



REGIONE PUGLIA
CITTA' DI SQUINZANO
Provincia di Lecce



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE
RISCHIO IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE -
MESSA IN SICUREZZA E ADEGUAMENTO NORMATIVO
DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Michele ZACCARIA

PROGETTAZIONE:
RTP:

Mandataria



Vi.Tra Engineering S.r.l.
Sede Legale: Via Lupiae, 12 - 73100 Lecce

Mandanti

Ing. Marco BARBARA
Ing. Carmelo ORTISI
Geol. Luca ORLANDUCCI
Arch. Livia MANTOVANO
Ing. Marco Virgilio FILOGRANA

C - CALCOLI DELLE
STRUTTURE

TAVOLA:
ELABORATO:
SCALA:

C01.2

Canale di adduzione acqua pluviale
Relazione di calcolo strutturale

-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
1	Progetto esecutivo	Mazzotta	08/2022	Barbara	08/2022	Prato	08/2022



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925



PROGETTO ESECUTIVO

C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale –

Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 1 di 20

INDICE

1	PREMESSA	2
1.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA		3
1.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO		3
2	INTERVENTI DI PROGETTO		3
3	CANALE DI ADDUZIONE ACQUA PLUVIALE		5
4	CRITERI DI PROGETTO		6
4.1	Considerazioni generali.....		6
4.2	Tipo di analisi svolta		6
4.3	Parametri sismici		7
4.3.1	Stati limite sismici		8
4.3.2	Pericolosità sismica di base		8
4.3.3	Azione sismica di progetto.....		10
5	ANALISI STRUTTURALE		12
5.1	Condizioni di carico elementari.....		12
5.2	Criteri per la valutazione delle azioni sulla struttura		12
5.3	Caratteristiche dei materiali		12
5.4	Analisi dei carichi		12
5.4.1	Peso proprio delle strutture		13
5.4.2	Carico permanente non strutturale		13
5.4.3	Azione acqua.....		13
5.4.4	Neve.....		13
5.4.5	Azioni sismiche.....		14
5.5	Combinazioni di carico		14
5.6	Principali risultati		15
6	MATERIALI		17
7	CALCOLO STRUTTURALE		18
7.1	Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo.....		18
7.2	Affidabilità dei codici utilizzati.....		18
7.3	Validazione dei codici		18
7.4	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....		18



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 2 di 20

CANALE ADDUZIONE ACQUA PLUVIALE – RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

1 PREMESSA

La presente relazione è a corredo del progetto esecutivo dei lavori per “Interventi di attenuazione rischio idrogeologico sul territorio comunale – Messa in sicurezza e adeguamento normativo del recapito finale est” nel Comune di Squinzano (Le). Gli interventi previsti nel progetto interessano il territorio comunale di Squinzano (LE), e prevedono la realizzazione di opere in c.a. per il collettamento e lo smaltimento delle acque meteoriche che affluiscono nel recapito finale esistente nella zona est.



Figura 1 Inquadramento Recapito Finale esistente

Il Comune di Squinzano, a seguito di Procedura di gara aperta (art. 60 del D.Lgs n. 50/2016) per l'affidamento del servizio di progettazione definitiva ed esecutiva - CIG 8614455925, ha affidato il servizio alla scrivente R.T.P. risultata aggiudicataria della procedura (determina n. 534 del 15/07/2021).

Tale relazione, facente parte del progetto esecutivo, si riferisce alle opere strutturali necessarie alla realizzazione del manufatto di dissabbiatura e grigliatura, posto immediatamente a valle del cunicolo che recapita le acque pluviali all'interno del recapito finale.



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 3 di 20

1.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

In base alla suddivisione del territorio italiano in zone sismiche, secondo quanto riportato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni che hanno recepito l'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003, il territorio di Squinzano ricade in zona 4.

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione delle opere strutturali previste in progetto è condotta nel rispetto delle seguenti norme:

b) Azioni sulle costruzioni

- D.M. LL.PP. del 16/01/1996 - Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, dei carichi e sovraccarichi.
- D.M. 14/9/2005 suppl. 159 G.U. 222 del 23/9/05 - Norme tecniche per le costruzioni.
- D.M. 14/1/2008 G.U. 29 del 4/2/08 - Norme tecniche per le costruzioni.
- D.M. 17/1/2018 G.U. 42 del 20/2/18 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.

c) Opere in c.a., c.a.p., e acciaio

- L. del 05/11/1971, n° 1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. LL.PP. del 09/01/1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 14/9/2005 suppl. 159 G.U. 222 del 23/9/05 - Norme tecniche per le costruzioni.
- D.M. 14/1/2008 G.U. 29 del 4/2/08 - Norme tecniche per le costruzioni.
- D.M. 17/1/2018 G.U. 42 del 20/2/18 – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.
- D.M. LL.PP. del 03/12/1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- D.M. LL.PP. del 16/01/1996 e O.D.P.C.M. 3274/2003 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circ. LL.PP. del 10/04/1997, n°65/Aa.Gg. - Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D.M. LL.PP. del 16/01/1996.

