

S.S. 284 "Occidentale Etnea"

Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania

1° lotto Adrano – Paternò

PROGETTO DEFINITIVO

COD. **PA712**

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Responsabile Integrazioni specialistiche Dott. Ing. Giovanni Piazza
Responsabile Tracciato stradale Dott. Ing. Massimo Capasso
Responsabile Strutture Dott. Ing. Giovanni Piazza
Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti Dott. Ing. Sergio Di Maio
Responsabile Ambiente e SIA Dott. Ing. Francesco Ventura

GEOLOGO:

Geol. Enrico Curcuruto

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. ing. Sergio Di Maio

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Maria Coppola

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



OPERE D'ARTE MINORI

TOMBINI – ASSE SECONDARIO

TOMBINO ASE38

Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO			P00_TM15_STR_RE01_A			
LIV. PROG. ANNO			CODICE ELAB.			
DPPA0712 D 19			P00TM15STRRE01		A	–
D			–	–	–	–
C			–	–	–	–
B			–	–	–	–
A	EMISSIONE		NOV.2020	M.LATINI	G.SPECIALE	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

S.S. 284 OCCIDENTALE ETNEA
AMMODERNAMENTO I° LOTTO - TRATTO ADRANO PATERNO'
PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE DI CALCOLO TOMBINO ASE38

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	3
1.2	QUADRO NORMATIVO.....	3
1.3	PROGRAMMA PER L'ANALISI AUTOMATICA	3
1.4	MATERIALI	3
2	CALCOLO DELLO SCATOLARE.....	5
2.1	ANALISI DEI CARICHI.....	5
2.1.1	Peso proprio.....	6
2.1.2	Peso proprio del ricoprimento	6
2.1.3	Peso della pavimentazione stradale	7
2.1.4	Spinta statica del terreno	7
2.1.5	Carichi mobili.....	8
2.1.6	Carico da frenatura	10
2.1.7	Azioni sismiche	11
2.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO E STRATEGIA DI SOLUZIONE	12
2.3	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO	14
2.4	TABULATI DI CALCOLO DELLO SCATOLARE	16

1 INTRODUZIONE

1.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Nell'ambito dei lavori per l'ammodernamento della S.S. 284 Occidentale Etna, I° Lotto Tratto Adarno - Paternò, seguono le calcolazioni relative ai tombini aventi la geometria di seguito descritta ed altezza di ricoprimento media fino a 2.2m.

Le opere sono a tipologia scatolare gettata in opera con fondazioni dirette e con la soletta piena. La larghezza netta interna è di 2.0m e l'altezza interna netta di 2.0m. I piedritti sono spessi 40cm e la soletta di copertura e di fondazione sono spesse entrambe 40cm.

1.2 QUADRO NORMATIVO

- Legge 5 novembre 1971, n° 1086 e relative Istruzioni emanate con Circ. n°11951 del 14 febbraio 1974: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974 n.64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- Circolare Ministeriale 21/01/2019 n° 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

1.3 PROGRAMMA PER L'ANALISI AUTOMATICA

- SCAT – Analisi Strutture Scatolari, Versione 14.0

1.4 MATERIALI

Calcestruzzo magro per posa delle fondazioni

Classe di resistenza C12/15

Classe di esposizione X0

Calcestruzzo per le fondazioni ed elevazioni

Classe di resistenza C25/30

Classe di esposizione XC2

Resistenza caratteristica cubica a compressione $R_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 0.83 \times 35 = 24.9 \text{ Mpa}$

Acciaio ordinario per armatura lenta B450C

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 450.00 \text{ MPa}$

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 540 \text{ Mpa}$

2 CALCOLO DELLO SCATOLARE

2.1 ANALISI DEI CARICHI

Le calcolazioni e quindi le analisi dei carichi si riferiscono ad una striscia di larghezza unitaria di scatolare avente la seguente geometria e avente terreno di ricoprimento e di rinfiamento laterale aventi i seguenti parametri.

