

S.S. 284 "Occidentale Etna"

Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania

1° lotto Adrano – Paternò

PROGETTO DEFINITIVO

COD. PA712

PROGETTAZIONE:

ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

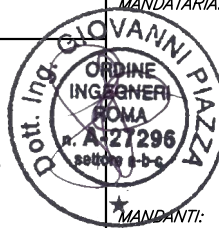
RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Marilena Coppola



OPERE DI SOSTEGNO DELLA SEGNALETICA

BARRIERE ANTIRUMORE

Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica


CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	PA712_T000M00STRRE02_A			
DPPA0712	D 20	CODICE ELAB.	T000M00STRRE02	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	NOV. 2020	E.STRAMACCI	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna
Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò




PA-712

Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica


Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<i>Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica</i>	

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	5
1.2.1	<i>Vita Nominale V_n</i>	5
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i>	6
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i>	6
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	7
3	NORME TECNICHE	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	8
4.1	CALCESTRUZZI	8
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	8
4.1.2	<i>Copriferrini nominali</i>	9
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	11
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i>	11
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO.....	12
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	12
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	12
5	PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	13
6	CRITERI DI CALCOLO	14
6.1	CALCOLO DELLA SPINTA	14
6.1.1	<i>Spinta statica</i>	14
6.1.2	<i>Spinta in presenza di sisma</i>	14
6.2	VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE E SISMICHE (STR - GEO)	15
7	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO	17
7.1	ANALISI DEI CARICHI	17
7.1.1	<i>Carichi permanenti</i>	17
7.1.2	<i>Azione sismica</i>	17
7.2	AZIONE DEL VENTO	21

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<i>Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica</i>	

7.3	AZIONI TRASMESSE IN TESTA ALLA FONDAZIONE	22
7.4	SPINTE DEL TERRENO E INERZIA SISMICA DELLA FONDAZIONE	22
7.5	COMBINAZIONI DI CARICO.....	23
8	VERIFICHE.....	25
8.1	VERIFICHE GEOTECNICHE	25
8.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	26
9	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	38
9.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	38
9.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	38
9.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	38
9.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	38
9.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	38
9.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	39

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra il dimensionamento e la verifica delle fondazioni a sostegno della segnaletica prevista nell'ambito dei lavori di realizzazione dell' "Intervento SS 284 Occidentale Etnea - Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò".

Le analisi e le verifiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico.

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

All'interno dell'intervento si prevede il posizionamento di diverse tipologie di segnaletiche, in seguito raggruppate in strutture simili.

Troveremo le seguenti Tipologie:

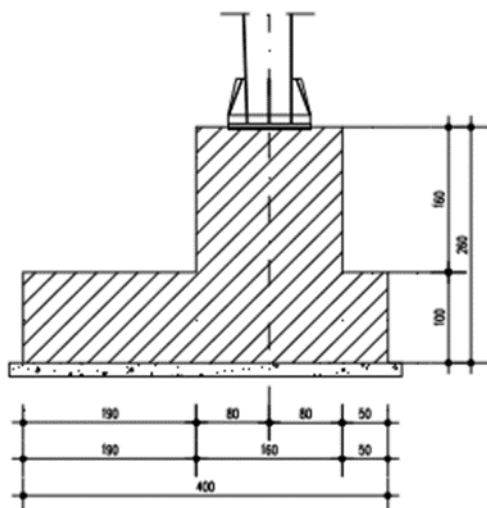
- 1- Area 135x90, altezza 4.00, sostenuta da due pali
- 2- Area 300x250, altezza 5.50, sostenuta da due pali
- 3- Area 150x40, altezza 2.80, sostenuta da due pali
- 4- Area 0.28 mq, altezza 3.60, sostenuta da un unico palo
- 5- Area 3.50 x 3.00 x 2 pannelli, insegna a bandiera

verrà calcolata la fondazione dell'insegna a bandiera, che sarà dimensionata per elementi di massimo 9.75 m di lunghezza.

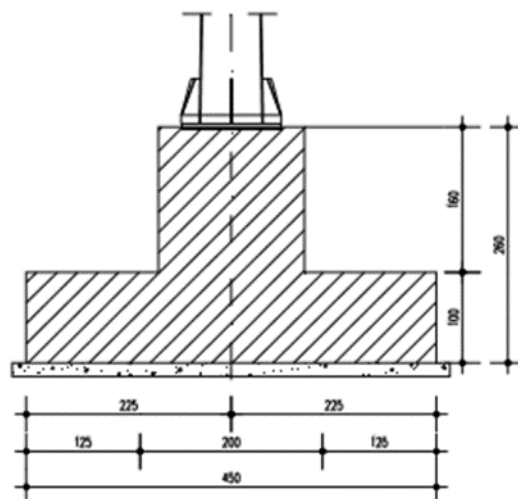
Per gli altri cordoli o plinti di fondazione, si rimanda agli elaborati esecutivi per una consultazione di maggior dettaglio.

