0,35	Periodo TD (sec.)	1,74
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	75,00
Accelerazione Ag/g	0,05	Periodo T'c (sec.)	0,27
Fo	2,55	Fv	0,75
Fattore Stratigrafia 'S'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,13
Periodo TC (sec.)	0,39	Periodo TD (sec.)	1,79
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	712,00
Accelerazione Ag/g	0,17	Periodo T'c (sec.)	0,46
Fo	2,40	Fv	1,35

Fattore Stratigrafia 'S'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,20
Periodo TC (sec.)	0,59	Periodo TD (sec.)	2,29
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1462,00
Accelerazione Ag/g	0,24	Periodo T'c (sec.)	0,50
Fo	2,45	Fv	1,63
Fattore Stratigrafia 'S'	1,16	Periodo TB (sec.)	0,21
Periodo TC (sec.)	0,63	Periodo TD (sec.)	2,57
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A. - DIR. 1			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Nucleo
AlfaU/Alfa1	1,20	Fattore riduttivo KW	0,50
Fattore di struttura 'q'	1,00		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO C.A. - DIR. 2			
Classe Duttilita'	BASSA	Sotto-Sistema Strutturale	Nucleo
AlfaU/Alfa1	1,20	Fattore riduttivo KW	0,50
Fattore di struttura 'q'	1,00		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondam.:	1,50
Livello conoscenza	LC2		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

5.4 Destinazione d'uso e sovraccarichi per le azioni antropiche e veicolari

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 14/01/2008 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Categ.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale.			
	Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	Uffici.			
	Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento.			
	Cat. C1 – Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 – Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 – Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sporte relative tribune	5,00	5,00	3,00

D	Ambienti ad uso commerciale.			
	Cat. D1 – Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 – Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	5,00	5,00	2,00
E	Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.			
	Cat. E1 – Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	> 6,00	6,00	1,00*
	Cat. E2 – Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	-	-	-
F – G	Rimesse e parcheggi.			
	Cat. F – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G – Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN, da valutarsi caso per caso	-	-	-
H	Coperture e sottotetti.			
	Cat. H1 – Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
	Cat. H2 – Coperture praticabili	Secondo categoria di appartenenza		
	Cat. H3 – Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	-	-	-

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati

** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2008. In presenza di carichi verticali concentrati Q_k essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

5.4.1 Carichi dovuti al traffico veicolare

Le NTC/08 hanno introdotto nel panorama delle norme tecniche italiane una nuova tipologia di carichi da traffico rispetto a quelli da tempo utilizzati che furono definiti dal DM 04/05/1990.

In particolare vengono introdotti 6 schemi di carico da disporre sull'impalcato in relazione alla categoria di impalcato considerato, nonché alla tipologia di verifiche da effettuare (di carattere locale o globale). Inoltre tali norme prevedono una nuova definizione di corsie convenzionali di carico così come riportato nella figura e nella tabella seguenti.