2 INTERVENTI DI PROGETTO

L'intervento in progetto prevede le opere necessarie per il trattamento di grigliatura e dissabbiatura delle acque pluviali in ingresso nel recapito finale, collettate dalla rete che sboccano da un cunicolo a sezione rettangolare posto sotto la sede stradale della Provinciale Squinzano-Casalabate n.96.

Il cunicolo sotto strada esistente suddetto verrà collegato alle nuove opere di progetto che prevedono un primo tratto di tratto di raccordo con un canale a cielo aperto di sezione trapezoidale, avente la base inferiore (fondo canale) di larghezza pari a



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 4 di 20

7,00 ml (Tipologia 1); a valle ed in continuità con tale canale (Tipologia 1) è prevista la realizzazione del manufatto di dissabbiatura e grigliatura e del canale di distribuzione alle vasche delle trincee drenanti.

Il manufatto comprende due tratti agli estremi, di collegamento ai canali a monte (Tipologia 1) e a valle (Tipologia 2), e una vasca centrale ribassata rispetto alle quote fondo canale di monte e di valle per rendere possibile la sedimentazione delle particelle solide (dissabbiatura).

Il canale a cielo aperto di valle è a sezione trapezoidale di progetto, avente la base inferiore (fondo canale) di larghezza pari a 4,80 ml (Tipologia 2) e prevede le varie diramazioni per lo scarico delle acque trattate all'interno delle vasche per trincee drenanti.

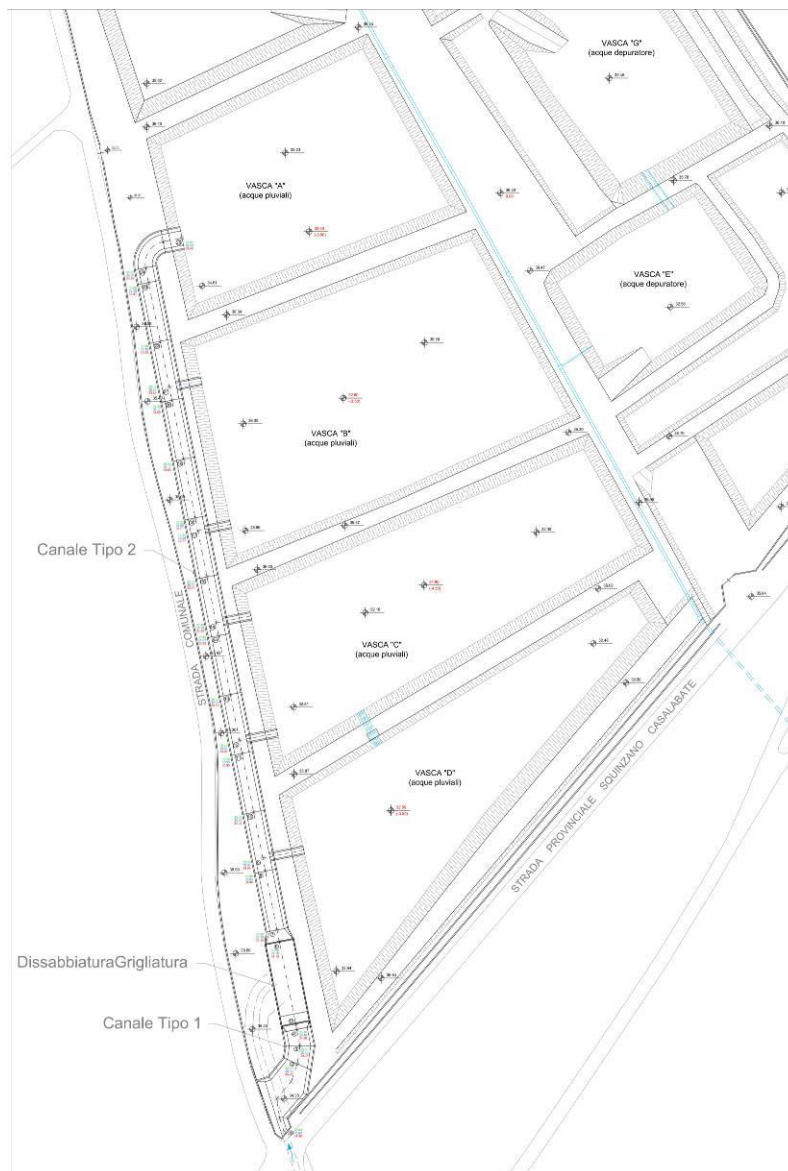


Figura 2 Schema generale delle opere di progetto

PROGETTO ESECUTIVO

C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale – Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 5 di 20

3 CANALE DI ADDUZIONE ACQUA PLUVIALE

Come precedentemente riportato, le acque pluviali coltettate dalla rete urbana, vengono scaricate all'interno dell'area del recapito finale, attraverso un cunicolo a sezione rettangolare sotto sede stradale. Allo sfocio, il presente progetto prevede un raccordo in c.a. per convogliare le acque nel canale a cielo aperto in c.a. di nuova realizzazione, a sezione trapezoidale, avente la base inferiore (fondo canale) di larghezza pari a 7,00 ml (Tipologia 1).