Di seguito viene riportata un'immagine della geometria delle fondazioni riguardante la segnaletica a bandiera:

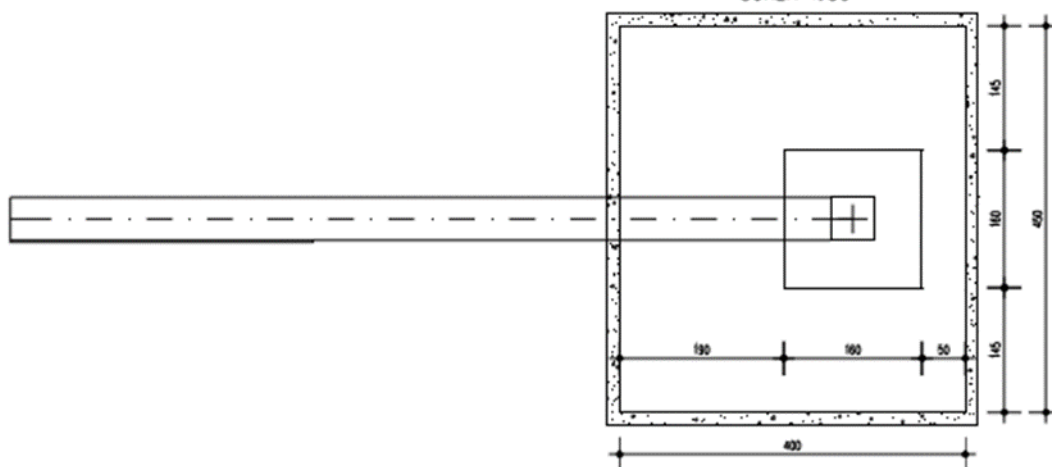
SEZIONE TRASVERSALE
SCALA 1:50



SEZIONE LONGITUDINALE
SCALA 1:50




PIANTA
SCALA 1:50



Fondazione portale a bandiera con sbraccio da 9.75m.

Si riportano, in forma tabellare, le caratteristiche geometriche dei diversi elementi (segnaletica, struttura metallica e plinto di fondazione):

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

TABELLONE

Larghezza segnaletica	Ls	m	3.50
altezza segnaletica	Hs	m	3.00
n° tabelloni	nt		2.00
Area di calcolo	Ac	mq	21.00
peso proprio	pp	kN/mq	0.16

STRUTTURA METALLICA

Altezza Montante	Hm	m	6.90
Lunghezza traverso	Lt	m	9.75
Area profilato traverso	At	mq	0.016
Area Profilato Montante	Am	mq	0.028
peso proprio acciaccio da carpenteria	PP steel	kN/mc	78.5

GEOMETRIA PLINTO DI FONDAZIONE

Larghezza trasversale inf	Lt inf	m	4.00
Larghezza Longitudinale inf	Ll inf	m	4.50
Altezza base del plinto	Hb inf	m	1.00
Larghezza trasversale sup	Lt sup	m	1.60
Larghezza Longitudinale sup	Ll sup	m	1.60
altezza sup	H b sup	m	1.60
mensola di monte trasv	Bmonte	m	1.90
mensola di valle trasv	Bvalle	m	0.50

1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

1.2.1 Vita Nominale V_N

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100


Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 100$ anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe 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 di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. 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.


Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: IV;
- Coefficiente d'Uso: $C_U = 2.0$.

1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 100 \times 2.0 = 200$ anni.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<i>Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica</i>	


2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<i>Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica</i>	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1 Calcestruzzi

4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D_3] e [D_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla “Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano” contenuta nell’appendice A alla norma [D_4], che attribuisce alla Sicilia un livello di rischio Nullo, è stata esclusa l’applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall’acqua di mare).

Relativamente all’applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno portato all’esclusione di tale classe. Infatti, tutti i campioni di terra esaminati risultano non aggressivi. La falda è assente lungo l’intero tracciato e l’unico campione dove si è riscontrata aggressività dell’acqua si trova a profondità tali da non interessare l’intervento in esame. Per maggiori dettagli si rimanda alla sintesi riportata nel report “Documentazione indagini ambientali”.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d’opera e il contenuto minimo di cemento:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)		
CALCESTRUZZO PER	Magrone	Fondazioni
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C25/30
Classe di esposizione ambientale	-	XC2
φ max inerti (mm)	Dupper	32
	Dlower	20
Classe di consistenza	-	S4
Rapporto max acqua/cemento	-	0.6
Tipo di cemento (secondo UNI EN 197-1)	-	CEM IV
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	150	300

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm


C _{min}	C ₀	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			≥C ₀	C _{min} < C < C ₀	≥C ₀	C _{min} < C < C ₀	≥C ₀	C _{min} < C < C ₀	≥C ₀	C _{min} < C < C ₀
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferrino vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 5 mm, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

Per le produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferrini, i valori della tabella possono essere ridotti di 5 mm.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera

Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)

Vita nominale dell'opera


Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

ambiente	R _{ckmin}	R _{ck0}	barre da c.a.				cavi da c.a.p.
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra
			R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}
ordinario	30	45	15	20	20	25	25
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5

Elemento	Fondazioni - Muri
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1
Elemento a piastra	SI
Classe di esposizione	XC2
Ambiente	ordinario
Rck	Mpa 30
Check Rck min	OK
copriferrino minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm 20
incremento Per V _n =100 (tipo di costruzione 3)	mm 10
elem. prefabbricato con ver. Copriferrini*	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferrini	0
Tolleranza di posa	10
copriferrino nominale	mm 40
copriferrino nominale di progetto	mm 50

* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la verifica dei copriferrini

Tabella 4.2 – Valori dei copriferrini nominali in base alle NTC2018

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

4.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C25/30:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C25/30
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	25
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	33.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	2.56
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	1.80
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	3.33
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctf} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.08
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31476

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	14.17
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.20

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	15.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	11.25
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.14

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	2.69
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	1.89

4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:


Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni ordinarie: per le verifiche a fessurazione delle fondazioni (classe di esposizione XC2).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	w_k	Poco sensibile Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali ordinarie – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: $w_k \leq w_3 = 0.4 \text{ mm}$
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$


4.2 Acciaio in barre per cemento armato

4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

4.2.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato	Var	unità	
Qualità dell'acciaio		B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	f_{yk}	Mpa	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	f_{tk}	Mpa	540
Modulo elastico	Es	Mpa	210000
diametro minimo della barra impiegabile	ϕ_{min}	mm	6
diametro massimo della barra impiegabile	ϕ_{max}	mm	40
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità
coefficiente γ_s	γ_s		1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	Mpa	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO		Var	unità
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max} = 0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

5 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici:


Rilevato stradale

Peso di volume – γ (kN/mc)	18,0
Angolo di attrito – φ' (°)	35
Coesione drenata – c' (kPa)	0

Il terreno di fondazione coincide con il rilevato stradale.

Ai fini del dimensionamento delle opere è stata considerata un'unica stratigrafia per la quale si sono assunti i parametri geotecnici sopra indicati.

Nel caso in esame la falda non è stata considerata in quanto non risulta presente.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

6 CRITERI DI CALCOLO

6.1 Calcolo della spinta

6.1.1 Spinta statica

Si considera un regime di spinta attiva. Il calcolo della spinta è svolto secondo il metodo del cuneo di tentativo generalizzato (Rif.: Renato LANCELOTTA "Geotecnica" (2004) - NAVFAC Design Manual 7.02 (1986)). Il metodo è iterativo e prevede la suddivisione del terreno a monte dell'opera in poligoni semplici definiti dal paramento, dalla successione stratigrafica e dalla superficie di scivolamento di tentativo. La procedura automatica vaglia numerose superfici di scivolamento ad ogni quota di calcolo lungo il paramento, determinando la configurazione che comporta la spinta massima sull'opera.

Il coefficiente di spinta attiva viene calcolato con la teoria di Coulomb estesa analiticamente da Muller-Breslau ai casi più generali.

La formula applicata è la seguente:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \times \sin^2(\beta + \delta) \times \left[1 + \frac{\sin(\delta + \phi) \times \sin(\phi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \times \sin(\beta - \varepsilon)} \right]^2}$$

Dove:

- ϕ è l'angolo di attrito del terreno;
- ε è l'inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale;
- β è l'inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;
- $\delta < (\beta - \phi - \varepsilon)$ è l'angolo d'attito terreno – parete.

6.1.2 Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a:


$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

Avendo posto

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Dove k_h e k_v sono, rispettivamente, il coefficiente sismico orizzontale e verticale.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del plinto, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

6.2 Verifiche in condizioni statiche e sismiche (STR - GEO)

In accordo alle NTC2018 le verifiche sono state effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite;

SLU di tipo strutturali (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche vengono svolte seguendo l'Approccio 2, con la combinazione A1+M1+R3, tenendo conto delle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC2018


Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_E (o γ_E')	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	


Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

In accordo con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 - capitolo 7.11 – sono state condotte anche le verifiche in condizioni sismiche applicando i coefficienti parziali dei parametri geotecnici ed alle resistenze, mentre i coefficienti parziali dei carichi sono stati posti pari ad 1.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

7 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

7.1 Analisi dei carichi

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

I carichi considerati per il dimensionamento delle strutture sono sia di natura statica che dinamica e comprendono essenzialmente il peso proprio delle strutture, il carico permanente dovuto al peso della cartellonistica, il vento sulla struttura e sui cartelli ed infine l'azione sismica.

Tutte le condizioni di carico verranno opportunamente combinate tra loro.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

Carico C.A. = 25kN/m³

Carico terreno = 18 kN/m³

Profilo in acciaio = 78,0kN/m³

Per quanto concerne il carico dovuto al metallo della segnaletica, si assume una lamiera in acciaio dello spessore di 2 mm circa che implica una pressione di 0.16 KN/m

7.1.1 Carichi permanenti

7.1.1.1 Carichi permanenti strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali é e valutato assumendo un peso specifico del cemento armato pari a 25 kN/mc e dell'acciaio pari a 78,50 kN/mc.

7.1.1.2 Spinta delle terre


Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di spinta attiva K_A .
è stato considerato a tergo, il rilevato di massima altezza, pari a 1.6 m in direzione trasversale.

7.1.1.3 Sovraccarico accidentale a tergo del muro

Si è considerato un sovraccarico accidentale sul rilevato pari a 20 kN/m².