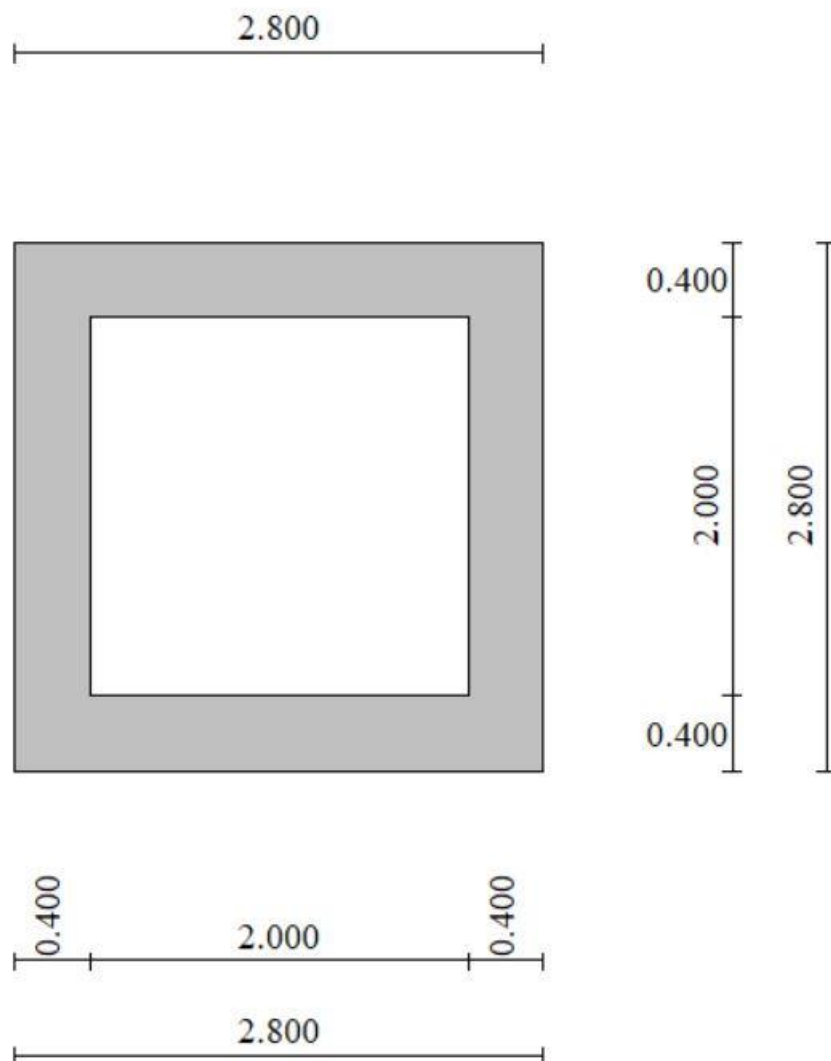


Figura 2-1: Geometria dello scatolare nel modello SCAT

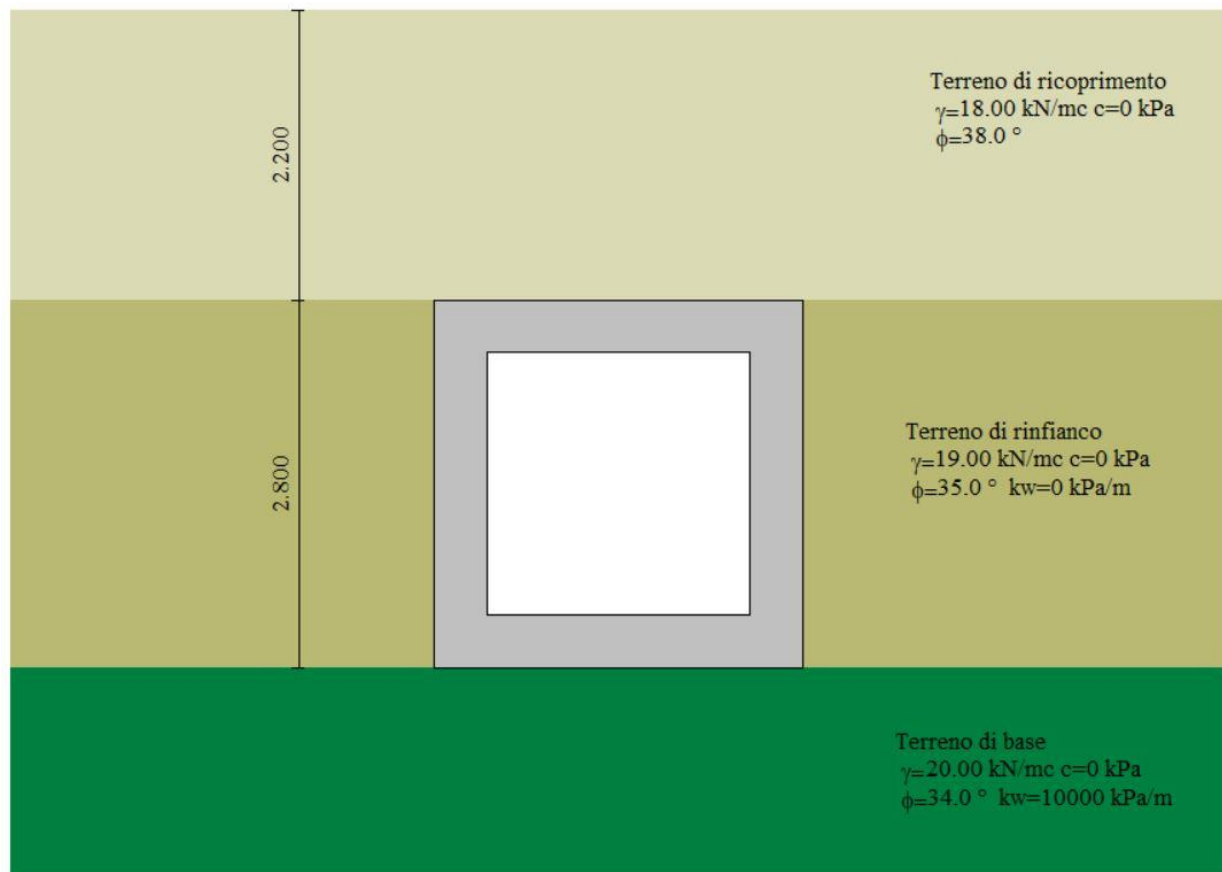


Figura 2-2: Strati di terreno e relativi parametri

2.1.1 Peso proprio

Si assume per il calcestruzzo un peso specifico $\gamma_c = 25.00 \text{ kN/m}^3$

Su tutti gli elementi in c.a. agisce, per effetto del peso proprio, una forza uniformemente distribuita pari a:

$$pp = \gamma_c \times S_i \text{ [kN/m]}$$

essendo " S_i " lo spessore del singolo elemento strutturale componente la sezione dello scatolare.

Tali azioni sono computate automaticamente dal programma di calcolo.

2.1.2 Peso proprio del ricoprimento

Il peso proprio del ricoprimento agisce come carico uniformemente distribuito sulla soletta superiore con entità pari a $Q_R = \gamma_t \times R \text{ [kN/m]}$.

Tale azione è computata automaticamente dal programma di calcolo assumendo un γ_t equivalente pari a 18 kN/mc e uno spessore pari a 1.7 m .