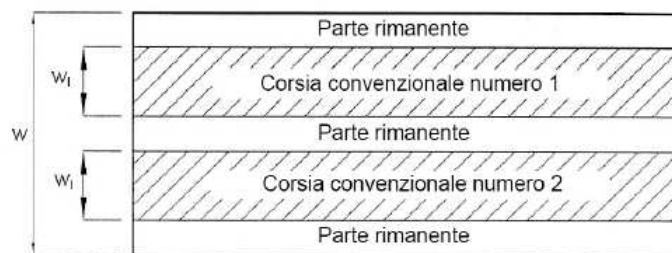


Figura 5.1.1 – Esempio di numerazione delle corsie

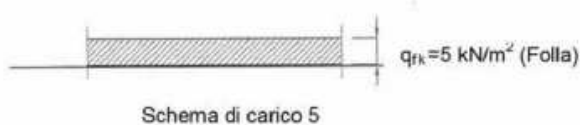
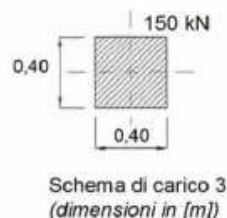
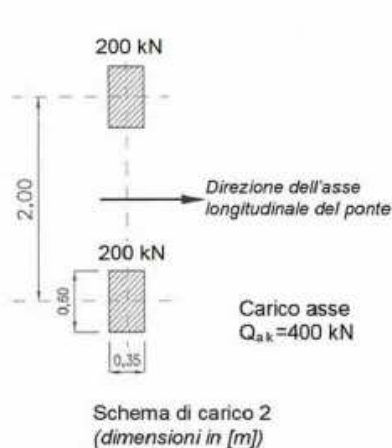
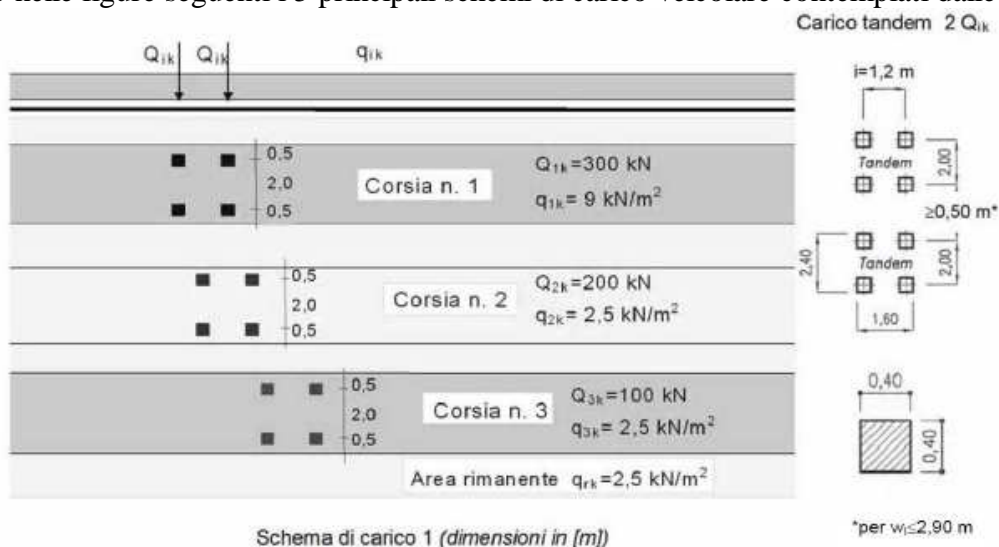
Tabella 5.1.I - Numero e Larghezza delle corsie

Larghezza di carreggiata "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40$ m	$n_1 = 1$	3,00	$(w-3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$n_1 = 2$	$w/2$	0
$6,0 \text{ m} \leq w$	$n_1 = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_1)$

Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vanno scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli. La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come corsia

Numero 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 2, ecc.

Si riportano nelle figure seguenti i 5 principali schemi di carico veicolare contemplati dalle NTC/08.



Nel caso dei ponti di 1a Categoria va considerato il numero massimo di colonne di carichi mobili compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenendo conto che la larghezza di ingombro per ciascuna corsia è pari a 3,00 m. Le intensità dei carichi da applicare sono indicate nella Tab. 5.1.II delle NTC/08 e di seguito riportata.

Tabella 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

Nel caso in esame, trattandosi di un tombino idraulico scatolare, che attraversa presso ortogonalmente il tracciato stradale, caratterizzato da una sezione rettangolare, che appartiene alla classe dei ponti di 2° categoria, sulla corsia si considera un carico asse $Q_{1k}=240\text{kN}$ ed un carico distribuito $q_{1k}=7,20\text{ kN/m}^2$.

Quindi i carichi sopra evidenziati sono stati imputati, in via semplificativa ed a vantaggio di sicurezza, distribuiti uniformemente sulla superficie estradossale della piastra superiore del tombino in corrispondenza delle due corsie di marcia, mentre per quanto concerne i carichi orizzontali per effetto delle azioni frenanti del traffico veicolare.

Considerato la superficie estradossale della piastra superiore del tombino scatolare stradale in corrispondenza alle due corsie di marcia in senso opposto risulta pari a:

$$7,00 \cdot 2,60 = 18,20\text{ m}^2$$

Per cui i carichi verticali dovuti al traffico veicolare utilizzati sono:

$$Q_{1k}=240\text{ kN} \times 2\text{ assi} \times 2\text{ corsie} = 960\text{ kN}$$

Quindi i carichi verticali distribuiti equivalenti, trascurando la riduzione per effetto del rilevato stradale sopra il tombino, sono:

$$(960\text{ kN} / 18,20\text{ m}^2) + 7,20\text{ kN/m}^2 = 59,94\text{ kN/m}^2 = 6,11\text{ tonnellate/m}^2$$

In fase di modellazione, operando in sicurezza è stato considerato un carico agente per effetto del traffico veicolare pari a $7,05\text{ t/m}^2 > 6,11\text{ t/m}^2$

(Vedi condizione di carico n°4 – pag. 15 tabulato di calcolo input)

5.4.2 Azioni orizzontali dovuti all'azione di frenamento o di accelerazione dei veicoli

Nel caso di ponti di 1a categoria la forza di frenamento o di accelerazione q_3 è funzione del carico verticale agente sulla corsia convenzionale n° 1 ed è pari a:

$$180\text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900\text{ kN}$$

Nel caso in esame assume un valore pari a: 451.8 kN.

Analogamente, per tener conto dell'azione frenante, è stata considerata una forza orizzontale distribuita linearmente lungo la testa dei due setti verticali del tombino scatolare in corrispondenza delle due corsie di marcia.