7.1.2 Azione sismica

L'analisi del muro in fase sismica è stato effettuato con gli usuali metodi pseudo statici in accordo a quanto previsto dalle NTC2018 (par. 7.11.6.2). L'incremento di spinta delle terre in fase sismica è stato valutato in accordo alla teoria di Mononobe-Okabe.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, pari al prodotto delle forze di gravità moltiplicate per un coefficiente sismico.

I coefficienti sismici orizzontali e verticali, applicati a tutte le masse potenzialmente instabili, sono calcolati rispettivamente come:

$$k_h = b_m \cdot (a_{max}/g) \quad [7.11.6]$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad [7.11.7]$$

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad [7.11.8]$$

Dove: b_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g è l'accelerazione di gravità;

S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito (§3.2.3.2);

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione del pendio (§3.2.3.2);

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Il valore di b_m è posto pari 1.

Il coefficiente S_S di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito; i valori minimi e massimi di S_S sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.IV.

Il coefficiente S_T di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture in sommità di un pendio o in cresta, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di S_T sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V, in funzione della categoria topografica della superficie.

L'incremento di spinta dovuto al sisma può venire assunto agente nello stesso punto di quella statica, nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, oppure a metà altezza dell'opera, negli altri casi.

La spinta totale di progetto E_d agente sull'opera di sostegno è data da:


$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot h^2 + E_{wsq}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno;

K è il coefficiente di spinta del terreno;

h è l'altezza del plinto;

E_{wsq} è la spinta idrostatica, assente per le opere trattate;

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

7.1.2.1 Descrizione del metodo di calcolo delle spinte

La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del *metodo dell'equilibrio limite* e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

1. Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.
2. Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.
3. Superficie di rottura piana.
4. Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.
5. La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.
6. Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.
7. Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.
8. L'effetto delle accelerazioni k_h e k_v viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Le spinte Attiva e Passiva si calcolano come:

$$P_{alp} = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot (1 - k_v) \cdot K_{alp}$$

il coefficiente K_{alp} viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe proposta nell'ordinanza 3274 e successiva correzione 3316, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terreno.

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

δ = angolo di attrito terreno-muro.


θ = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$\beta \leq \phi - \theta: K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea		
Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi + \theta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \cdot \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \cdot \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

Nel caso di accelerazione sismica solo orizzontale l'angolo θ è unico e la spinta attiva e passiva risulta univocamente determinata; viceversa le formule forniscono due distinti valori, che corrispondono alla presenza di accelerazione sismica verticale verso l'alto e verso il basso.

7.1.2.2 Parametri sismici fondamentali

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati con l'ausilio del software-free SPETTRI-NTC ver. 1.0.3 (prodotto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici www.cslp.it).

I parametri sismici caratteristici dei siti attraversati denotano una variabilità abbastanza modesta. Relativamente alle categorie di sottosuolo prevalentemente si ricade nella categoria B, ma in diversi casi, soprattutto nella parte terminale del tracciato, si ricade nella categoria E.


In ogni caso, si è visto che gli effetti sui dimensionamenti relativi alla variabilità dei parametri sismici è sostanzialmente trascurabile; per tale ragione, in via cautelativa, si è assunta la categoria di sottosuolo E e il valore di a_g massimo corrispondente al comune di Santa Maria di Licodia.

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
SLO	120	0.123	2.558	0.278
SLD	201	0.147	2.545	0.293
SLV	1898	0.315	2.480	0.433
SLC	2475	0.348	2.455	0.456

Dati	Var	unità	
Vita Nominale	Vn	anni	100
Classe d'uso della costruzione	Cl		IV
Coefficiente d'uso della costruzione	cu		2.00
Periodo di riferimento per la costruzione	P_R	anni	200
Categoria di Sottosuolo	Cat S		E
Categoria topografica	Cat T		T1

Parametri caratteristici degli spettri di risposta

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [sec]	T_B [sec]	T_C [sec]	T_D [sec]	S_S [-]	S_T [-]	S [-]	C_C [-]	d_g [m]	v_g [m/s]
SLD	0.147	2.545	0.293	0.184	0.551	2.187	1.59	1.00	1.59	1.88	0.069	0.202
SLV	0.315	2.480	0.433	0.232	0.696	2.861	1.14	1.00	1.14	1.61	0.175	0.393
SLC	0.348	2.455	0.456	0.239	0.718	2.990	1.06	1.00	1.06	1.57	0.194	0.416

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

7.2 Azione del vento

L'azione statica del vento è ricavabile secondo quanto indicato dalla normativa vigente in funzione della velocità di riferimento.

Ai fini del calcolo si farà riferimento al vento in direzione parallela all'asse della strada, che investirà la segnaletica frontalmente.