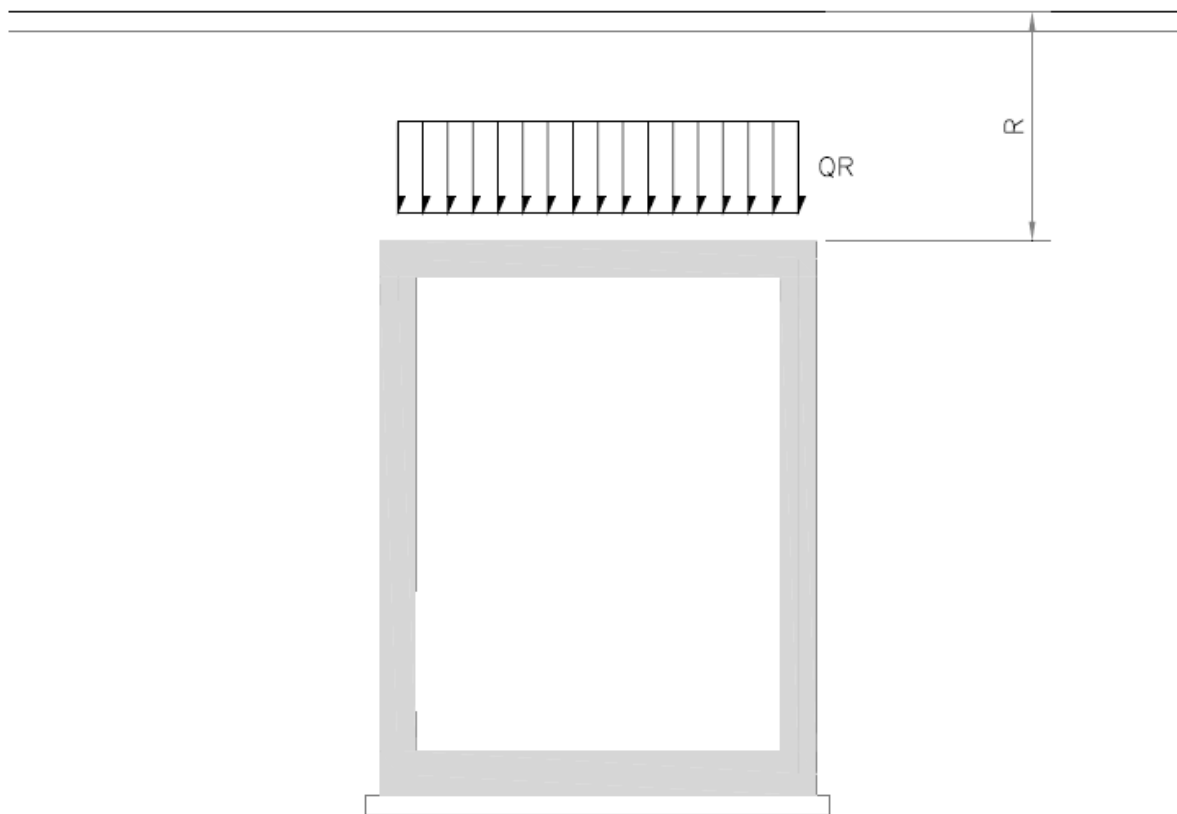


Figura 2-3: Peso proprio del ricoprimento.

2.1.3 Peso della pavimentazione stradale

La pavimentazione stradale è stata considerata come un carico uniformemente distribuito applicato sul terreno di ricoprimento, assunto pari a 3 kN/m².

2.1.4 Spinta statica del terreno

Per il calcolo della spinta si è considerato il coefficiente di spinta a riposo. Si considera quindi che sui piedritti agisce la spinta a riposo del terreno. Il coefficiente di spinta vale:

$$K_0 = 1 - \sin \varphi'$$

La pressione del terreno agente alle profondità degli assi baricentrici delle solette vale:

$$pt1 = K_0 \times \gamma t \times (R + S / 2) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$pt2 = K_0 \times \gamma t \times (R + S + B + SF / 2) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Tali forze vengono computate automaticamente nel modello.