Considerato il carico applicato in testa ai setti verticale del tombino scatolare in corrispondenza alle due corsie di marcia in senso opposto risulta pari a:

$$7,00 \cdot 2\text{ setti} = 14\text{ m}$$

Per cui i carichi orizzontali dovuti all'azione frenante del traffico veicolare utilizzati sono:

$$Q_{ak}=200\text{ kN} \times 2\text{ assi} \times 2\text{ corsie} = 800\text{ kN}$$

Quindi i carichi orizzontali distribuiti equivalenti, trascurando la riduzione per effetto del rilevato stradale sopra il tombino, sono:

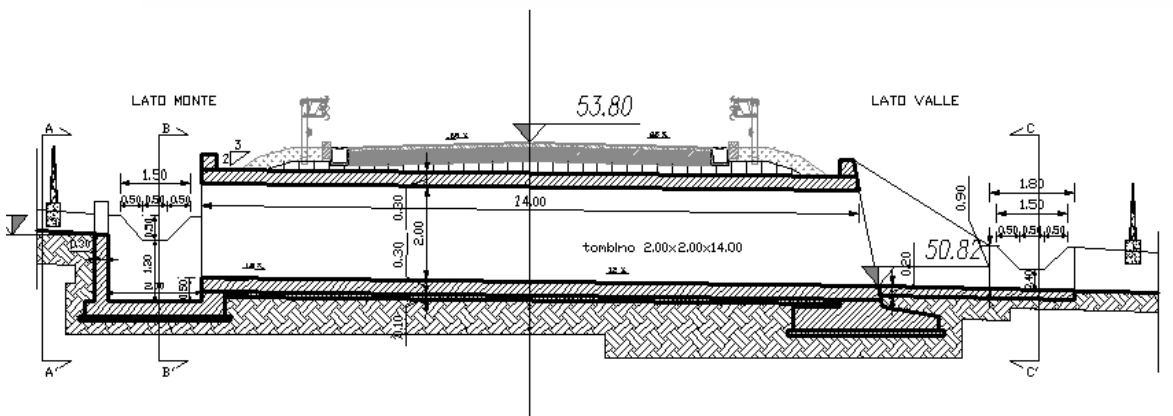
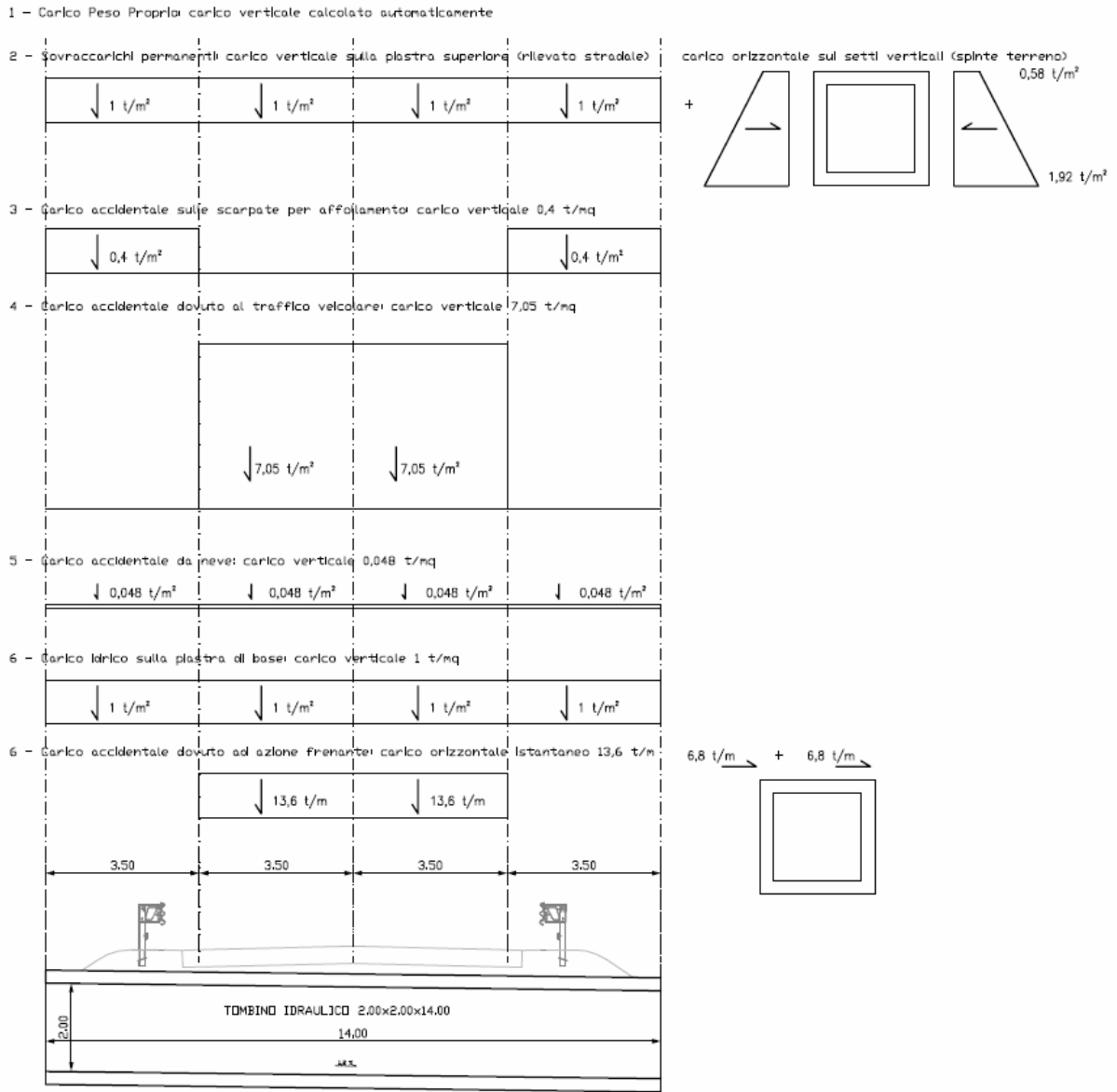
$$(800\text{ kN} / 14,00\text{ m}) = 57,14\text{ kN/m} = 5,83\text{ tonnellate/m}$$