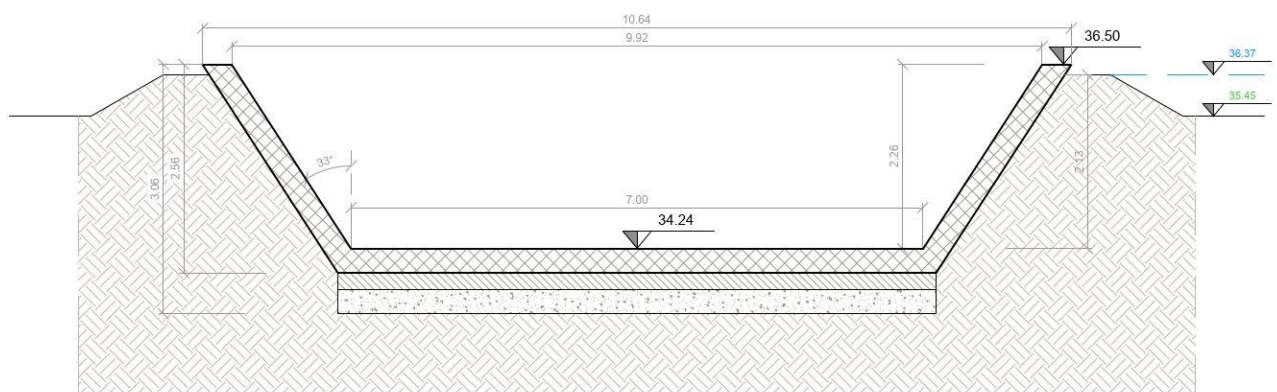


Figura 3 Sezione canale Tipologia 1

A valle del tratto di canale descritto è previsto il manufatto di dissabbiatura e grigliatura con raccordo alla vasca di trattamento a base rettangolare (27,50x9,20 ml).

A valle del manufatto suddetto, le acque vengono collettate in un canale a cielo aperto in c.a. di nuova realizzazione, a sezione trapezoidale, avente la base inferiore (fondo canale) di larghezza pari a 4,80 ml (Tipologia 2) che distribuisce la portata nelle vasche delle trincee drenanti alle quali è collegato per mezzo di cunicoli in c.a.

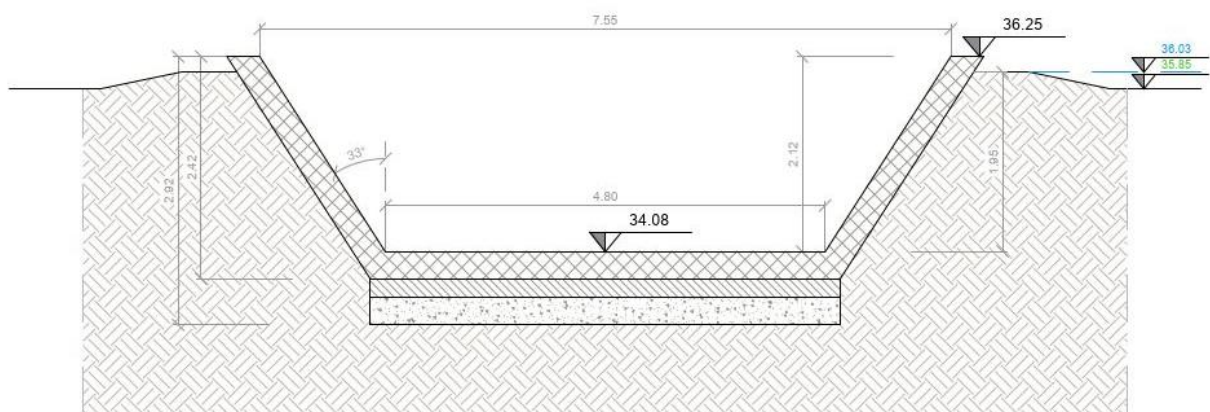


Figura 4 Sezione canale Tipologia 2

Le due tipologie di canale descritte presentano gli elementi strutturali costituiti da platee di fondazione (spessore 30 cm) e setti (spessore 30 cm) in c.a.

Maggiori dettagli esecutivi sono consegnati negli elaborati grafici. Di seguito si riportano alcune viste dell'opera.



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 6 di 20

4 CRITERI DI PROGETTO

4.1 Considerazioni generali

Le analisi e le verifiche strutturali sull'opera in esame sono state condotte nel pieno rispetto delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni adottando, di conseguenza, un approccio di calcolo di tipo prestazionale basato sul ricorso del Metodo degli Stati Limite e sulle nuove modalità di calcolo delle Azioni Sismiche. In particolare queste ultime risultano funzione di vari parametri così sintetizzabili:

- *Prestazioni attese per l'opera*, intese in termini di Stati Limite secondo cui effettuare la verifica ed anche in termini di Vita Nominale della Struttura (già introdotto con le NTC 2005) VN intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere utilizzata per lo scopo cui è destinata.
- *Classe d'uso della costruzione* parametro che tiene conto del grado di affollamento cui può essere soggetta la struttura nel corso della sua vita.
- *Microzonazione sismica*. Viene superato l'obsoleto concetto di zona sismica così da condurre la valutazione delle azioni sismiche di progetto a dei parametri di pericolosità sismica locali, determinabili in funzione delle precise coordinate geografiche di ubicazione dell'opera in base ai valori forniti dalla normativa stessa.
- *Caratteristiche Geomorfologiche e topografiche* del sito di ubicazione dell'opera mediante opportuni coefficienti correttivi.

4.2 Tipo di analisi svolta

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 comportamento. La scelta è stata anche dettata dal fatto che tale tipo di analisi è nelle NTC2018 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.

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



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925



PROGETTO ESECUTIVO

C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –

Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 7 di 20

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.

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 17/01/2018.

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

Combinazioni di carico adottate

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal DM 17/01/2018 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 2018, 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-CON NTC18 SOLO APPROCCIO 2
SLU terreno A2 – Approccio 1	NON PREVISTA DALLE NTC18

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 dalle NTC 2018 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.

4.3 Parametri sismici

La valutazione delle azioni sismiche sulle strutture viene condotta in relazione ad un periodo di riferimento τ che si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U (§2.4.3 NTC 2018). Nel caso specifico risulta:



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 8 di 20

$V_N = 50$ anni (Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale)
 $C_U = 1.5$ anni (Classe d'uso III §2.4.2 NTC 2018)
 $V_R = 75.00$ anni

4.3.1 Stati limite sismici

Gli stati limite nei confronti dell'azione sismica, in relazione alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, si dividono in:

Stati limite di esercizio

Stato Limite di Operatività (**SLO**);

Stato Limite di Danno (**SLD**).

Stati limite ultimi

Stato Limite di salvaguardia della Vita (**SLV**);

Stato Limite di prevenzione del Collasso (**SLC**).

Per ciascuno degli stati limite considerati viene associata una probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} (Tab. 3.2.I. NTC 2018).

Per ogni valore di P_{V_R} viene calcolato il periodo di ritorno medio T_R di un evento avente quell'entità attraverso la seguente relazione:

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

i valori così ottenuti vengono riportati nella seguente tabella:

Stato limite	P_{V_R} [%]	T_R [anni]
SLO	5	45
SLD	10	75
SLV	63	712
SLC	81	1462

4.3.2 Pericolosità sismica di base

L'elemento di conoscenza primario per la valutazione delle azioni sismiche in un determinato sito è rappresentato dalla "pericolosità sismica di base". Questa viene espressa, per ogni stato limite, in funzione della probabilità di superamento P_{V_R} in termini di spettro di risposta in accelerazione per un suolo di categoria **A**.

I parametri che identificano la pericolosità sismica di base sono:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : 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.

Tali parametri vengono forniti dalla norma (NTC 2018), per diversi periodi di ritorno T_R , su tutto il territorio nazionale in un



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO

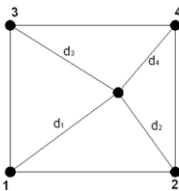


C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 9 di 20

numero di punti che definiscono un reticolo di riferimento. Pertanto, per ogni punto del territorio nazionale è possibile individuare quattro punti del reticolo in modo da definire una maglia. I parametri sismici di tale punto si ottengono da quelli della maglia attraverso la seguente relazione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$


dove:

- p : generico parametro (a_g, F_0, T_C^*) da calcolare per il punto oggetto di studio;
- d_i : distanza tra il punto oggetto di studio e l' i -esimo punto della maglia;
- p_i : valore del generico parametro (a_g, F_0, T_C^*) nell' i -esimo punto della maglia.

Coordinate del sito

Latitudine : 40,44346

Longitudine : 18,05413

Descrizione sito: STRADA PROV. SQUINZANO-CASALABATE N.96 - 73018 Squinzano (Le)

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno [anni]	712	1462	75	45
Accelerazione [A_g/g]	0.05	0.06	0.02	0.02
Coefficiente F_0	2.47	2.56	2.30	2.32
Periodo T_C^I [sec]	0.51	0.56	0.25	0.19

Una volta valutati i parametri che definiscono la pericolosità sismica di base è possibile calcolare le ordinate spettrali degli spettri di risposta in accelerazione mediante le seguenti relazioni:

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

Dove:

- F_0 : fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2;
- T_C : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale -

Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 10 di 20

- $T_c = T_c^*$
- T_B : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;
- $T_B = \frac{T_c}{3}$
- T_D : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:
- $T_D = 4.0 \frac{a_g}{g} + 1.6$

Le forme spettrali così valutate vengono riportate per ogni stato limite nella figura seguente.