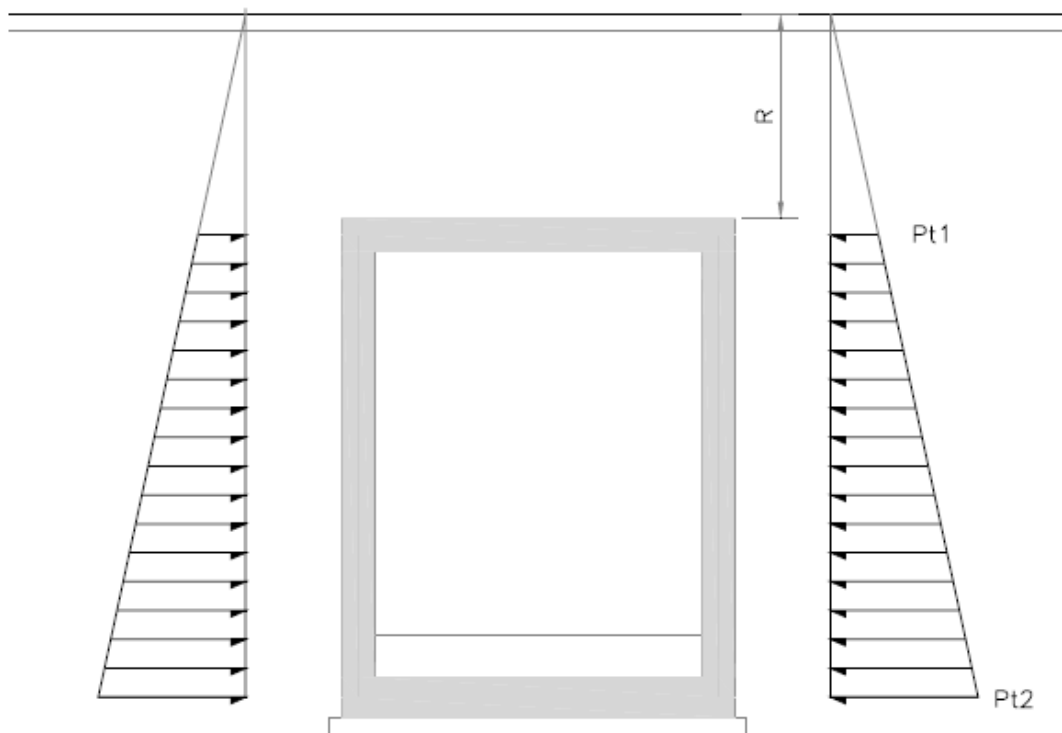


Figura 2-4: Spinta laterale del terreno.

2.1.5 Carichi mobili

I carichi mobili considerati nell'analisi sono descritti nel paragrafo 5 del D.M. 17/01/2018. In particolare, lo schema di carico 1 è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem e da carichi uniformemente distribuiti; i carichi concentrati sono pari a:

- $Q1k = 300 \text{ kN}$ ad asse ($300 + 300 = 600 \text{ kN}$) su corsia n.1 di larghezza convenzionale pari a 3 m;
- $Q2k = 200 \text{ kN}$ ad asse ($200 + 200 = 400 \text{ kN}$) su corsia n.2 di larghezza convenzionale pari a 3 m;
- $Q3k = 100 \text{ kN}$ ad asse ($100 + 100 = 200 \text{ kN}$) su corsia n.3 di larghezza convenzionale pari a 3 m;

Si ipotizza che tali carichi siano applicati su un'impronta rettangolare pari a 2.40 m x 1.60 m (1.6 m sviluppo parallelo alla corsia di traffico, 2.4 m sviluppo perpendicolare), ovvero pari all'ingombro complessivo esterno del tandem. Per quanto riguarda i carichi uniformemente distribuiti (associati ai carichi tandem) si considera prudenzialmente il carico $q1k = 9 \text{ kN/m}^2$ applicato a tutte le colonne di carico (la norma prevede l'applicazione dalla seconda alla n-esima corsia di un carico ridotto da 2.5 kN/m^2).

I carichi tandem vengono posizionati ortogonalmente all'asse del sottovia e vengono ripartiti sia in direzione longitudinale che trasversale dal piano stradale al piano medio della soletta superiore.

Si assume che la diffusione avvenga con un angolo di 30° attraverso il rilevato stradale, in accordo con quanto riportato all'interno della circolare 21 Gennaio 2019 n°7 C.S.LL.PP, e con un angolo di 45° nella soletta superiore del tombino.

Nel caso in esame, i carichi mobili sono stati applicati direttamente sul terreno di ricoprimento ed il programma, in automatico per i carichi concentrati, esegue la ripartizione longitudinale (parallelamente all'asse stradale) dei medesimi fino al baricentro della soletta di copertura. Si è dunque eseguita, a priori, la ripartizione di tali carichi nella sola direzione trasversale (parallela all'asse dello scatolare).

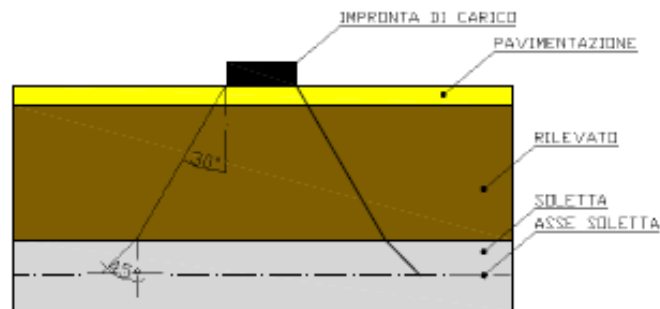


Figura 2-5: Schema di ripartizione dei carichi concentrati degli assi tandem

La larghezza di diffusione trasversale L_{dt} del carico risulta:

$$L_{dt} = 2.40 + 2 * (2.2 * \text{tg}30^\circ + 0.2) = 5.34\text{m}$$

Poiché la diffusione è maggiore rispetto alla larghezza convenzionale della corsia di carico si ha la sovrapposizione parziale tra la diffusione delle 2 maggiori corsie.