In fase di modellazione, operando in sicurezza è stato considerato un carico agente per effetto del traffico veicolare pari a $6,80\text{ t/m} > 5,83\text{ t/m}$.

(Vedi condizione di carico n°6)

Di seguito si riporta la sezione schematica del tombino scatolare oggetto di calcolo, con i relativi schemi di carico agenti sullo stesso.

SCHEMI DI CARICO



I carichi applicati alla struttura di progetto sono riportate a pag. 14/15/16 del tabulato di calcolo in input (tav. 7.2.2 – tabulato di calcolo - input) e sinteticamente si riportano nella tabella seguente:

CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2						ALIQUOTA SISMICA: 100			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
1	0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	1	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
7	1	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
8	1	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
9	1	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
10	1	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
11	1	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
12	1	-1,92	-1,92	-0,58	-0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 3						ALIQUOTA SISMICA: 60			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
13	0	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40	0,00	0,00	0,00	0,00

CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 4						ALIQUOTA SISMICA: 30			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
14	0	-7,05	-7,05	-7,05	-7,05	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0	-7,05	-7,05	-7,05	-7,05	0,00	0,00	0,00	0,00

CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 5						ALIQUOTA SISMICA: 0			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
13	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00

CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 5						ALIQUOTA SISMICA: 0			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
14	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00

CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 6						ALIQUOTA SISMICA: 60			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
2	2	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	2	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	2	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00

CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 7						ALIQUOTA SISMICA: 30			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
14	2	0,00	0,00	0,00	0,00	6,80	0,00	-6,80	0,00
15	2	0,00	0,00	0,00	0,00	6,80	0,00	-6,80	0,00

5.5 Azione sismica

Ai fini delle N.T.C. 2008 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2008, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

5.6 Azioni dovute alla temperatura

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 15° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2008.

5.7 Neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

in cui si ha:

q_s = carico neve sulla copertura;

μ_i = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.5);

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2008

per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.3);

C_t = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.4).

5.8 Azioni antropiche e pesi propri

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti interrato(ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

5.9 Condizioni di carico

Riepilogando sinteticamente quanto riportato nei singoli paragrafi sopra esplicitati, le condizioni di carico adottate sono le seguenti:

1. **Peso proprio strutturale** – calcolo automatico;
2. **Sovraccarichi permanenti**: carico verticale per la presenza del rilevato stradale agente sulla piastra superiore del tombino scatolare pari a 1 t/m^2 , oltre il carico orizzontale per effetto

- della spinta del terreno agente sui setti verticali del tombino con distribuzione lineare trapezoidale, pari a **0,58 t/m²** in testa al setto e **1,92 t/m²** al piede del setto;
3. **Carico accidentale verticale** agente sull'estradosso della piastra superiore del tombino scatolare in corrispondenza delle **scarpate** laterali per effetto dell'affollamento, pari a **0,4 t/m²**;
 4. **Carico accidentale verticale** agente sull'estradosso della piastra superiore del tombino scatolare in corrispondenza delle due corsie di marcia per effetto del **traffico veicolare**, pari a **7,05 t/m²**;
 5. **Carico accidentale verticale** agente sull'estradosso della piastra superiore del tombino scatolare per effetto della **neve 0,048 t/m²**;
 6. **Carico accidentale verticale** agente sull'estradosso della piastra inferiore del tombino scatolare per effetto del **carico idrico 1,00 t/m²**
 7. **Carico accidentale orizzontale** agente in testa ai setti verticali del tombino scatolare per effetto dell'**azione frenante** del traffico veicolare: **6,80 t/m** per ciascun setto verticale;
 8. **Azione sismica direzione 0°**;
 9. **Azione sismica direzione 90°**

5.10 Combinazioni di calcolo

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14/01/2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2008. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2008.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti $\psi_2 j$ sono riportati nella Tabella 2.5.I..