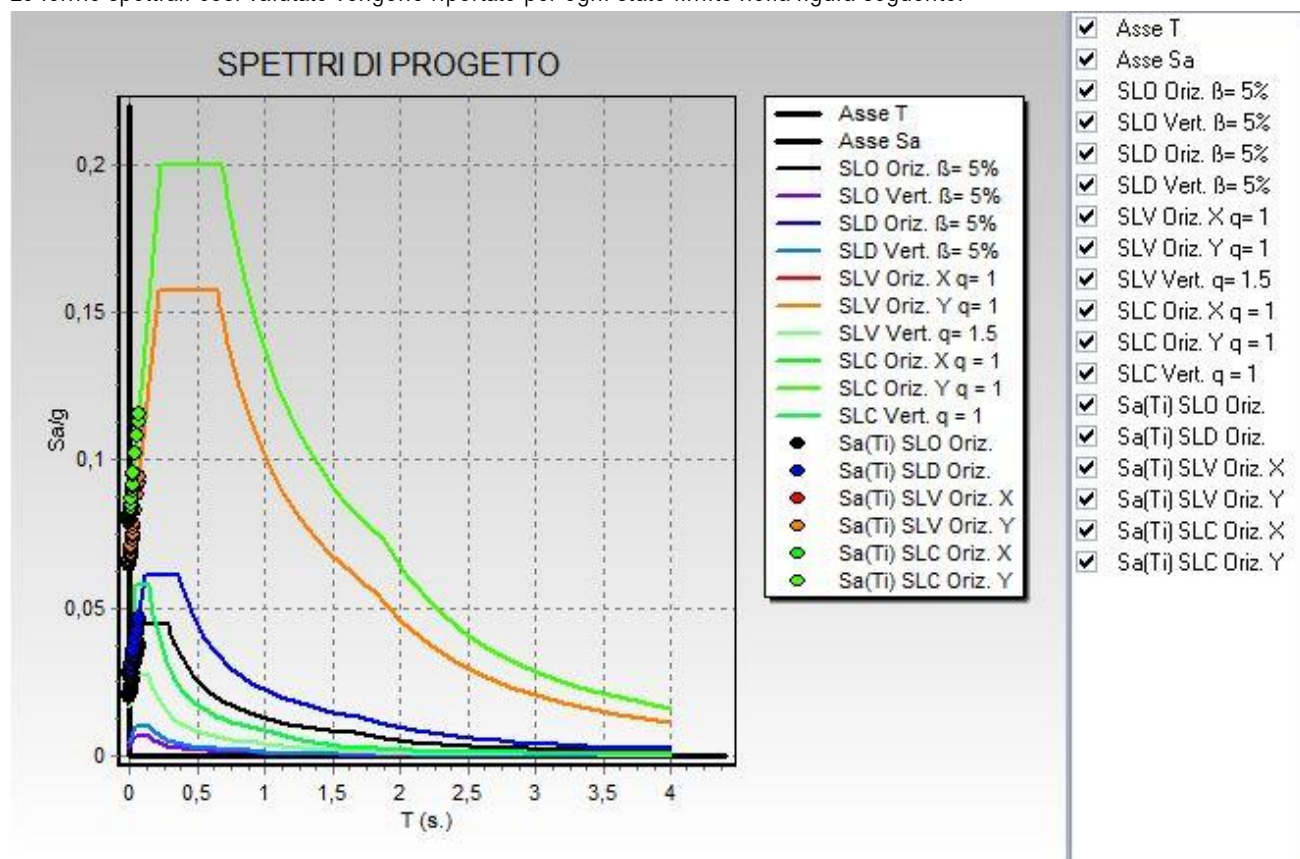


Figura 5 Spettri di progetto

4.3.3 Azione sismica di progetto

La definizione dell'azione sismica di progetto necessita di studi opportuni in merito agli effetti della risposta sismica locale. Tuttavia, per come specificato al §3.2.2 dell'NTC 2018, in assenza di tali analisi è possibile far riferimento all'approccio semplificato proposto dalla stessa normativa che si basa sull'individuazione di una categoria di sottosuolo. Valutata tale categoria da parte del progettista, in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, la norma fornisce dei parametri che modificano lo spettro di risposta per tenere conto degli effetti



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 11 di 20

di sito. Tali parametri vengono riportati nella Tabella 3.2.V dello stesso NTC e per il caso oggetto di studio (Categoria **B**), per i diversi stati limite, risultano:

Stato limite	S_s	C_c
SLO	1.20	1.40
SLD	1.20	1.38
SLV	1.168	1.32
SLC	1.086	1.31

Inoltre, per tener 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 Tabella 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento. Per il caso in esame (Categoria **T1**) si ha:

$$S_T = 1.0$$

Attraverso tali parametri le forme spettrali vengono calcolate per come segue:

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

dove:

- S : coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:
- $S = S_s S_T$
- η : fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione:

$$\xi = \sqrt{\frac{10}{5 + \xi}} \geq 0.55$$

- dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

Fattore di struttura.

Il fattore di struttura utilizzato nel calcolo è relativo a vasche interrato 1,00.



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 12 di 20

5 ANALISI STRUTTURALE

Di seguito si riportano le principali considerazioni, le analisi svolte e i principali risultati ottenuti relativi alla progettazione strutturale del manufatto per l'impianto dissabbiatura e grigliatura.

5.1 Condizioni di carico elementari

Si calcola l'opera sottoposta alle azioni indotte da:

- Peso proprio delle strutture
- Carico permanente non strutturale
- Azione dei carichi mobili
- Spinta del terreno
- Neve
- Carico acqua
- Azioni sismiche

Tali azioni saranno combinate secondo le prescrizioni della normativa vigente.

5.2 Criteri per la valutazione delle azioni sulla struttura

Carichi permanenti

I carichi permanenti sono costituiti dai pesi propri delle strutture portanti e delle sovrastrutture. Si valutano moltiplicando il volume calcolato geometricamente per i pesi specifici dei materiali.

Azione dei carichi accidentali

I carichi accidentali agenti sulla struttura saranno posizionati in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli ai fini della resistenza e della stabilità degli elementi strutturali.

Azioni sismiche

La valutazione delle azioni sismiche è stata effettuata un'analisi dinamica con tecnica modale e spettro di progetto assegnato ai sensi del D.M. 17/01/2018.

5.3 Caratteristiche dei materiali

Le caratteristiche dei materiali costituenti la struttura sono state assegnate ai sensi del cap. 11 del D.M. 17/01/2018.

5.4 Analisi dei carichi

Per la valutazione delle azioni da applicare al modello, ci si è basati su quanto previsto dalla dal D.M. 17/01/2018, associando le azioni ad una distribuzione dei carichi la più gravosa possibile. Di seguito si riportano le azioni analizzate.



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 13 di 20

Si considera un unico modello di calcolo per le verifiche globali. Sulla struttura si considerano agenti il peso proprio della struttura.

Si considerano applicati in questa fase anche i carichi permanenti portati agenti sulla struttura (magroni, griglia, etc).

Inoltre si considerano agenti anche i carichi variabili (acqua), e l'azione del Sisma.

5.4.1 Peso proprio delle strutture

E' il carico derivante dal peso proprio degli elementi che compongono la struttura modellata, ed è valutato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato a partire dal peso specifico associato agli elementi strutturali:

Peso specifico conglomerato cementizio ordinario armato	=	25 kN/m ³
Peso specifico conglomerato cementizio ordinario non armato	=	24 kN/m ³
Peso specifico acciaio	=	78.5 kN/m ³

5.4.2 Carico permanente non strutturale

Sono stati considerati i seguenti carichi non strutturali agenti sull'impalcato.

Si considera un carico distribuito medio del pacchetto stradale pari a $G21 = 18 \text{ kN/mc} \times 0,17 \text{ m} = 3,06 \text{ kN/mq}$.

Per la presenza di parapetti in c.a. e barriere di sicurezza si considera un carico distribuito linearmente agente lungo le travi di bordo pari a $G22 = 16 \text{ kN/ml}$.

Si considera, infine, un carico aggiuntivo di tipo distribuito su tutto l'impalcato pari a $Q_{ese} = 2,00 \text{ kN/mq}$.

5.4.3 Azione acqua

Si considera la presenza delle acque meteoriche all'interno della struttura, che produce un carico verticale sul fondo platea e una spinta idrostatica sulle pareti (a vantaggio di sicurezza si considera il massimo livello di riempimento del manufatto).

Il peso specifico utilizzato per il calcolo delle azioni dovute alla presenza di acqua è di 1.100 kg/mc (acqua sporca).

5.4.4 Neve

Si considera il carico agente sull'impalcato per effetto della neve secondo quanto prescritto dalle NTC/18.

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

μ_i (coefficiente di forma)

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

C_E (coefficiente di esposizione)

C_t (coefficiente termico)

Nel caso in esame si ha $\mu_i = 0,80$; $q_{sk} = 0,60 \text{ N/m}^2$; $C_E = 1$; $C_t = 1$. Da cui si ricava $q_s = 0,48 \text{ kN/mq}$.



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 14 di 20

5.4.5 Azioni sismiche

L'analisi sismica dell'impalcato in esame è stata condotta mediante analisi con spettro di risposta per sovrapposizione lineare, condotte nelle tre direzioni.

Nell'ambito delle analisi dinamiche lineari, per una data direzione di accelerazione, le forze e gli spostamenti massimi della struttura sono calcolati per ciascun modo di vibrazione. Tali valori modali, per ogni quantità di risposta d'interesse (quale l'insieme degli spostamenti e delle sollecitazioni in tutti gli elementi della struttura), sono stati opportunamente combinati per ottenere un unico risultato positivo per la generica direzione di accelerazione. A tale scopo si è adottato il metodo CQC (combinazione quadratica completa) che considera l'accoppiamento statistico fra modi ravvicinati causato dallo smorzamento modale.

Quindi, la valutazione degli effetti prodotti dal sisma sulla struttura in esame è stata condotta mediante tre distinte analisi con spettro di risposta, una per ogni direzione: Ex, Ey e Ez.

Per la determinazione degli effetti (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti ecc.) complessivamente indotti dal sisma, si è proceduto ad una combinazione direzionale dei risultati dedotti da ciascuna delle precedenti analisi:

$$1.00 E_x + 0.30 E_y + 0.3 E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi così da individuare la condizione di carico più gravosa.

5.5 Combinazioni di carico

In accordo al paragrafo 2.5.3 delle NTC2018 si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.6]

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$
 [2.5.7]

Nelle combinazioni si intende che vengano 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 ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{G1} e γ_{Qj} sono dati nel § 2.6.1.



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale -

Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 15 di 20

Per le combinazioni di carico utilizzate per le analisi strutturali condotte si rimanda ai tabulati di calcolo allegati.

5.6 Principali 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.

Canale Tipologia 1

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (50) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	100
Z	NON SELEZIONATA

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 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 5	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/Micropali (Plinti)	0 su 0	NON PRESENTI
Micropali (Travi/Piastre)	0 su 0 Tipologie	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 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 5	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



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale -

Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 16 di 20

Tabellina riassuntiva della portanza

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cm ²)	1.23	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1	VERIFICATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	52.61	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	.74	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	1.29	
Cedimento Residuo Massimo (cm)	NON CALCOLATO	

Canale Tipologia 2

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (50) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	99
Z	NON SELEZIONATA

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 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 3	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/Micropali (Plinti)	0 su 0	NON PRESENTI
Micropali (Travi/Piastre)	0 su 0 Tipologie	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 0	NON PRESENTI
Piastre in c.a.	0 su 3	VERIFICATO
Aste in Acciaio	0 su 0	NON PRESENTI
Aste in Legno	0 su 0	NON PRESENTI
Zattera Plinti	0 su 0	NON PRESENTI



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale -
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 17 di 20

Pali 0 su 0 NON PRESENTI

Tabellina riassuntiva della portanza

	VALORE	STATUS
Sigma Terreno Massima (kg/cm ²)	1.4	
Coeff. di Sicurezza Portanza Globale	1.0	VERIFICATO
Coeff. di Sicurezza Scorrimento	100.97	VERIFICATO
Cedimento Elastico Massimo (cm)	.85	
Cedimento Edometrico Massimo (cm)	1.49	
Cedimento Residuo Massimo (cm)	NON CALCOLATO	

6 MATERIALI

I materiali utilizzati per gli elementi strutturali costituenti il canale delle due tipologie sono i seguenti:

MATERIALI SHELL IN C.A.											
IDENT	%	CARATTERISTICHE					DURABILITA'			COPRIFERRO	
Mat. N.ro	Rig Fis	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. E kg/cm ²	Pois-son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Setti (cm)	Piastre (cm)
1	100	C32/40	B450C	333457	0,20	2500	AGGR. CX4	POCO SENS.	0,00	4,0	4,0

MATERIALI SHELL IN C.A.																					
CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO																					
Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	ocRar	ocPer	ofRar	Spo Rar	Spo Fre
1	SHELL	350,0	198,0	198,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50				0,3	0,2	192,0	144,0	3600	



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 18 di 20

7 CALCOLO STRUTTURALE

Le verifiche sono state svolte in ottemperanza a quanto disposto dalle N.T.C. 2018 - D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7, con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 17/01/2018.

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.

7.1 Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo

Il progettista ha utilizzato i seguenti codici di calcolo:

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2019
Licenza	n. 23515

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).

7.2 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/area-utenti/test-validazione.html>.

7.3 Validazione dei codici

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

7.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2– Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 19 di 20

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 semplificati.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per gli elementi strutturali, per le diverse combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del software CDWWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione. Dalle verifiche condotte, si è 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 può quindi affermare che il calcolo è andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato è risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

Per i valori numerici completi di carichi, sollecitazioni e verifiche, si rimanda ai Tabulati di Calcolo facenti parte del progetto.

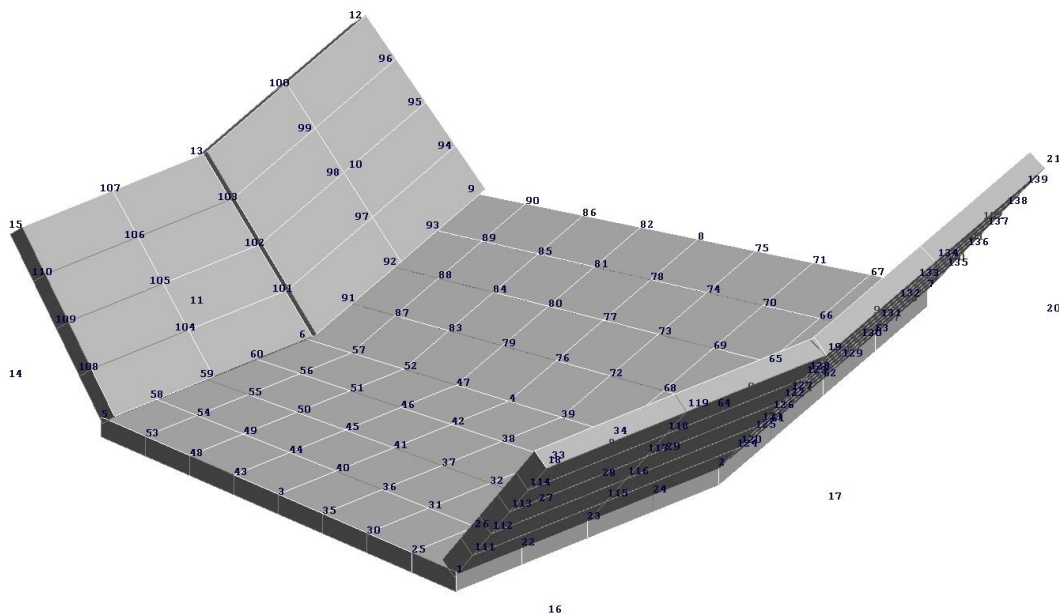


Figura 6 Modello strutturale canale Tipologia 1



PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI ATTENUAZIONE RISCHIO
IDROGEOLOGICO SUL TERRITORIO COMUNALE - MESSA IN SICUREZZA E
ADEGUAMENTO NORMATIVO DEL RECAPITO FINALE EST

CUP: E73H20000370006 CIG: 8614455925

PROGETTO ESECUTIVO



C - Calcoli delle strutture

C1.2- Canale adduzione acqua pluviale –
Relazione di calcolo strutturale

FOGLIO 20 di 20

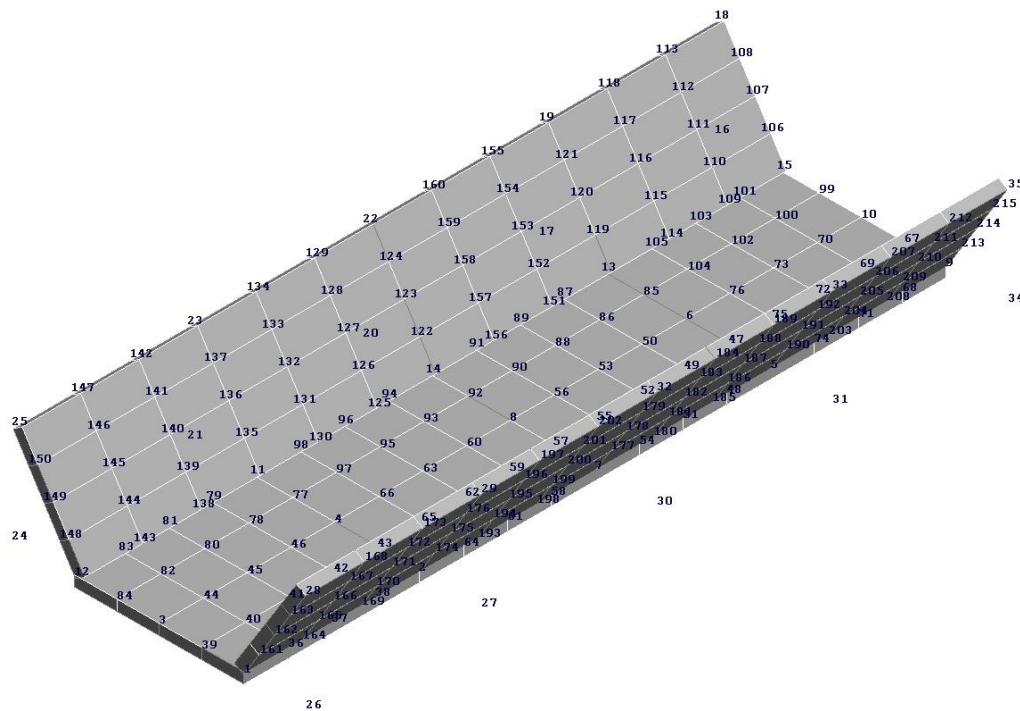


Figura 7 Modello strutturale canale Tipologia 2