Il carico da applicare, considerando una striscia di larghezza unitaria di scatolare, sarà dunque:

$$T_{Seq} = (300+200)/5.34 = 93.6 \text{ kN/m/m}$$

Questa condizione è peggiorativa rispetto a considerare 1 sola colonna di carico.

A questa condizione si sovrappone il carico UDL = 9 kN/m uniforme su tutta la soletta.

Questi carichi verranno applicati al modello in tre configurazioni:

1. massimo momento in campata;
2. massimo taglio sul trasverso;
3. massima spinta orizzontale.

2.1.6 Carico da frenatura

La forza di frenatura q_3 è funzione del carico totale agente sulla corsia convenzionale n.1 e risulta pari a (si veda il paragrafo 5.1.3.5 del D.M. 17/01/2018):

$$180 \text{ kN} < q_3 = 0.6 \times 2 \times Q_{1k} + 0.10 q_{1k} \times w_1 \times L < 900 \text{ kN}$$

dove:

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$$

$$q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$w_1 = 3.00 \text{ m (larghezza della corsia)}$$

$$L = 2 \times S_p + B_i \text{ (larghezza della soletta compresi i piedritti)}$$

Nel caso in esame risulta:

$$Fr = 367.56 \text{ kN}$$

L'azione di cui sopra, viene distribuita sulla soletta superiore dello scatolare; il valore della frenatura equivalente da applicare alla soletta, si ottiene distribuendo il valore del carico frenante, alla lunghezza della soletta e alla larghezza di diffusione del carico (L_{dt}), con la seguente relazione:

$$f = 367.56 / 5.34 \times 2.8 = 24.58 \text{ kN/mq}$$

Per una striscia di soletta larga un metro:

$$f = 24.58 \times 1 = 24.58 \text{ kN/m}$$

2.1.7 Azioni sismiche

Per le azioni sismiche sono stati considerati i seguenti parametri di progetto:

- Vn= 50 anni;
- cu= 2;
- Vr= 100 anni;
- suolo: tipo B;
- ag= 0.201 g.

Le azioni sismiche tenute in conto solo l'incremento di spinta sismica valutato con il metodo di Wood e l'inerzia della struttura. Entrambi questi effetti sono automaticamente valutati dal programma di calcolo.

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo ag [m/s ²]	1.974	0.968
Accelerazione al suolo ag [% di g]	0.201	0.099
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F0$	2.568	2.580
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc^*	0.393	0.280
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico S_s	Tipo B ▼	1.193
Coefficiente di riduzione (β_m)	C	1.000
Coeff. amplificazione topografica S_T	T1 ▼	1.000
$Kh = ag/g * S_s * S_t * \beta_m$		
Coeff. di intensità sismica orizzontale Kh [%]	24.014	11.840
Intensità sismica Verticale/Orizzontale	0.50	
Forma diagramma incremento sismico ☐ Triangolare ☒ Rettangolare		
Calcolo incremento sismico ☐ Mononobe-Okabe ☒ Wood		