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

5.11 Combinazioni delle azioni sulla costruzione

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2008 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

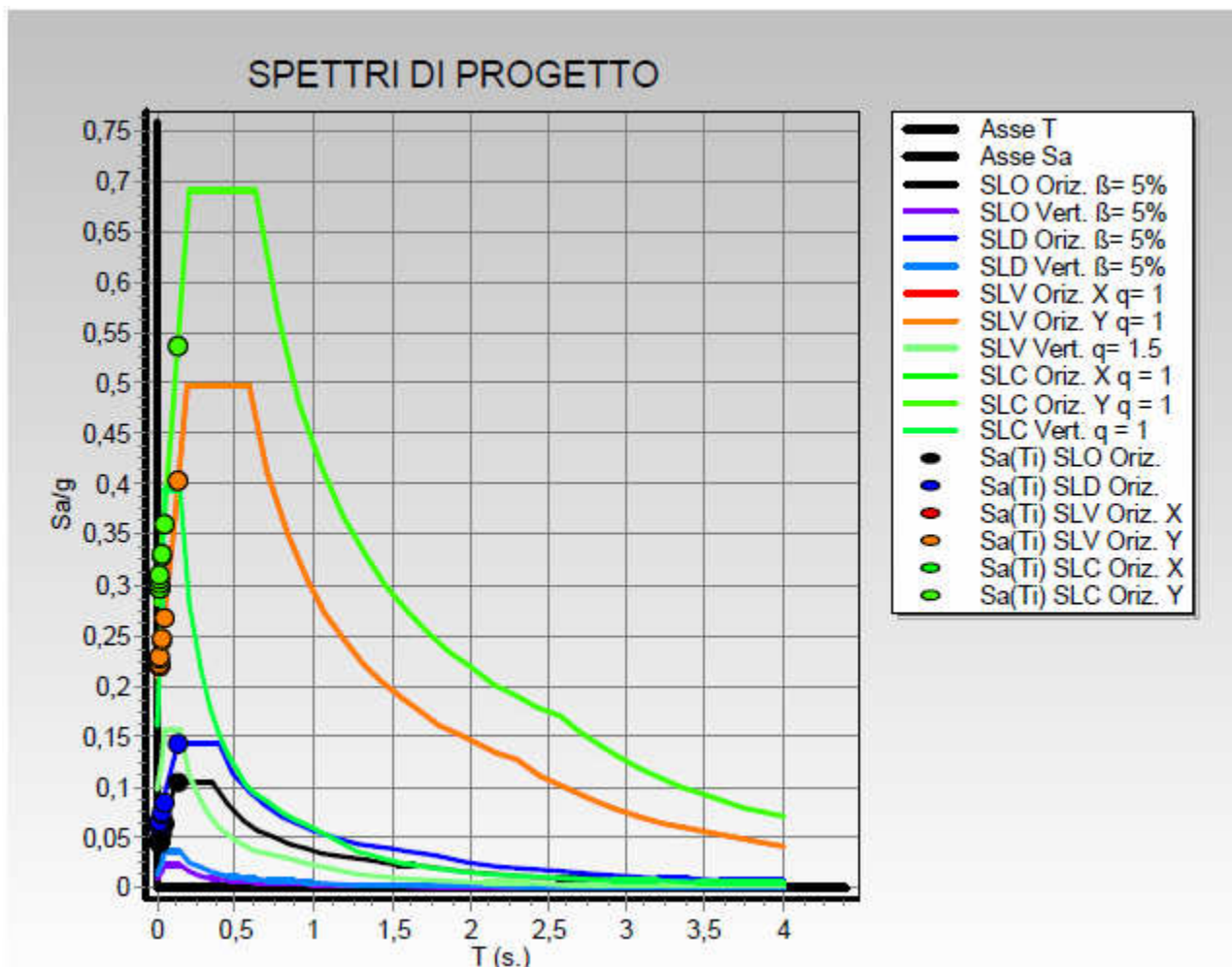
I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2008 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nella tabella seguente viene riportata la combinazione dei carichi utilizzata (vedi pagina n°22 del tabulato di calcolo input (tav. 7.2.2 – tabulato di calcolo - input):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. PESO PROPRIO	1.30	1.30	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2. SOVRACCARICO PERMAN.	1.50	1.50	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3. Carico Acc scarpate	1.50	1.05	1.05	1.05	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60
4. Carico Acc Traff Vei	1.05	1.50	1.05	1.05	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30
5. Var.Neve h<=1000	.75	.75	.75	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. Carico idrico	1.50	1.05	1.05	1.05	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.60
7. Carico Frenata	1.05	1.05	1.50	1.05	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30
8. SISMA DIREZ. GRD 0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	.30	.30	-.30	-.30
9. SISMA DIREZ. GRD 90	0.00	0.00	0.00	0.00	.30	-.30	.30	-.30	1.00	-1.00	1.00	-1.00
10. COEFF. SIGMA PROFILI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

5.12 Spettro di risposta

Si riporta nella figura seguente l'andamento di tutti gli spettri di risposta valutati nel caso in esame per tutti e 4 gli stati limite prima descritti.