La pressione del vento è data dalla nota espressione :

$$p=q*cp*cd*c$$

dove:

q = pressione cinetica di riferimento

cp = coefficiente di esposizione


cd = coefficiente di forma

c= coefficiente dinamico

il calcolo è il seguente:

AZIONI

VENTO ZONA 4			
velocità base di riferimento al livello del mare	vb,0	m/s	28
altitudine sul livello del mare	as	m slm	630
	a0	m slm	500
	ks		0.36
coefficiente di altitudine	ca		1.0936
velocità base di riferimento	vb	m/s	30.62
periodo di ritorno di progetto	Tr	anni	100
coefficiente di ritorno	cr		1.039
velocità di riferimento	vr	m/s	31.82
CLASSE DI RUGOSITA'	D		
CATEGORIA DI ESPOSIZIONE	II		
	Kr		0.19
	z0	m	0.05
	zmin	m	4
coefficiente di esposizione	ce		1.64
coefficiente di pressione	cp		1.8
coefficiente dinamico	cd		1
pressione cinetica di riferimento	qr	N/mq	632.9
pressione del vento	p	kN/mq	1.87

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

Il coefficiente di forma c_p è scelto in base alle indicazioni fornite dalla CNT-DT 207/2008, meglio specificate all'interno dell'allegato G al punto G7 per le insegne e i tabelloni:

$c_p=1.80$

Come indicato all'interno dell'allegato stesso il punto di applicazione della forza statica equivalente viene preso con una eccentricità orizzontale pari ad $\frac{1}{4} B$ rispetto al baricentro della superficie esposta.

La pressione di calcolo viene applicata come pressione uniforme rispettivamente sulle superfici di esposizione identificate sulla struttura orizzontale e verticale.


7.3 Azioni trasmesse in testa alla fondazione

Si riportano in tabella le azioni di calcolo ottenute in testa al plinto di fondazione:

AZIONI			
<u>carico variabile da traffico</u>	<u>qt</u>	<u>kN/mq</u>	<u>20</u>
Azioni trasmesse in testa al muro			
PERMANENTI PORTATI			
<u>permanente pp segnaletica</u>	<u>G2</u>	<u>kN/m</u>	<u>3.30</u>
<u>permanente pp telaio metallico</u>	<u>G2</u>	<u>kN/m</u>	<u>27.5</u>
<u>Momento Ribaltante trasversale Segnaletica</u>	<u>M^{tr_{ed}tr_{asv}} G2</u>	<u>kNm/m</u>	<u>16.1</u>
<u>Momento ribaltante trasversale traverso</u>	<u>M^{tr_{ed}tr_{asv}} G2</u>	<u>kNm/m</u>	<u>59.7</u>
VENTO			
ZONA 4			
<u>Forza in testa di progetto long</u>	<u>F_{Hd}</u>	<u>kN/m</u>	<u>49</u>
<u>Forza in testa di progetto trasv</u>	<u>F_{Hd}</u>	<u>kN/m</u>	<u>9</u>
<u>Momento torcente in testa di progetto</u>	<u>Mt_{ed}</u>	<u>kNm/m</u>	<u>230</u>
<u>Momento ribaltante long in testa di progetto</u>	<u>Mrib_{ed}</u>	<u>kNm/m</u>	<u>303</u>
<u>Momento ribaltante trasv in testa di progetto</u>	<u>Mrib_{ed}</u>	<u>kNm/m</u>	<u>33</u>
AZIONE SISMICA			
$Fh = Sd \times W/g$			
<u>Forza orizzontale sismica in testa</u>	<u>Hsismica</u>	<u>kN</u>	<u>27</u>
<u>Momento Ribaltante sismico in testa</u>	<u>Mrib sisma</u>	<u>kNm</u>	<u>142</u>

7.4 Spinte del terreno e inerzia sismica della fondazione

Di seguito vengono presentate le spinte del terreno e l'inerzia sismica del plinto

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

peso proprio fondazione	G1	kN	552
peso proprio reinterro	G2	kN	246
<u>spinta terreno in condizioni statiche</u>	<u>St</u>	<u>kN</u>	<u>26</u>
<u>spinta terreno in condizioni sismiche</u>	<u>St sisma</u>	<u>kN</u>	<u>49</u>
<u>spinta sovraccarico a tergo in condizioni statiche</u>	<u>Sq</u>	<u>kN</u>	<u>22</u>
<u>spinta sovraccarico a tergo in condizioni dinamiche</u>	<u>Sq sisma</u>	<u>kN</u>	<u>36</u>
<u>Inerzia sismica del plinto di fondazione</u>	<u>Hmuro sismico</u>	<u>kN</u>	<u>198</u>
<u>componente sismica verticale</u>	<u>ΔN</u>	<u>kN</u>	<u>105</u>


7.5 Combinazioni di Carico

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2018 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

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

Dove:

- G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta le azioni di pretensione e precompressione (ove presenti);
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- E rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- A_d rappresenta le azioni eccezionali.
- $\psi_{0j}, \psi_{1j}, \psi_{2j}$ sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.


Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

I valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche SLU sono quelli già indicati al paragrafo 6.2.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella tabella 5.1.VI delle NTC2018.