Figura 2-6: Parametri dell'analisi sismica impostati in SCAT

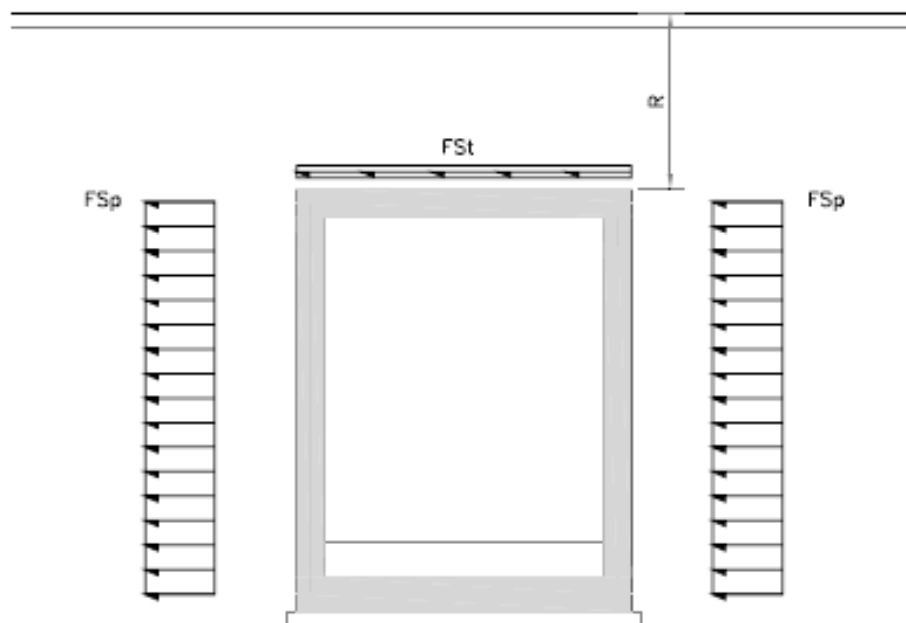


Figura 2-7: Forze d'inerzia sismiche associate alle masse strutturali

2.2 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO E STRATEGIA DI SOLUZIONE

A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

Lo scatolare è stato schematizzato nel piano mediante elementi di tipo *beam* e ciascun componente dello scatolare (trasverso, piedritto e fondazione) è stato considerato con le rispettive caratteristiche geometriche.

A favore di sicurezza si trascura il funzionamento della struttura in direzione longitudinale.

Il terreno di fondazione è stato simulato alla Winkler, mediante molle concentrate nei nodi della soletta inferiore, assumendo per la costante di sottofondo il valore:

$$K_w = 10000 \text{ kN/m}^3.$$

Per la definizione di tali valori si è fatto riferimento alle rigidezze presenti in letteratura valide per le tipologie di terreno presenti nel sito in oggetto.

A vantaggio di sicurezza si trascura il contributo alla stabilità del terreno di rinfiamento.

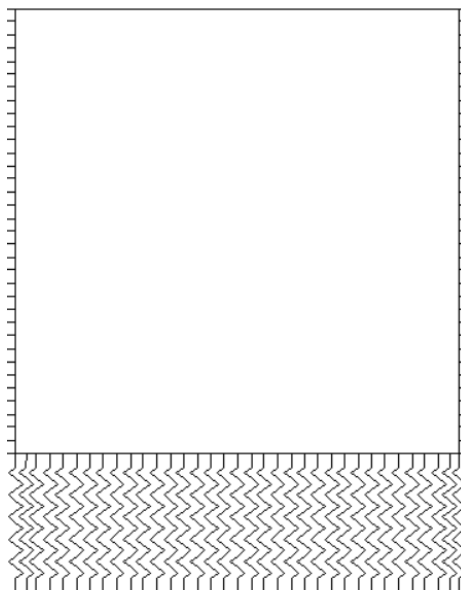


Figura 2-8: Modello di calcolo

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento, $\mathbf{K}_e$, si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura $\mathbf{K}$. Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali $\mathbf{p}$.

Indicando con $\mathbf{u}$ il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti $\mathbf{u}$

$$\mathbf{u} = \mathbf{K}^{-1} \mathbf{p}$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

2.3 IMPOSTAZIONI DI PROGETTO

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo γ_c 1.50

Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica 0.83

Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo 0.85

Coefficiente di sicurezza acciaio 1.15

Coefficiente di sicurezza per la sezione 1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\operatorname{ctg}(\theta) + \operatorname{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \operatorname{ctg}^2 \theta)$$

con:

d altezza utile sezione [mm]

b_w larghezza minima sezione [mm]

σ_{cp} tensione media di compressione [N/mm²]

ρ_l rapporto geometrico di armatura

A_{sw} area armatura trasversale [mm²]

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]

α_c coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e σ_{cp}

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60 f_{ck}

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [m]

Apertura limite fessure $w_1=0.00020$ $w_2=0.00030$ $w_3=0.00040$

Metodo di calcolo aperture delle fessure:

- NTC 2018 - C4.1.2.2.4.5

Resistenza a trazione per **Trazione**

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2018 - Approccio 1

Copriferro sezioni 0.0500 [m]

2.4 TABULATI DI CALCOLO DELLO SCATOLARE**Condizioni di carico***Convenzioni adottate*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (esprese in m) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