6. TOLLERANZE

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991-EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro -5 mm (EC2 4.4.1.3)
- Per dimensioni ≤ 150 mm ± 5 mm
Per dimensioni ≤ 400 mm ± 15 mm
Per dimensioni ≥ 2500 mm ± 30 mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

7. DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 14/01/2008 e relative Istruzioni.

8. PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 14/01/2008.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle azioni pari a quelle di esercizio.

9. TIPO ANALISI SVOLTA

9.1 Tipo di analisi e motivazione

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni sismiche, tenendo conto che per la tipologia strutturale in esame possono essere significativi i modi superiori, si è optato per l'analisi modale con spettro di risposta di progetto e fattore di struttura. La scelta è stata anche dettata dal fatto che tale tipo di analisi è nelle NTC2008 indicata come l'analisi di riferimento che può essere utilizzata senza limitazione di sorta. Nelle analisi sono state considerate le eccentricità accidentali pari al 5% della dimensione della struttura nella direzione trasversale al sisma.

9.2 Metodo di risoluzione della struttura

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali.

Per gli elementi strutturali bidimensionali (pareti a taglio, setti, nuclei irrigidenti, piastre o superfici generiche) è stato utilizzato un modello finito a 3 o 4 nodi di tipo shell che modella sia il comportamento membranale (lastra) che flessionale (piastra). Tale elemento finito di tipo isoparametrico è stato modellato con funzioni di forma di tipo polinomiale che rappresentano una soluzione congruente ma non esatta nello spirito del metodo FEM. Per questo tipo di elementi finiti la precisione dei risultati ottenuti dipende dalla forma e densità della MESH. Il metodo è efficiente per il calcolo degli spostamenti nodali ed è sempre rispettoso dell'equilibrio a livello nodale con le azioni esterne.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti è stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

In particolare, il modello di calcolo ha tenuto conto dell'interazione suolo-struttura schematizzando le fondazioni superficiali (con elementi plinto, trave o piastra) come elementi su suolo elastico alla Winkler.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

9.3 Metodo di verifica sezionale

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 14.01.2008.

Le verifiche degli elementi bidimensionali sono state effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. Per le azioni dovute al sisma (ed in genere per le azioni che provocano elevata domanda di deformazione anelastica), le verifiche sono state effettuate sulle risultanti (forze e momenti) agenti globalmente su una sezione dell'oggetto strutturale (muro a taglio, trave accoppiamento, etc..)

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:

Legame parabola rettangolo per il cls

Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio

9.4 Combinazioni di carico adottate

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2008, per i seguenti casi di carico:

SLO	SI
SLD	SI
SLV	SI
SLC	SI
Combinazione Rara	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente	SI
SLU terreno A1 – Approccio 1/ Approccio 2	SI
SLU terreno A2 – Approccio 1	NO

9.5 Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dal DM2008 per le prestazioni di SLU ed SLE.

In particolare per le azioni sismiche si sono considerate le azioni derivanti dallo spettro di progetto ridotto del fattore q e le eccentricità accidentali pari al 5%. Inoltre le azioni sismiche sono state combinate spazialmente sommando al sisma della direzione analizzata il 30% delle azioni derivanti dal sisma ortogonale.

10. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2012
Nro Licenza	16465

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

10.1 Affidabilità dei codici utilizzati

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>

10.2 Validazione dei codici

L'opera in esame non è di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista

10.3 Presentazione sintetica dei risultati

Una sintesi del comportamento della struttura è consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti più sollecitate della struttura in esame.