Vengono riportate le sollecitazioni di progetto per i diversi stati limite considerati:

		ALL'INTRADOSSO					
		N	Mlong	Mtrasv	Hlong	Htrasv	Mtorc
		kN	kNm	kNm	kN	kN	kNm
ENV GEO	SLU	1078	455	209	73	76	345
		829					
	SLVx	978	43	261	68	275	0
		681					
	SLVy	978	142	131	226	83	0
		681					
ENV STR	SLU	1120	455	211	73	74	345
		829					
	SLVx	978	43	261	68	275	0
		681					
	SLVy	978	142	131	226	83	0
		681					
	SLE-R	829	303	153	49	54	230
	SLE-F	829	182	140	29	48	138
SLE-QP	829	0	98	0	26	0	

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea		
Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

8 VERIFICHE

8.1 Verifiche Geotecniche

Si riporta la verifica a carico limite e a scorrimento sul piano di posa della fondazione per le combinazioni geotecniche agli SLU, i coefficienti amplificativi delle azioni sono posti pari a uno poiché le combinazioni dei carichi attraverso i rispettivi coefficienti sono state eseguite a monte:

LAVORO: FONDAZIONE SEGNALETICA SS284 - ADRANO PATERNO'

Verifica fondazione diretta rettangolare

tipo fondazione (1=nastriforme - 2=plinto)*	tip_fond		2
Profondità del piano di posa	D	m	1.00
Larghezza fondazione (dimensione minore)	B	m	4.00
Lunghezza fondazione (dimensione longitudinale)	L	m	4.50
inclinazione del piano di posa	β_f	deg	0.0
inclinazione del pendio	β_p	deg	0.0

Coefficienti parziali

Approccio	n.	terreno γ_M		resistenze γ_R	
		$\tan \phi'$	c'	Capacità portante	scorrimento
Approccio 1 - Combinazione 1 (A1+M1+R1)	1	1.00	1.00	1.00	1.00
Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R3)	2	1.25	1.25	1.80	1.10
Approccio 2 (A1+M1+R3)	3	1.00	1.00	2.30	1.10
Coefficienti parziali di progetto	3	1.00	1.00	2.30	1.10

Verifica alla rottura del terreno


Posizione della falda			Sovraccarico sul piano di posa della fondazione		
zw	m	30.00	Sovraccarico q	kPa	18.00

Caratteristiche geomeccaniche terreno di fondazione					
Valori caratteristici			Valori di calcolo		
c'_k	kPa	0.0	c'_d	kPa	0.0
ϕ'_k	deg	35.0	ϕ'_d	deg	35.0
γ'_k	kN/mc	18.0	γ'_d	kN/mc	18.0
				0.611	rad

Azioni sul piano di fondazione

Combinazione	P kN	Hb kN	HI kN	Mb kNm	MI kNm	Hris kN
SLU- Nmax	1078.0	76.0	73.0	209.0	455.0	105.4
SLU-Nmin	829.0	76.0	73.0	209.0	455.0	105.4
SLV X - Nmax	978.0	275.0	68.0	261.0	43.0	283.3
SLV X - Nmin	681.0	275.0	68.0	261.0	43.0	283.3
SLV Y - Nmax	978.0	83.0	226.0	131.0	142.0	240.8
SLV Y - Nmin	681.0	83.0	226.0	131.0	142.0	240.8

Larghezze efficaci					
Combinazione	eb (m)	eI (m)	B' (m)	L' (m)	Af (m2)
SLU- Nmax	0.19	0.42	3.61	3.66	13.21
SLU-Nmin	0.25	0.55	3.50	3.40	11.89
SLV X - Nmax	0.27	0.04	3.47	4.41	15.29
SLV X - Nmin	0.38	0.06	3.23	4.37	14.14
SLV Y - Nmax	0.13	0.15	3.73	4.21	15.71

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea		
Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

Fattori di capacità portante		fattori di rottura per punzonamento (Vesic)	
Nc	46.12	ψ_c	1.00
Nq	33.30	ψ_q	1.00
Ng	48.03	ψ_g	1.00

fattori di inclinazione del piano di posa		fattori di inclinazione del terreno	
bc	1.00	gc	1.00
bq	1.00	gq	1.00
bg	1.00	gg	1.00

fattori di forma				fattori di profondità				
Combinazione	sc	sq	sg	Combinazione	D/B'	dc	dq	dg
SLU- Nmax	1.71	1.69	0.60	SLU- Nmax	0.28	1.07	1.07	1.00
SLU-Nmin	1.74	1.72	0.59	SLU-Nmin	0.29	1.08	1.07	1.00
SLV X - Nmax	1.57	1.55	0.69	SLV X - Nmax	0.29	1.08	1.07	1.00
SLV X - Nmin	1.53	1.52	0.70	SLV X - Nmin	0.31	1.08	1.08	1.00
SLV Y - Nmax	1.64	1.62	0.65	SLV Y - Nmax	0.27	1.07	1.07	1.00

fattori di inclinazione del carico							
Combinazione	angolo θ	mt	ml	m	ic	iq	ig
SLU- Nmax	46.15	1.50	1.50	1.50	0.85	0.86	0.77
SLU-Nmin	46.15	1.49	1.51	1.50	0.81	0.82	0.71
SLV X - Nmax	76.11	1.56	1.44	1.55	0.58	0.59	0.42
SLV X - Nmin	76.11	1.57	1.43	1.57	0.41	0.43	0.25
SLV Y - Nmax	20.17	1.53	1.47	1.48	0.65	0.66	0.50

Verifica SLU al collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno						
Combinazione	Fcd kN	qlim kPa	Rck kN	Rcd kN	FS	Status
SLU- Nmax	1078	1660	21927	9533	8.84	OK!
SLU-Nmin	829	1535	18260	7939	9.58	OK!
SLV X - Nmax	978	1015	15529	6752	6.90	OK!
SLV X - Nmin	681	670	9478	4121	6.05	OK!
SLV Y - Nmax	978	1201	18862	8201	8.39	OK!