*Simbologia adottata e unità di misura**Forze concentrate*

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F_y	componente Y del carico concentrato
F_x	componente X del carico concentrato
M	momento

Forze distribuite

X_i, X_f	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y_i, Y_f	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V_{ni}	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{nf}	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V_{di}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V_{df}	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D_{te}	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D_{ti}	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)Condizione di carico n° 7 (SPP)

Distr	Terreno	$X_i = -2.80$	$X_f = 5.60$	$V_{ni} = 3.00$	$V_{nf} = 3.00$
-------	---------	---------------	--------------	-----------------	-----------------

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò

Relazione di calcolo tombino ASE38

Conc	Terreno	X= -1.20	F _y = 93.60				
<u>Condizione di carico n° 10 (frenatura)</u>							
Distr	Traverso	X _i = 0.00	X _i = 2.80	V _{ni} = 0.00	V _{ni} = 0.00	V _{ti} = 24.58	V _{ti} = 24.58
<u>Condizione di carico n° 11 (V Max)</u>							
Distr	Terreno	X _i = 0.00	X _i = 2.80	V _{ni} = 9.00	V _{ni} = 9.00		
Conc	Terreno	X= 0.40	F _y = 93.60				
Conc	Terreno	X= 1.60	F _y = 93.60				

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2018

Simbologia adottata

γ_{G1sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{G1fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{G2sfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_{G2fav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
γ_Q	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.35	1.00

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò

Relazione di calcolo tombino ASE38

Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{G1fav}	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1sfav}	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	γ_{G2fav}	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G2sfav}	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Q1fav}	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Q1sfav}	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00
Termici	Favorevole	γ_{efav}	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	γ_{esfav}	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>
------------------	--	-----------

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò**Relazione di calcolo tombino ASE38****Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)**

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
SPP	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
M_Max	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SPP	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
M_Max	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
SPP	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
M_Max	Sfavorevole	1.35		

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò**Relazione di calcolo tombino ASE38**

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SPP	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
S_Max	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
SPP	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
frenatura	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
V_Max	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01

Combinazione n° 10 SLU (Caso A2-M2)

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SPP	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
frenatura	Sfavorevole	1.15	1.00	1.15
V_Max	Sfavorevole	1.15	0.75	0.86

Combinazione n° 11 SLU (Caso A1-M1)

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò

Relazione di calcolo tombino ASE38

Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
-----------------	-------------	------	------	------

<u>Combinazione n° 14 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo</u>				
	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SPP	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 15 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo</u>				
	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SPP	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

<u>Combinazione n° 16 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo</u>				
	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò**Relazione di calcolo tombino ASE38**

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SPP	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00		

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò**Relazione di calcolo tombino ASE38****Combinazione n° 25 SLE (Rara)**

	Effetto	γ	Ψ	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SPP	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
frenatura	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
M_Max	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 26 SLE (Frequente)

	Effetto	γ
--	----------------	----------------------------

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò

Relazione di calcolo tombino ASE38

Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
SPP	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
V_Max	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Analisi della spinta e verifiche

Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (esprese in m) positive verso destra

Y ordinate (esprese in m) positive verso l'alto

M momento espresso in kNm

V taglio espresso in kN

SN sforzo normale espresso in kN

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò

Relazione di calcolo tombino ASE38

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	37.662763
Longitudine	14.835742
Comune	Adrano
Provincia	Catania
Regione	Sicilia
Punti di interpolazione del reticolo	47196 - 47418 - 47419 - 47197

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	IV - Opere strategiche ed industrie molto pericolose
Vita di riferimento	100 anni

Combinazioni SLU

Acceler

S.S. 284 Occidentale Etna - Ammodernamento I° Lotto - Tratto Adrano Paternò*Relazione di calcolo tombino ASE38*

7	0.426	0.000
8	0.511	0.000
9	0.426	0.000
10	0.511	0.000
11	0.426	0.000
12	0.511	0.000
13	0.426	0.751
14	0.426	0.751
15	0.426	0.751
16	0.426	0.751
17	0.426	0.751
18	0.426	0.751
19	0.426	0.751
20	0.426	0.751
21	0.426	0.000
22	0.426	0.000
23	0.426</	