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (12) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	96
Y	96
Z	0

Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
--------------	-----------------

SLO	VERIFICATO
SLD	VERIFICATO

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLU

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
Travi c.a. Fondazione	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Elevazione	0 su 0	NON PRESENTI
Pilastrini in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Shell in c.a.	0 su 2	VERIFICATO
Piastre in c.a.	0 su 2	VERIFICATO
Aste in Acciaio	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Legno	0 su 0	NON PRESENTI
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI
Pali	0 su 0	NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva delle verifiche SLE

Tipo di Elemento	Non Verif/Totale	STATUS
Travi c.a. Fondazione	0 su 0	NON PRESENTI
Travi c.a. Elevazione	0 su 0	NON PRESENTI
Pilastrini in c.a.	0 su 0	NON PRESENTI
Shell in c.a.	0 su 2	VERIFICATO
Piastre in c.a.	0 su 2	VERIFICATO
Aste in Acciaio	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Legno	0 su 0	NON PRESENTI
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI
Pali	0 su 0	NON PRESENTI

Tabellina Riassuntiva delle Verifiche di Gerarchia delle Resistenze

	Non Verif/Totale	STATUS
Gerarchia Trave Colonna	0 su 0	NON ESEGUITA

Tabellina Riassuntiva delle Verifiche delle Unioni Metalliche

	Non Verif/Totale	STATUS
Telai	0 su 0	NON PRESENTI
Reticolari	0 su 0	NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva delle PushOver

Numero PushOver	PgaSLO/Pga81%	PgaSLD/Pga63%	PgaSLV/Pga10%	PgaSLC/Pga5%
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				

NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
NON PRESENTE				
Min. PgaSL/Pga%				

NOTA: (-Fragili)=Non sono stati determinati i valori per meccanismi fragili

Tabellina riassuntiva verifiche Murature

Tipo Verifica	Non Verif/Totale	Coeff. Sicur. Minimi	STATUS
Maschi – Statiche	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Ortog.	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Parall.	0 su 0		NON PRESENTE
Architravi	0 su 0		NON PRESENTE
Meccanismi Locali	0 su 0		NON PRESENTE

Tabellina riassuntiva verifiche Murature Armate

Tipo Verifica	Non Verif/Totale	Coeff. Sicur. Minimi	STATUS
Maschi – Statiche	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Ortog.	0 su 0		NON PRESENTE
Maschi – Sisma Parall.	0 su 0		NON PRESENTE
Architravi	0 su 0		NON PRESENTE

Tabellina riassuntiva della portanza

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cmq)	2,3	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1	VERIFICATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	1,85	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	0,23	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	5,54	
Cedimento Residuo Massimo (cm)	NON CALCOLATO	

10.4 Sollecitazioni dimensionanti calcolate, estratte dal tabulato di calcolo

Parametri/sollecitazioni in ingresso al calcolo:

- Carichi per ciascuna condizione di carico - riportati a pag. 14/15/16 elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo - input;
- Dati generali di struttura - riportati a pag. 12/13 elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo - input;
- Azioni S.L.V. – S.L.U. su piastre e shell - riportati a pag. 17/22 elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – input;
- Combinazioni dei carichi S.L.V. e S.L.U. - riportate a pag. 22 elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – input;

Parametri/Sollecitazioni in uscita dal calcolo:

Frequenze e masse eccitate - riportate a pag. 7 dell'elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – output;
Stato tensionale nelle varie combinazioni di carico (riportate da pag. 15 a pagina 44 dell'elaborato 7.2.2 - Tabulato di calcolo in output);

10.5 Sintesi delle verifiche più significative riportate nel tabulato

Verifica piastre S.L.U. AZIONI S.L.V. – riportate a pag. 44 dell'elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – output;

Verifica piastre S.L.U. AZIONI S.L.D. – riportate a pag. 45 dell'elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – output;

Verifica piastre S.L.E. – riportate a pag. 45 dell'elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – output;

Verifica shell: S.L.U. - AZIONI S.L.V. – riportate a pag. 46 dell'elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – output;

Verifica shell: S.L.U. - AZIONI S.L.D. – (riportate a pag. 47 dell'elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – output);

Verifica shell: S.L.E.– riportate a pag. 47/48 dell'elaborato 7.2.2 – Tabulato di calcolo – output;

10.6 Informazioni sull' elaborazione

Il software e' dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilita' o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.

Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all' autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

10.7 Giudizio motivato di accettabilità

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, e' stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si e' potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.

Da quanto sopra esposto si puo' quindi affermare che il calcolo e' andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato e' risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

11. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOTECNICO

11.1 Svincolo n°1

L'opera ricade ad inizio lotto alle Progr. 0+010,97 e Progr. 0+120,71



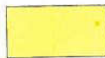


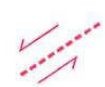
I terreni interessati dallo svincolo e da un'opera minore, rappresentata da un tombino scatolare alla Progr. 0+064,72 interagiscono con uno strato di terre detritiche (DCT) di facies carbonatica (breccie carbonatiche e marne risedimentate) che raggiungono spessore di circa 1,0 metro dal piano campagna attuale.