Verifica SLU al collasso per scorrimento sul piano di posa					
Combinazione	Fhd kN	Rhk kN	Rhd kN	FS	Status
SLU- Nmax	105	755	686	6.51	OK!
SLU-Nmin	105	580	528	5.01	OK!
SLV X - Nmax	283	685	623	2.20	OK!
SLV X - Nmin	283	477	433	1.53	OK!
SLV Y - Nmax	241	685	623	2.59	OK!

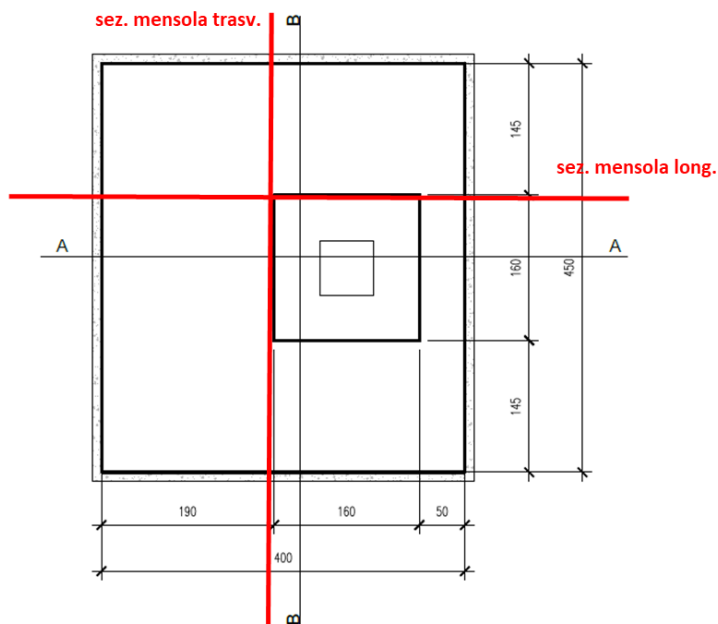
Le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

8.2 Verifiche Strutturali

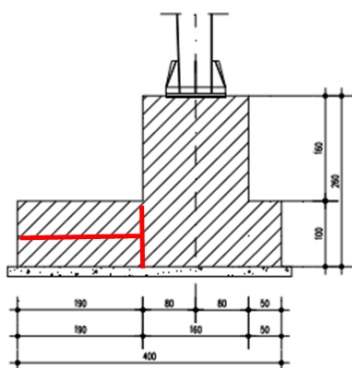
Il basamento viene verificato con uno schema semplificato a mensola nelle due direzioni longitudinali e trasversali, considerando la fondazione come incastrata in corrispondenza dello sbalzo trasversale di 1.90 m e quella longitudinale di 1.45m come mostrato in figura:

Pianta fondazione per bandiera (9.75 m)

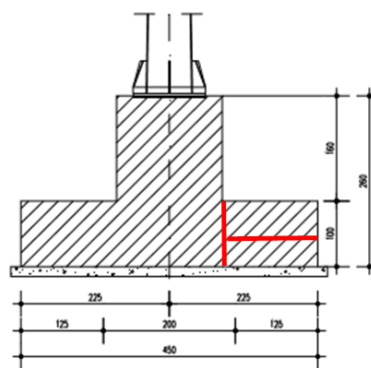
Scala 1:50



SEZIONE TRASVERSALE
SCALA 1:50



SEZIONE LONGITUDINALE
SCALA 1:50



Le mensole sono soggette alla pressione massima, uniformemente distribuita.

Tale schematizzazione semplificata risulta a favore di sicurezza, si riportano le pressioni massime e le relative sollecitazioni sulle sezioni di verifica delle mensole:

E_d	e_{long}	e_{trav}	verifica sez reagente	B^*	L^*	σ_{long}	σ_{trav}	$M_{mensola\ long}$	$M_{mensola\ trav}$	$V_{ed\ long}$	$V_{ed\ trav}$
	m	m		m	m	kPa	kPa	kNm	kNm	kN	kN
SLU	0.55	0.25	1.11	3.49	2.90	203	146	427	264	295	278
SLVx	0.06	0.38	0.66	4.00	4.50	58	76	121	137	83	145
SLVy	0.21	0.19	0.57	4.00	4.50	65	65	136	118	94	124
SLE-R	0.37	0.18	0.76	4.00	4.50	69	59	144	106		
SLE-F	0.22	0.17	0.54	4.00	4.50	60	58	125	104		
SLE-QP	0.00	0.12	0.18	4.00	4.50	46	54	97	98.0		

Le sollecitazioni massime nascono in combinazione agli SLU con sezione parzializzata.

La fondazione sara' armata con fi20/20 sia inferiormente che superiormente in entrambe le direzioni. Sara' inoltre disposta una armatura a taglio con spille fi10 40 cm x 40 cm.

Di seguito si riportano le verifiche a flessione in entrambe le direzioni:

- **Mensola trasversale:**

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: mensola_trasv

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\2 - PA712_SS284 Adrano Paternò\07-Rel\STR\Opere d'arte minorilFondazione_segnaleticalmensola_trasv.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resis. compr. di calcolo fcd: 14.160 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 150.00 daN/cm²
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.400 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.00 Mpa
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	8.0	20
2	40.0	8.0	20
3	-40.0	92.0	20
4	40.0	92.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	20
2	3	4	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	264.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

PA-712

Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	106.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	104.00 (469.23)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	98.00 (469.23)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1 15.7(14.1)	S	0.00	527.00	0.00	0.00	556.98	0.00	2.110	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

PA-712

Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica

ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01825	-50.0	100.0	-0.00056	-40.0	92.0	-0.04319	-40.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000507513	-0.047251311	0.075	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.23	-50.0	100.0	-78.6	20.0	8.0	2073	15.7	20.0	1.00


COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.21	50.0	100.0	-77.1	20.0	8.0	2073	15.7	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$\Psi = 1 - \beta_{12} \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My
fess												

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

1 S -0.6 0 0.125 20 70 -19.356 0.00015 (0.00015) 312 0.082 (0.40) 469.23
0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.14	-50.0	100.0	-72.6	20.0	8.0	2073	15.7	20.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb. fess	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My
1 0.00	S	-0.5	0	0.125	20	70	-10.463	0.00015 (0.00015)	312	0.077 (0.30)	469.23	

- **Mensola Longitudinale:**

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.


NOME SEZIONE: mensola_long

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\2 - PA712_SS284 Adrano Paternò\07-Rel\STR\Opere d'arte minori\Fondazione_segnaletica\mensola_long.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di calcolo fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	20
2	40.0	6.0	20
3	-40.0	94.0	20
4	40.0	94.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	20
2	3	4	3	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My	Vy	Vx
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	427.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

1 0.00 144.00 0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	125.00 (473.38)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	97.00 (473.38)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.0 cm


METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1 15.7(14.1)	S	0.00	540.89	0.00	0.00	564.68	0.00	1.322	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea		
Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02252	-50.0	100.0	-0.00014	-40.0	94.0	-0.05356	-40.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000607070	-0.057206987	0.061	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.59	-50.0	100.0	-104.0	20.0	6.0	1873	15.7	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE


N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.38	50.0	100.0	-90.3	20.0	6.0	1873	15.7	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb. fess	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess My
1 0.00	S	-0.7	0	0.125	20	50	-13.342	0.00018 (0.00018)	259	0.080 (0.40)	473.38

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	


1 S 1.07 -50.0 100.0 -70.1 20.0 6.0 1873 15.7 20.0 0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb. fess	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess My
1 0.00	S	-0.5	0	0.125	20	50	-10.908	0.00014 (0.00014)	259	0.062 (0.30)	473.38

Le verifiche a flessione risultano soddisfatte.


Si riportano, infine, le verifiche a taglio per le sezioni di calcolo:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica	

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	SEZIONE FONDAZIONE LONG	SEZIONE FONDAZIONE TRASV
Taglio di calcolo	V_{Ed}	kN	295.0	278.0
Dati				
Resistenza a compressione cubica caratteristica	R_{ck}	Mpa	30	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	f _{ck}	Mpa	24.9	24.9
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	f _{cd}	Mpa	14.1	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	f _{yk}	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	f _{ywd}	Mpa	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione				
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	1.00	1.00
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00
Area calcestruzzo	A _c	m ²	1.00	1.00
Larghezza anima	b _w	m	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.060	0.080
altezza utile della sezione	d	m	0.94	0.92
Compressione agente nella sezione				
Sforzo normale di calcolo	N_{Ed}	kN	0.0	0.0
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio				
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	3979.0	3894.4
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	f _{sw}	mm	10	10
passo staffe	s _{cp}	m	0.40	0.40
numero di bracci	n _b		2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)	A _{sw}	mmq	196	196
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0	0
coefficiente alpha	α_c		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	406.3	397.6
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	2058.0	2014.2
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	406.3	397.6
<i>Coefficiente di Sicurezza a Taglio</i>	<i>V_{rd}/V_{ed}</i>		<i>1.38</i>	<i>1.43</i>

L'armatura a taglio nella fondazione prevede una maglia di spille fi10 40x40, le verifiche risultano soddisfatte.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<i>Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica</i>	

9 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)

9.1 Tipo di analisi svolte

Le verifiche per il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo della fondazione viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle azioni
- Calcolo delle sollecitazioni della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui le opere saranno soggette.

9.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Verifiche di elementi in c.a.

Software: RC-SEC

Produttore: GeoStru

Licenza: Via Ingegneria srl – numero 6VJOK-MNXPY-ZPAS2-REJKU.

9.3 Affidabilità dei codici di calcolo


Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

9.4 Modalità di presentazione dei risultati

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

9.5 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Relazione tecnica di calcolo delle fondazioni della segnaletica</i>	

9.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.