Le indagini di riferimento sono consistite in :





- N° 1 sondaggio meccanico a c.c. S6 (30)
- N°1 indagini geofisiche in foro tipo DH – Down Hole
- N°1 stesa sismica a rifrazione TS4
- N° 2 prove geotecniche in situ mediante penetrometro dinamico leggero DPI 1 (1,5) e DPI 2 (4,30)

I termini litologici rappresentati nel profilo geotecnico sono stati così indicati:

Formazioni Geologiche

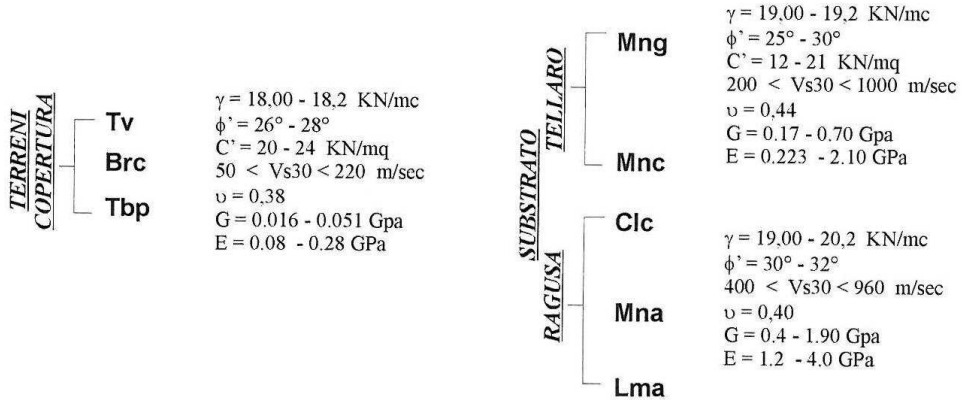
Dct		Depositi detritici con argille marnose brune e idroclasti carbonatici
Aft		Terrazzi alluvionali con idroclasti carbonatici subangolosi in matrice sabiboso - limosa
Dcp		Depositi biocalcarenti e sabbie grossolane di tipo "panchina"
MTL		Marne argillose e marne grigio - azzurre con livelli alterati bruno - giallastri
Clmi		Calcarenti e calcari marnosi Fne Ragusa Membro Irminio
		Faglia presunta

Unità Litotecniche

Tv		Terreno vegetale
Brc		Breccia calcarea e conglomerato
Tbp		Terra bruna e paleosuolo
Mng		Marna giallastra
Mnc		Marna calcarea
Clc		Calcarenti in associazione a marne alterate (<i>Mna</i>)
Lma		Limo argilloso

I parametri geotecnici ad essi riferiti sono stati così indicati:

Parametri Geotecnici



Categoria del suolo su cui andrà a fondarsi la struttura viene posta :

➤ **B** - Sabbie o ghiaie addensate ($360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800 \text{ m/s}$)

essendo V_{s30} la velocità di diffusione delle onde sismiche al suo interno, relativamente ai primi 30 metri di spessore, a partire dal piano di campagna.

12. RELAZIONE SUI MATERIALI

12.1 Calcestruzzo

Le opere di conglomerato cementizio armato normale sarà realizzato utilizzando calcestruzzo strutturale normale, a prestazione garantita, in conformità alla norma UNI EN 206-1, “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

In particolare, dovranno essere soddisfatti i requisiti di seguito specificati:

➤ Opere in fondazione

- Cemento: tipo CEM II/A-LL 32,5 R conforme a UNI EN 197/1
- Aggregati: conforme a UNI EN 12620
- Acqua di impasto: conforme a UNI EN 1008
- Additivi: conforme a UNI EN 934-2
- classe di resistenza a compressione del calcestruzzo, secondo l’Ordinanza n.3274 e dagli Eurocodici: C25/30, Rck 300
- classe di esposizione ambientale, secondo le classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali in conformità alla EN 206-1 contenute nell’Eurocodice 2: XD1
- rapporto acqua/cemento: max 0,60
- contenuto cemento: min 280 kg/mc
- diametro inerte: max 20 mm
- classe di consistenza: S4

➤ Opere in elevazione

- Cemento: tipo CEM II/A-LL 32,5 R conforme a UNI EN 197/1
- Aggregati: conforme a UNI EN 12620
- Acqua di impasto: conforme a UNI EN 1008
- Additivi: conforme a UNI EN 934-2
- classe di resistenza a compressione del calcestruzzo, secondo l’Ordinanza n.3274 e dagli Eurocodici: C25/30, Rck 300
- classe di esposizione ambientale, secondo le classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali in conformità alla EN 206-1 contenute nell’Eurocodice 2: XC1
- rapporto acqua/cemento: max 0,60
- contenuto cemento: min 280 kg/mc
- diametro inerte: max 20 mm

- classe di consistenza: S4

12.2 Acciaio

Le armature delle opere di conglomerato cementizio armato normale saranno realizzate utilizzando acciaio da cemento armato in barre ad aderenza migliorata, in conformità alle norme tecniche vigenti in materia.

- barre B450C
- rete e tralicci elettrosaldati B450C

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale saranno qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” approvate con D.M. 14 gennaio 2008. Sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione.