

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO

dott.ing. **ROBERTO BOSETTI**

INSCRIZIONE ALBO N° 1027

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
dott. ing. Roberto Bosetti

autostrada del brennero

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DELLA TERZA CORSIA NEL TRATTO COMPRESO
TRA VERONA NORD (KM 223) E L'INTERSEZIONE
CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

A1	LOTTO 2 - dal km 223+100 al km 230+717
4.20.25	INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE Sottopasso F.S. Verona-Mantova (pr km 230+163) Relazioni di calcolo Spalla SB - lato Modena

0	MAR. 2021	EMISSIONE	POLUZZI	M. ZINI	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO: LUGLIO 2009			DIREZIONE TECNICA GENERALE		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA: 
NUMERO PROGETTO: 31/09					

INDICE

1	PREMESSA	10
1.1	ASPETTI GENERALI	10
1.2	METODO DI CALCOLO	13
1.2.1	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	13
1.2.2	COMBINAZIONI DI CARICO	17
1.2.3	SISTEMA DI VINCOLAMENTO	20
1.2.4	VALUTAZIONE DELLE SPINTE DEL TERRENO	20
1.2.5	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	21
1.3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	21
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	22
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	23
3.1	TABELLA RIASSUNTIVA CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA UNI EN 206-1	23
3.2	PARAMETRI DI IDENTIFICAZIONE PER LA VERIFICA A FESSURAZIONE	24
3.3	CALCESTRUZZO PER MAGRONE	25
3.4	CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE	25
3.5	CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE	25
3.6	CALCESTRUZZO PER OPERE DI ELEVAZIONE	26
3.7	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	26
3.8	ACCIAIO PER ARMATURA DA PRECOMPRESSIONE	26
3.9	MALTA DI INIEZIONE TIRANTI	26
3.10	COPRIFERRI	27
4	CODICI DI CALCOLO	28
5	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	29
6	CALCOLO DELLA STRUTTURA	31
6.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA	31
6.1.1	SPALLA	31
6.1.2	IMPALCATO	32
6.1.3	CONVENZIONI SUI SEGNI	36
6.2	DATI PER ANALISI SISMICA	37
6.3	ELENCO DATI	37
6.3.1	DATI RELATIVI ALLE TRAVI	37

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO	FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		AI_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX	3 DI 380
6.3.2	DATI RELATIVI ALLA SOLETTA, ALLA PAVIMENTAZIONE ED ALLE FINITURE		37
6.3.3	DATI RELATIVI AI CARICHI MOBILI		38
6.3.4	DATI RELATIVI ALLE AZIONI SISMICHE		39
6.3.5	DATI RELATIVI AGLI APPOGGI ED ALLA CURVATURA IMPALCATO		39
6.3.6	DATI RELATIVI AI BAGGIOLI		40
6.3.7	DATI RELATIVI ALLA SPALLA		40
6.3.8	DATI RELATIVI ALLA PLATEA DI FONDAZIONE		41
6.3.9	DATI RELATIVI AL TERRENO		41
6.3.10	DATI RELATIVI ALLA PALIFICATA DI FONDAZIONE		41
6.4	CASI DI CARICO E COMBINAZIONI		43
6.4.1	CARICHI ELEMENTARI		43
6.4.2	COMBINAZIONI DI CARICO		45
6.5	AZIONI		49
6.5.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO		49
6.5.2	AZIONI RELATIVE ALLA SPALLA		50
6.5.2.1	Peso proprio		50
6.5.2.2	Spinta delle terre		50
6.5.2.2.1	Spinta Del Terreno Di Monte		50
6.5.2.2.2	Spinta Relativa Del Sovraccarico Sul Terrapieno		50
6.5.2.2.3	Spinta Relativa Al Terreno Di Valle		53
6.5.2.2.4	Carico Sulla Platea Fondazione		53
6.5.2.3	Azione del vento		53
6.5.2.4	Azione sismica		53
6.5.2.4.1	Azioni Inerziali		53
6.5.2.4.2	Spinta Terre		54
7	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI		56
7.1	PARAGHIAIA		57
7.1.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PARAGHIAIA		58
7.1.2	ARMATURA ADOTTATA PER LE VERIFICHE		58
7.1.2.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 1 (armatura orizzontale)		59
7.1.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 2 (armatura verticale)		59
7.1.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		60
7.1.2.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		66
7.1.2.5	Verifica a taglio		66
7.2	MURI DI RISVOLTO		68
7.2.1	NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO SINISTRO		68

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO	FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		AI_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX	4 DI 380
7.2.2	ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO SINISTRO		68
7.2.3	VERIFICHE RISVOLTO SINISTRO		69
7.2.3.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 1 (armatura orizzontale)		69
7.2.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 2 (armatura verticale)		69
7.2.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		70
7.2.3.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		76
7.2.4	NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO DESTRO		77
7.2.5	ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO DESTRO		77
7.2.5.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 1 (armatura orizzontale)		78
7.2.5.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 2 (armatura verticale)		78
7.2.5.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		79
7.2.5.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		85
7.2.6	VERIFICA A TAGLIO RISVOLTI		85
7.3	PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA		87
7.3.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA		87
7.3.2	ELEMENTI LONGITUDINALI – S3.1		87
7.3.2.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S3.1		87
7.3.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		88
7.3.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		88
7.3.2.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		93
7.3.3	ELEMENTI TRASVERSALI – S3.2		93
7.3.3.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S3.2		93
7.3.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		94
7.3.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		94
7.3.3.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		99
7.4	VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO		100
7.4.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO		100
7.4.2	ELEMENTI LONGITUDINALI - S1.3		100
7.4.2.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.3		100
7.4.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		101
7.4.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		101
7.4.2.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		106
7.4.3	ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.4		106
7.4.3.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.4		106
7.4.4	ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.5		107

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO	FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		AI_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX	5 DI 380
7.4.4.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.5		107
7.4.4.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		108
7.4.4.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		108
7.4.4.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		112
7.4.5	ELEMENTI TRASVERSALI – S1.1		113
7.4.5.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.1		113
7.4.5.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		113
7.4.5.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		114
7.4.5.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		118
7.4.6	ELEMENTI TRASVERSALI – S1.2		119
7.4.6.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.2		119
7.4.6.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		119
7.4.6.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		120
7.4.6.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		124
7.5	VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO DESTRO		125
7.5.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO DESTRO		125
7.5.2	ELEMENTI LONGITUDINALI – S2.3		125
7.5.2.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S2.3		125
7.5.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		126
7.5.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		126
7.5.2.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		131
7.5.3	ELEMENTI TRASVERSALI – S2.1		131
7.5.3.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S2.1		131
7.5.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		132
7.5.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		132
7.5.3.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		137
7.5.4	ELEMENTI TRASVERSALI – S2.2		137
7.5.4.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S2.2		137
7.5.4.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		138
7.5.4.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		138
7.5.4.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		143
7.5.5	VERIFICA A PUNZONAMENTO DELLA PLATEA		144
7.6	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE		146
7.6.1	NUMERAZIONE ELEMENTI DEI PALI DI FONDAZIONE		146
7.6.2	PALI DI FONDAZIONE DEL PARAGHIAIA		148
7.6.2.1	Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione		148
7.6.2.2	Geometria adottata per le verifiche		149
7.6.2.3	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		150
7.6.2.4	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo		151
7.6.2.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3 a -13m		157

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO	FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		AI_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX	6 DI 380
7.6.2.6	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -13 a piede palo		163
7.6.2.7	Verifiche in campo elastico (sisma)		169
7.6.2.8	Verifiche a taglio		170
7.6.3	PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI – ARMATURA PALO TIPICO		172
7.6.3.1	Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione		172
7.6.3.2	Geometria adottata per le verifiche		172
7.6.3.3	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		173
7.6.3.4	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo		175
7.6.3.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3m a -12m		181
7.6.3.6	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -12m a piede palo		187
7.6.3.7	Verifiche in campo elastico (sisma)		192
7.6.3.8	Verifiche a taglio		194
7.6.4	PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI – ARMATURA PALI N° 7-8-9-34-35		195
7.6.4.1	Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione		195
7.6.4.2	Geometria adottata per le verifiche		196
7.6.4.3	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		197
7.6.4.4	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo		198
7.6.4.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3m a -12m		204
7.6.4.6	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -12m a piede palo		210
7.6.4.7	Verifiche in campo elastico (sisma)		216
7.6.4.8	Verifiche a taglio		217
7.6.5	VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE DEI PALI		218
7.6.5.1	Pali dei risvolti		219
7.6.5.2	Pali del fusto		229
7.6.6	VERIFICA CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI		238
7.7	VERIFICHE TIRANTI SU MURO DI RISVOLTO SUD IN PROGETTO		241
7.7.1	DATI INIZIALI DI PROGETTAZIONE		241
7.7.2	CALCOLO LUNGHEZZA LIBERA		242
7.7.3	CALCOLO LUNGHEZZA DI FONDAZIONE		243
7.7.4	GERARCHIA DELLE RESISTENZE		244
7.7.5	VERIFICA TRAVE DI CORREA		245
7.7.6	RIASSUNTO PROGETTO TIRANTI		248
7.8	VERIFICHE TIRANTI A SUPPORTO DEI RISVOLTI ESISTENTI		249
7.8.1	CALCOLO DEL TIRO MASSIMO		249
7.8.2	DATI INIZIALI DI PROGETTAZIONE		249
7.8.3	CALCOLO LUNGHEZZA LIBERA		251
7.8.4	CALCOLO LUNGHEZZA DI FONDAZIONE		252
7.8.5	RESISTENZA DELL'ACCIAIO		253
7.8.6	GERARCHIA DELLE RESISTENZE		254

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO	FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX	7 DI 380
7.8.7	VERIFICA TRAVE DI CORREA		254
7.8.8	RIASSUNTO PROGETTO TIRANTI		258
8	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI – FASE TRANSITORIA		259
8.1	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA		260
8.2	SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA		260
8.2.1	CONVENZIONI SUI SEGNI		261
8.2.2	ELENCO DATI		262
8.2.3	AZIONI		262
8.3	PARAGHIAIA		263
8.4	MURO DI RISVOLTO SINISTRO		264
8.4.1	NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO SINISTRO		264
8.4.2	ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO SINISTRO		264
8.4.3	VERIFICHE RISVOLTO SINISTRO		265
8.4.3.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 1 (armatura orizzontale)		265
8.4.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 2 (armatura verticale)		265
8.4.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		266
8.4.4	VERIFICA A TAGLIO RISVOLTO SINISTRO		272
8.5	PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA		273
8.5.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA		273
8.5.2	ELEMENTI LONGITUDINALI – S3.1		273
8.5.2.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S3.1		273
8.5.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		274
8.5.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		274
8.5.3	ELEMENTI TRASVERSALI – S3.2		279
8.5.3.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S3.2		279
8.5.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		279
8.5.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		280
8.6	VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO		285
8.6.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO		285
8.6.2	ELEMENTI LONGITUDINALI - S1.3		285
8.6.2.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.3		285
8.6.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		286
8.6.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		286

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO	FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		AI_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX	8 DI 380
8.6.3	ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.4		291
8.6.3.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.4		291
8.6.4	ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.5		292
8.6.4.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.5		292
8.6.4.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		292
8.6.4.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		293
8.6.5	ELEMENTI TRASVERSALI – S1.1		297
8.6.5.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.1		297
8.6.5.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		298
8.6.5.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		298
8.6.6	ELEMENTI TRASVERSALI – S1.2		303
8.6.6.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.2		303
8.6.6.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		304
8.6.6.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		304
8.7	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE		309
8.7.1	NUMERAZIONE ELEMENTI DEI PALI DI FONDAZIONE		309
8.7.2	PALI DI FONDAZIONE DEL PARAGHIAIA		310
8.7.2.1	Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione		310
8.7.2.2	Geometria adottata per le verifiche		311
8.7.2.3	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		312
8.7.2.4	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo		313
8.7.2.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3 a -13m		319
8.7.2.6	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -13 a piede palo		325
8.7.2.7	Verifiche a taglio		331
8.7.3	PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI – ARMATURA PALO TIPICO		333
8.7.3.1	Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione		333
8.7.3.2	Geometria adottata per le verifiche		333
8.7.3.3	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		334
8.7.3.4	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo		336
8.7.3.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3m a -12m		342
8.7.3.6	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -12m a piede palo		347
8.7.3.7	Verifiche a taglio		353
8.7.4	PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI – ARMATURA PALI N° 7-8-9-34-35		354
8.7.4.1	Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione		354
8.7.4.2	Geometria adottata per le verifiche		355
8.7.4.3	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione		356
8.7.4.4	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo		357
8.7.4.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3m a -12m		363
8.7.4.6	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -12m a piede palo		369
8.7.4.7	Verifiche a taglio		375
8.7.5	VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE DEI PALI		377
8.7.5.1	Pali dei risvolti		377
8.7.5.2	Pali del fusto		377

8.7.6 VERIFICA CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI**377**

1 PREMESSA

1.1 ASPETTI GENERALI

Nell'ambito del progetto esecutivo di adeguamento del tracciato A22 tra lo svincolo di Verona Nord (km 225+372) ed il sovrappasso della linea ferroviaria Verona-Mantova (km 230+163) è previsto l'intervento di allargamento del tratto autostradale in prossimità del ponte sulla linea Ferroviaria VERONA-MANTOVA.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 si è avuta una revisione dei carichi accidentali e degli oneri connessi alla sismica (oneri assenti all'atto della costruzione originale del manufatto); parallelamente la diffusa situazione di degrado dei materiali suggerisce la sostituzione integrale di impalcato e pile, mentre le spalle saranno sede di rinforzi ed allargamenti. Il tutto nel rispetto dei vincoli di quote connessi al profilo dell'Autostrada e della sottopassante linea Ferroviaria.

Il ponte attualmente presenta tre campate in quanto la linea è affiancata da viabilità laterali di diversa importanza, a carreggiate separate per le due vie di corsa Nord e Sud. La demolizione è prevista in più fasi quasi tutte da effettuarsi in ore notturne e in concomitanza a sospensione del traffico e a "tolta corrente" da concordarsi con RFI: le fasi sono essenzialmente il sezionamento longitudinale dell'impalcato in gruppi di travi (solitamente due) per procedere poi alla rimozione di tali gruppi in una o più notti.

Il viadotto in progetto è a due carreggiate separate ed è costituito da 3 campate: le luci delle campate lungo l'asse tracciamento, dalla spalla A alla spalla B, misurano rispettivamente 16.60m, 23.10m e 16.60m. Il viadotto sovrappassa la linea Ferroviaria Verona-Mantova con la campata 2 tra la pila 1 e la pila 2 ed il franco garantito al di sotto di tale campata non viene ridotto rispetto allo stato attuale.

L'allargamento del cavalcavia comporta fasi realizzative coordinate con gli interventi sulle altre opere del tratto in oggetto, durante le quali deve essere mantenuto il traffico e data l'importanza strategica della strada in cui si colloca il sovrappasso si rende necessario garantire un minimo di n.2 corsie per senso di marcia: tali fasi sono descritte esplicitamente nella "Relazione Tecnica Illustrativa" nell'apposito paragrafo.

Si prevede che l'impalcato sia giuntato longitudinalmente in mezzzeria, suddividendo le due carreggiate dell'autostrada a differente senso di marcia: una diretta verso Trento e una diretta verso Modena. Le due sedi stradali, lato Trento e lato Modena, possiedono ciascuna una larghezza di 15.38m e sono affiancate da un cordolo interno di 0.9m mentre il cordolo esterno è pari a 0.55m quello lato Trento e 1.2m quello lato Modena. L'ingombro complessivo, considerando un giunto di 0.14m fra le due parti d'impalcato, è di 34.45m. Sui cordoli laterali interni si prevede il posizionamento di adeguate barriere di sicurezza mentre sui cordoli esterni si è condotto il calcolo considerando barriere antirumore integrate. Trattandosi queste ultime di barriere più alte e che determinano quindi un'azione da vento di maggiore entità, si riterrà automaticamente soddisfatta l'eventuale ipotesi di installazione di normali barriere di sicurezza.

L'impalcato è costituito da 12 travi in acciaio e una soletta in c.a. di 0.30m di spessore. Per il contenimento del getto della soletta si prevede la posa di lastre predalles, con coppella di spessore 0.06m.

Le spalle del ponte (Spalle A e B) prevedono ciascuna: due fondazioni laterali a quota più bassa per le pareti di risvolto e una fondazione centrale a quota più elevata per il paraghiaia. Le fondazioni laterali sono costituite da una platea di spessore pari a 1.5m fondata su pali di diametro $\phi=1000\text{mm}$ e lunghezza pari a 20m; la fondazione centrale prevede ancora una platea di 1.5m di spessore fondata su pali $\phi=1000\text{mm}$ e lunghezza pari a 25m. Le pareti dei risvolti hanno spessore 0.8m mentre il paraghiaia ha spessore 0.5m.

La struttura esistente verrà demolita ove interferente con quella in progetto (si vedano gli elaborati grafici di progetto) e manterrà una sua indipendenza strutturale. Si prevedono opportuni collegamenti locali con il puro scopo di confinamento del terreno.

Con riferimento alla “Relazione di Calcolo apparecchi di appoggio e giunti”, per il viadotto in esame il sistema di vincolamento previsto è sintetizzato di seguito.

Si prevede che le spalle siano sede di isolatori in gomma ad alta dissipazione di energia (HDRB). Le pile sono dotate di dispositivi mobili in direzione longitudinale e fissi trasversalmente. Il significato delle denominazioni dei dispositivi sono dettagliatamente spiegati nella suddetta relazione.

Nel presente documento verrà affrontato il calcolo delle sollecitazioni trasmesse e le corrispondenti verifiche delle strutture costituenti la Spalla lato Modena (Spalla B).

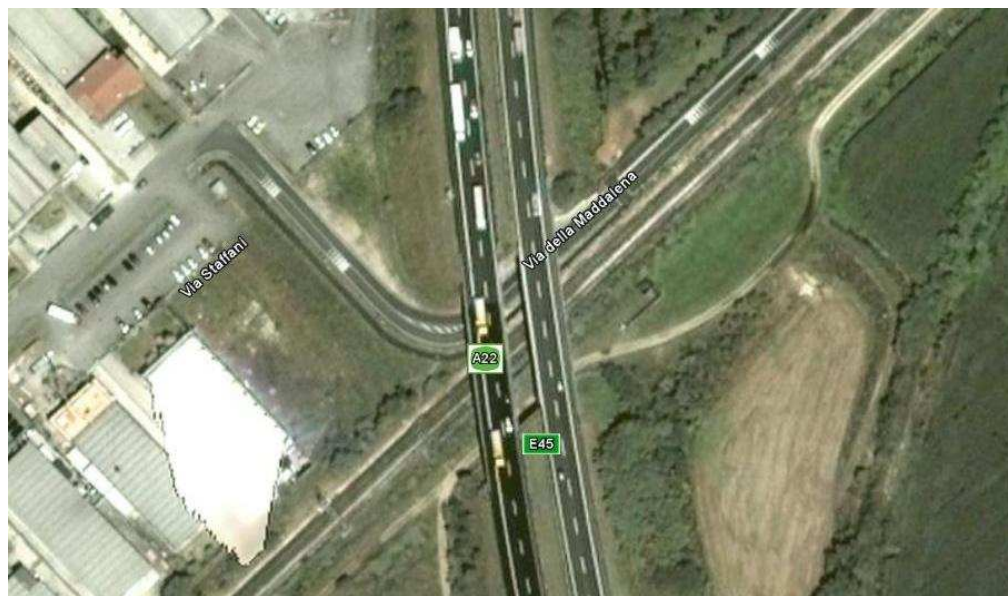


Figura 1.1 Vista planimetrica stato di fatto

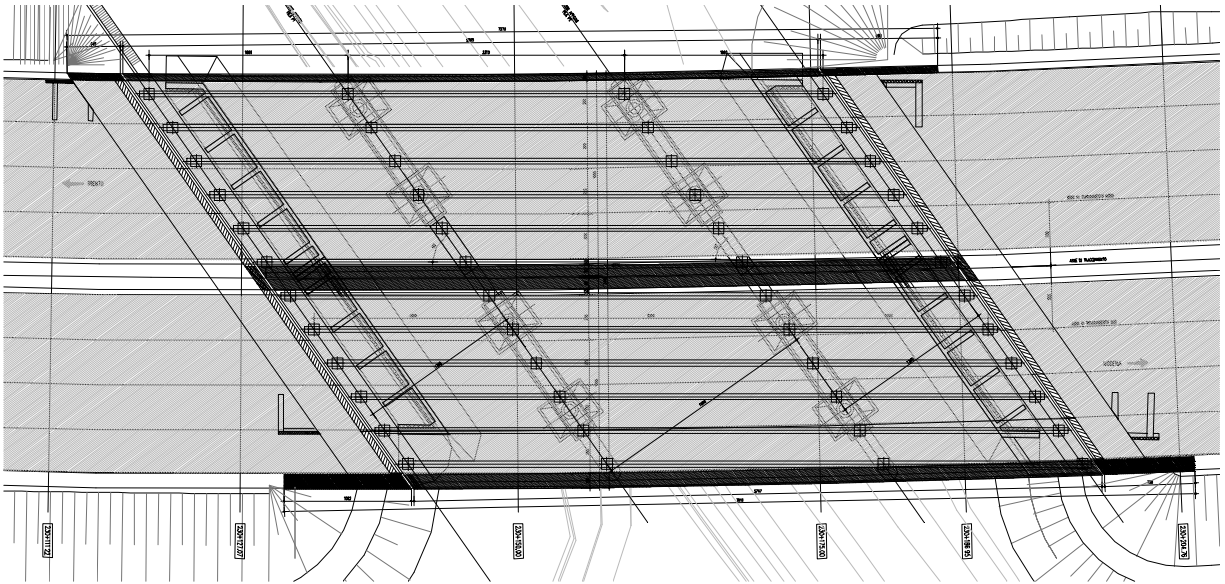


Figura 1.2 Pianta impalcato

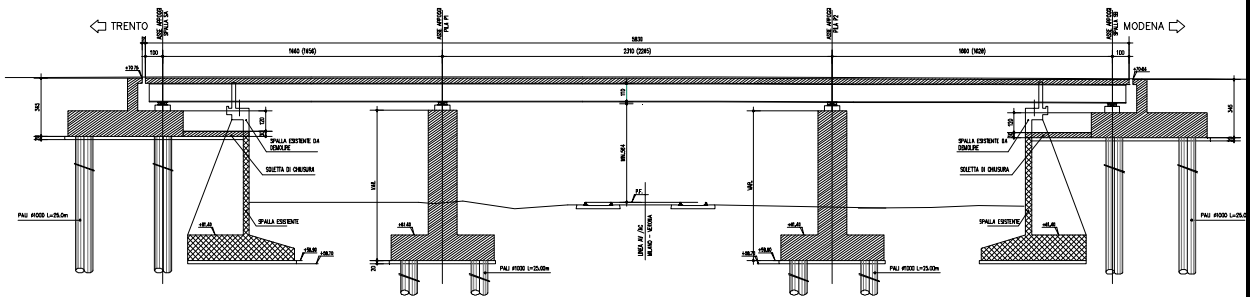


Figura 1.3 Sezione longitudinale

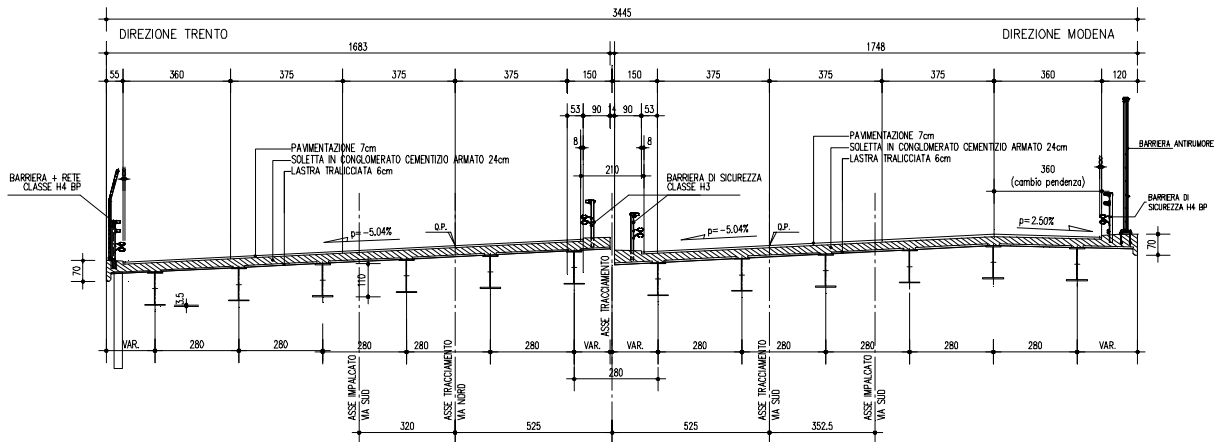


Figura 1.4 Sezione trasversale

1.2 METODO DI CALCOLO

La sicurezza strutturale è verificata tramite il metodo semiprobabilistico agli stati limite, applicando il DM14/01/2008 “Norme Tecniche per le costruzioni” e relative Istruzioni.

In particolare viene verificata la sicurezza sia nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) sia nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).

1.2.1 CRITERI E DEFINIZIONE DELL’AZIONE SISMICA

L’effetto dell’azione sismica di progetto sull’opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;

nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di Danno (SLD) s’intende che l’opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, come riportato al § 4.1.2.2.5.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l’opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidezza) nei confronti delle azioni verticali.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l’opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l’opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l’esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

IMPALCATO

Per quanto riguarda l’azione sismica, i suoi effetti sull’impalcato vanno valutati a ponte “scarico” (per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_2 = 0$, come si desume dal punto 3.2.4 e Tab.5.1.VI delle NTC, data la scarsa probabilità di avere la contemporaneità dei due eventi).

I risultati relativi alla combinazione sismica non vengono riportati, essendo per l'impalcato più severa la condizione sotto l'azione dei carichi da traffico.

PILE E SPALLE

Nel paragrafo § 7.9 della NTC2008, specifico per i ponti, si legge: *“La struttura del ponte deve essere concepita e dimensionata in modo tale che sotto l'azione sismica di progetto per lo SLV essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile, nel quale la dissipazione sia limitata alle spalle o ad appositi apparecchi dissipativi”....“Gli elementi ai quali non viene richiesta capacità dissipativa e devono, quindi, mantenere un comportamento sostanzialmente elastico sono: l'impalcato, gli apparecchi di appoggio, le strutture di fondazione ed il terreno da esse interessato, le spalle se sostengono l'impalcato attraverso appoggi mobili o deformabili. A tal fine si adotta il criterio della “gerarchia delle resistenze”...”.*

Essendo le pile e le palle sede di dispositivi elastomerici, secondo quanto prescritto dalla normativa vigente (punto § 7.10.2), la sottostruttura deve mantenersi in campo elastico: a tal riguardo quindi, nel calcolo allo SLV, vengono eseguite le verifiche alle tensioni di esercizio (§ 4.1.2.2.5), assumendo come limite delle tensioni di esercizio quelle adottate per la combinazione caratteristica (rara). Tale condizione inoltre, in accordo al punto § 7.10.6.1., consente di ritenere soddisfatte anche le verifiche nei confronti dello SLD.

DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni.

La classe d'uso assunta è la IV ($C_u = 2.0$)

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 200 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(\text{SLV}) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni, vale:

$$T_R(\text{SLV}) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1898 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma, è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria C, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

L'opera ricade all'incirca alla Latitudine di 45°23'17,19 N e Longitudine 10°54'30.39 E, ad una quota di circa 61 m.s.m..

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g, F₀, T_C^{*}) per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita sono riportati di seguito:

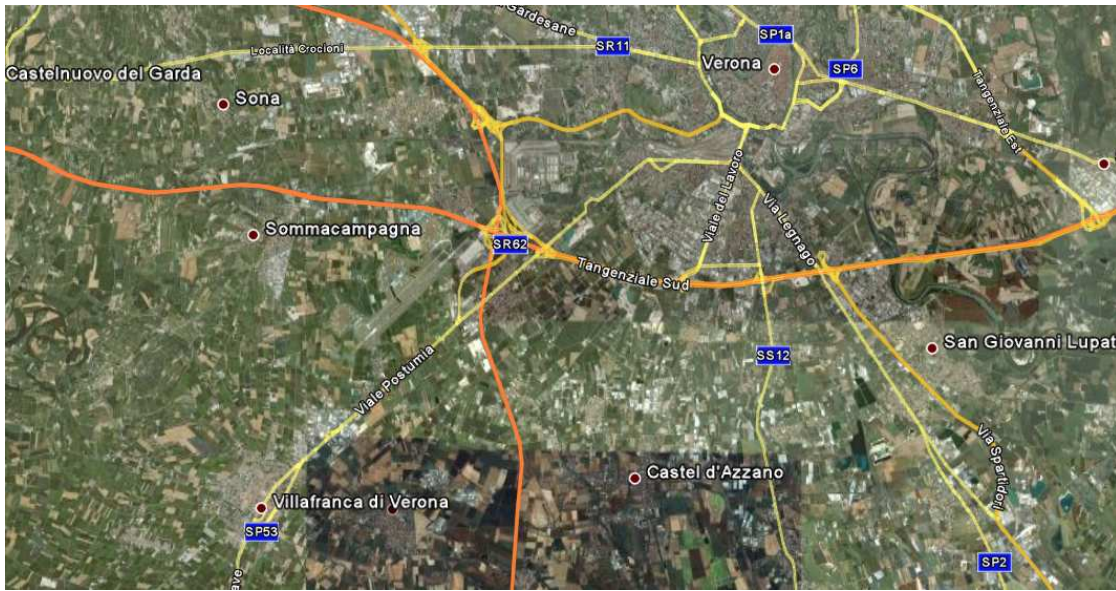


Figura 1.5 Tratto adeguamento del tracciato A22

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATTITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta →

Variabilità dei parametri →

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri →

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle posì individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito

Figura 1.6 Individuazione coordinate Verona

Valori dei parametri a_g, F₀, T_C^{*} per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL sono:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0.083	2.461	0.263
SLD	201	0.106	2.421	0.270
SLV	1898	0.251	2.407	0.286
SLC	2475	0.277	2.381	0.290

Per le pile il calcolo viene eseguito con il metodo dell'analisi statica equivalente applicando un fattore di struttura $q=1.0$, come prescritto da normativa cap.7.10.

Per le spalle il calcolo viene eseguito con il metodo dell'analisi statica equivalente, applicando come prescritto da normativa un'accelerazione pari ad $a_g S$.

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "B".

Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafico risulta:

$$S_S (SLV) \Rightarrow 1.158$$

$$S_T (SLV) \Rightarrow 1.000$$

L'accelerazione massima è valutata con la relazione

$$a_{\max}(SLV) = S \cdot a_g = S_S * S_T * a_g = 1.158 * 0.251 = 0.291 \text{ g}$$

Le spinte delle terre sono calcolate mediante la formula di Mononobe e Okabe.

1.2.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al . 5.1.3.12 e 2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

I carichi variabili sono stati suddivisi in carichi da traffico, vento e resistenza passiva dei vincoli; di conseguenza, le combinazioni sono state generate assumendo alternativamente ciascuno dei tre suddetti carichi come azione variabile di base.

Fra i carichi variabili si distinguono:

Q	carichi da traffico
Q _T	azioni termiche
Q _w	azione del vento

Inoltre, come indicato nella tabella 5.1.IV, sono stati identificati tre gruppi di azioni caratteristiche, corrispondenti rispettivamente ai carichi verticali, alla forza di frenamento e alla forza centrifuga.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

1) – Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

2) – Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

3) – Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

4) – Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

5) – Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

6) – Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G₂.

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO): collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- SLU di tipo strutturale (STR): raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni, Tabella 6.2.II per i parametri del terreno, e Tabella 6.4.II e 6.4.IV per i parametri di resistenza per le opere di sostegno su fondazioni profonde (pali).

OPERE DI FONDAZIONE – FONDAZIONI SU PALI (CAP.6.4.3)

Approccio 1

(A1+M1+R1)

(verifica struttura)

(A2+M1+R2)

(verifica geotecnica)

Relativamente ai tiranti si farà riferimento ai seguenti parametri:

TIRANTI DI ANCORAGGIO (CAP.6.6)

(A1+M1+R3)

(dimensionamento geotecnico)

Tabella 6.2.I/5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.35	1.35	1.15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.00 ⁽³⁾	1.00 ⁽⁴⁾	1.00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.20	1.20	1.00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno: altrimenti si applicano i valori GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1.30 per instabilità in strutture con precompressione esterna.

⁽⁴⁾ 1.20 per effetti locali

Tabella 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	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.00	1.00

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_k da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

$$R_{c,\lambda} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad (6.2.10)$$

$$R_{t,\lambda} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad (6.2.11)$$

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Per la verifica di portanza dei **tiranti** si fa riferimento a quanto indicato nelle tabelle seguenti

Tabella 6.6.I – Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	γ_R	
Temporanei	$\gamma_{R_{e,\lambda}}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{R_{a,p}}$	1,2

Tabella 6.6.III: Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine.

numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
$\xi_{a,3}$	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
$\xi_{a,4}$	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

1A) STR) $\Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$
 \Rightarrow (terreno non defattorizzato e spinta a riposo)

$$1B) \text{ GEO)} \Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

⇒ (terreno non defattorizzato e spinta a riposo)

$$6) \text{ Eccezionale)} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio si definiscono le seguenti combinazioni:

$$2) \text{ Rara)} \Rightarrow G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$3) \text{ Frequente)} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

$$4) \text{ Quasi permanente)} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione sono le seguenti:

$$5A) \text{ STR)} \Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

⇒ (terreno non defattorizzato e spinta attiva)

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

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 2.5.I della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere stradali, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$ (condizione cautelativa). Data la natura dell'opera in progetto, così come previsto dalla norma, si assume $\psi_{2i} = 0.00$.

1.2.3 SISTEMA DI VINCOLAMENTO

PILE E SPALLE

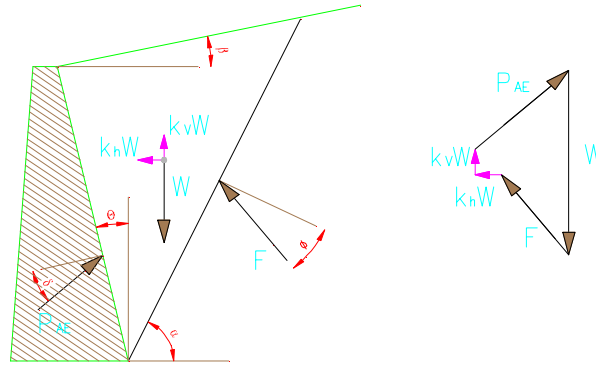
Il calcolo svolto nella condizione sismica è un'analisi statica equivalente, secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento. Tale analisi è dipendente dalle caratteristiche dei dispositivi di isolamento ed in particolare dal valore della rigidezza orizzontale e dal coefficiente di smorzamento equivalente.

Le caratteristiche dei dispositivi ed in particolare i valori delle rigidezze orizzontali vengono considerate nel calcolo delle sollecitazioni degli elementi di sostegno dell'opera in condizioni sismiche in un'analisi di tipo statico equivalente al fine della valutazione delle azioni sismiche ed in condizioni di esercizio per la ripartizione delle forze orizzontali tra i diversi elementi di sostegno.

Le caratteristiche dei dispositivi di appoggio ed isolamento utilizzati per l'opera in oggetto, già descritte nella premessa, consentono la trasmissione delle azioni derivanti dall'impalcato proporzionalmente alle rigidezze a pile e spalle.

1.2.4 VALUTAZIONE DELLE SPINTE DEL TERRENO

Il calcolo delle spinte del terreno (per le strutture di sostegno – spalle) verrà svolto considerando uno schema di “spinta a riposo” in condizioni di esercizio. In condizioni sismiche, invece, si considererà lo schema di spinta attiva con incremento dinamico secondo l'approccio di Mononobe-Okabe.



$$E_d = 1/2 \gamma^* (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws}$$

H : altezza del muro

E_{ws} : spinta idrostatica

γ^* : peso specifico del terreno

K : coefficiente di spinta del terreno (statico+dinamico)

$$\psi = \arctan (k_h / (1 \pm k_v)) =$$

$$k_{AE} = \frac{[\cos^2 (\phi - \theta - \psi)]}{[\cos \psi^* \cos^2 \theta * \cos(\delta + \theta + \psi)^* (1 + ((\sin(\delta + \phi) * \sin(\phi - \beta - \psi) / \cos(\delta + \theta + \psi) / \cos(\beta - \theta))^{1/2})^2]}$$

$$\Delta e_d = P_{AE(k_v)} - S_a$$

1.2.5 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Le verifiche degli elementi strutturali verranno svolte secondo quanto prescritto dalla normative in vigore (DM 14/01/2008); i limiti tensionali massimi assunti sono riportati nel paragrafo specifico relativo alle caratteristiche dei materiali.

Per la tipologia di vincolamento assunto (isolatori elastomerici) in condizioni sismiche le “sottostrutture” devono rimanere in campo elastico; si sono quindi effettuate le seguenti verifiche: allo stato limite ultimo per le condizioni di esercizio e di controllo del mantenimento del comportamento elastico dei materiali per le condizioni sismiche, nonché le verifiche a fessurazione per lo stato limite di esercizio.

1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La presente relazione è inscindibile dagli elaborate grafici e dai seguenti documenti:

	A1_4_20_2_1	Relazione di Calcolo Impalcato
A1_4_20_2_2		Relazione di Calcolo Soletta
A1_4_20_2_3		Relazione di Calcolo apparecchi di Appoggio e Giunti
A1_4_20_2_4		Relazione di Calcolo Spalla SA - Lato Trento
A1_4_20_2_5		Relazione di Calcolo Spalla SB - Lato Modena
A1_4_20_2_6		Relazione di Calcolo Pile

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sviluppati nel seguito sono svolti secondo il Metodo degli Stati Limite e nel rispetto della normativa vigente; in particolare si sono osservate le prescrizioni riportate nel cap.2 della relazione A1_04_20_1_Relazione Tecnica e Illustrativa, facente parte del progetto in oggetto.

2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Materiali come prescritti dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

2.1 TABELLA RIASSUNTIVA CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA UNI EN 206-1

Questa tabella e da compilarsi in funzione dell’opera da eseguire: associare ad ogni elemento progettuale (fondazione, elevazione.....).

Tab 2

Classi di esposizione ambientale secondo UNI EN 206-1								
Classe di esposizione ambientale	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali	UNI 9883	A/C massimo	Contenuto minimo di cemento kg/m ³	Rck minima N/mm ²	Contenuto minimo di aria %	Copiffero minimo Mm
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco								
X0	Molto secco	Cls per interni di edifici con umidità dell'aria molto bassa	1	-		C12/15	-	15
2 Comosione delle armature per effetto della carbonatazione								
XC1	Secco o permanentemente bagnato	Cls per interni di edifici con umidità relativa bassa o immerso in acqua	2a	0,65	260	C20/25	-	20
XC2	Bagnato, raramente secco	Superfici in cls a contatto con acqua per lungo tempo es. fondazioni	2a	0,60	280	C25/30	-	20
XC3	Umidità moderata	Cls per interni con umidità relativa moderata o alta e cls all'esterno protetto dalla pioggia	5a	0,55	280	C30/37	-	30
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici in cls a contatto con l'acqua, non nella classe XC2.	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30
3 Comosione delle armature per effetto dei cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare								
XD1	Umidità moderata	Superfici in cls esposte a nebbia salina	5a	0,55	300*	C30/37	-	30
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine; cls esposto ad acque industriali contenenti cloruri	4a, 5b	0,55	300	C30/37	-	30
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri, pavimentazioni di parcheggio	5c	0,45	320	C35/45	-	40
4 Comosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare								
XS1	Esposto alla nebbia salina ma non all'acqua di mare	Strutture prossime o sulla costa	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine	5c	0,45	320	C35/45	-	40
XS3	Zone esposte alle onde o alla marea	Parti di strutture marine	5c	0,45	340	C35/45	-	40
5 Attacco dei cicli di gelo/sgelo con o senza sali disgelanti								
XF1	Moderata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici verticali in cls esposte alla pioggia e al gelo	2b	0,55	300	C30/37	-	30
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali in cls di strutture stradali esposte al gelo e nebbia dei sali disgelanti	3, 4b	0,55	300	C25/30	4,0 e aggregati resistenti al gelo/sgelo	30
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali in cls esposte alla pioggia e al gelo	2b	0,50	320	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/sgelo	30
XF4	Elevata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti o acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti ai sali disgelanti. Superfici in cls esposte direttamente a nebbia contenente sali disgelanti	3, 4b	0,45	340	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/sgelo	40
6 Attacco chimico								
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	5a	0,55	300	C30/37	-	30
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	4*, 5b	0,50	320 cemento resistente ai solfati	C30/37	-	30
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	5c	0,45	360 cemento resistente ai solfati	C35/45	-	40

Conglomerato cementizio per elementi strutturali:

ELEMENTO	CLASSE DI ESPOSIZIONE	CLASSE DI RESISTENZA MINIMA (Mpa)	COPRIFERRO (mm)	CLASSE DI CONSISTENZA	RAPPORTO ACQUA/CEMENTO (+Aria %)	DIMENSIONE MASSIMA NOMINALE DEGLI AGGREGATI (mm)
PALI Φ >800mm	XC2	C25/30	60	S4	0.60	40
PLINTI - PLATEE	XC2	C25/30	40	S4	0.60	40
ELEVAZIONE SPALLE	XC4+XF2	C32/40	40	S4	0.50 (+4%)	32

(non si ritiene di applicare la classe XD3, poiché oltre ai sali disgelanti è prevista la situazione di gelo-disgelo (XF4) che costituisce l'unica causa della presenza di cloruri, né vi sono altre fonti da cui provengano cloruri (per questo motivo la classe di esposizione XD3 non appare nella Tabella)

2.2 PARAMETRI DI IDENTIFICAZIONE PER LA VERIFICA A FESSURAZIONE

Nel capitolo 4 del DM 14.01.2008 si identificano i parametri a cui fare riferimento per la verifica a fessurazione.

Tabella 4.LIII – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	XC0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.LIV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_d , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Scheda riassuntiva parametri di fessurazione secondo DM2008:

ELEMENTO	Classe di esposizione	Gruppo di esigenza	Combinazione	w_d
PALI	XC2	a	frequente	0.4
			quasi permanente	0.3
PLINTI - PLATEE	XC2	a	frequente	0.4
			quasi permanente	0.3
ELEVAZIONE SPALLE	XC4+XF2	b	frequente	0.3
			quasi permanente	0.2
BAGGIOLI E RITEGNI	XC4+XF4	c	frequente	0.2
			quasi permanente	0.2

Le verifiche saranno comunque condotte secondo quanto prescritto **dall'Istruzione 44A di RFI**, in cui i valori limite di apertura delle fessure, per la **combinazione frequente** e per armature poco sensibili, sono i seguenti:

$\delta f \leq w_1$, per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per tutte le zone non ispezionabili;

b) $\delta f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante calcolo diretto, ai sensi del D.M. 14.01.2008, p.to 4.1.2.2.4.6.

2.3 CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

2.4 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE

Per la realizzazione dei pali di fondazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe Rck ≥ 30 N/mm², che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→ $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	→ $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	14.16 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→ $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	15.00 N/mm ²
Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	2.56 N/mm ²
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	1.795 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.197 N/mm ²

2.5 CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE

Per la realizzazione della platea di fondazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe Rck ≥ 30 N/mm², che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→ $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	→ $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	14.16 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→ $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	15.00 N/mm ²
Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	2.56 N/mm ²
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	1.795 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.197 N/mm ²

2.6 CALCESTRUZZO PER OPERE DI ELEVAZIONE

Per la realizzazione delle opere di elevazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$, che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→ $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	33.20 N/mm^2
Resistenza di calcolo a compressione	→ $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	18.81 N/mm^2
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→ $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	19.92 N/mm^2
Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	3.10 N/mm^2
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	2.169 N/mm^2
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.446 N/mm^2

2.7 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura f_t	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_y \text{ misurato} / f_y \text{ nom}$	$\leq 1,25$

Tensione di snervamento caratteristica	→ $f_{yk} \geq$	450.00 N/mm^2
Tensione caratteristica a rottura	→ $f_{tk} \geq$	540.00 N/mm^2
Tensione di calcolo elastica	→ $\sigma_c = 0.80 * f_{yk} =$	360.00 N/mm^2
Fattore di sicurezza acciaio	→ $\gamma_s =$	1.15
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30 N/mm^2

2.8 ACCIAIO PER ARMATURA DA PRECOMPRESSIONE

Sia per i tiranti di ancoraggio definitivi, sia per quelli provvisori si prevede l'impiego di cavi costituiti da trefoli in acciaio armonico stabilizzato da 0.6" (area 139mm^2) avente caratteristiche:

Tensione caratteristica a rottura	→ $f_{ptk} \geq$	1860.00 N/mm^2
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	→ $f_{p(0.1)k} \geq$	1670.00 N/mm^2
Allungamento sotto carico massimo	→ $A_{gt} \geq$	3.5
Tensione iniziale all'atto della tesatura (vale la condizione più restrittiva)	→ $\sigma_{spi} < 0.85 f_{p(0.1)k}$ $\sigma_{spi} < 0.75 f_{ptk}$	1420.00 N/mm^2 1395.00 N/mm^2
Modulo elastico	→ $E_{sp} =$	195000 N/mm^2

2.9 MALTA DI INIEZIONE TIRANTI

I tiranti previsti sono di tipo passivo, definitivi e ad iniezione ripetuta.

Caratteristiche secondo UNI EN 447:2007

Resistenza a rottura a 28gg	$f_c \geq$	25.00	$\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Rapporto acqua / cemento	\leq	0.45	
Separazione di acqua (in volume)	\leq	2%	
Fluidità Marsh	$=$	10''-35''	
Ritiro nullo (aggiunta di additivi e/o antiritiro)			

2.10 COPRIFERRI

Pile e Spalle - Si adottano copriferri pari a:

	Copriferro - c_{\min} [mm]
<i>FONDAZIONI</i>	
Pali $\phi \geq 800\text{mm}$	60
Platea	40
<i>ELEVAZIONE</i>	
Fusti / Risvolti / Orecchie	40
Baggioli	40
Cordoli	40

3 CODICI DI CALCOLO

Per il dimensionamento delle strutture facenti parte del ponte in oggetto sono stati utilizzati programmi come descritto nella relazione BVRpe-0903R1: si riassumono di seguito i programmi di calcolo utilizzati.

SAP 2000

Nome software	N° revisione	Data revisione	Estensore	Data d'acquisto	Data validazione
SAP 2000	14.2.3	11 Ottobre 2010	CSI	10.09.2009	(fare riferimento al produttore)

ENG - SIGMAC

Nome software	N° revisione	Data revisione	Estensore	Data d'acquisto	Data validazione
Eng	8.15	Dicembre 2009	SIGMAc Soft		(fare riferimento al produttore)

VCASLU

Il programma VcaSlu consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n.

4 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La geometria è quella riportata nelle seguenti figure .

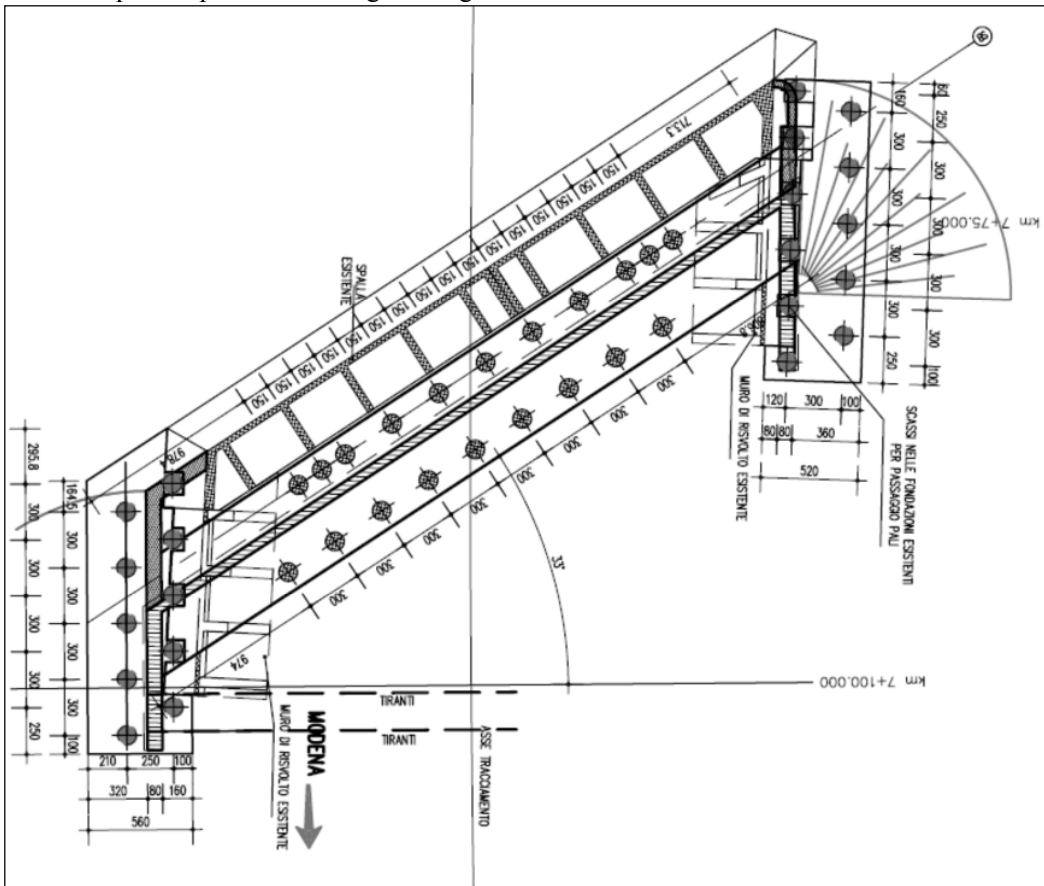


Figura 4.1 Pianta fondazioni

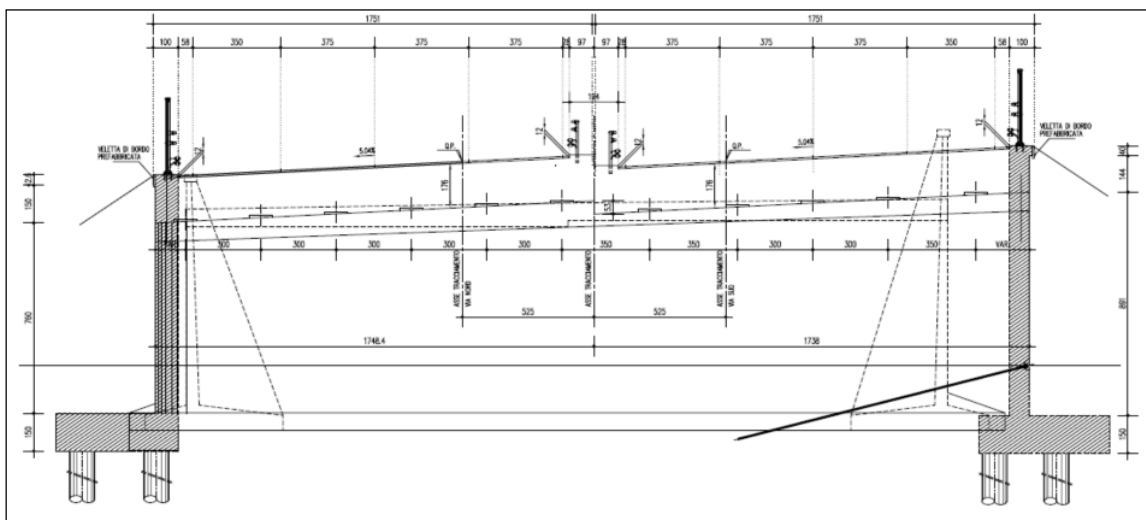


Figura 4.2 Vista frontale in retto impalcato

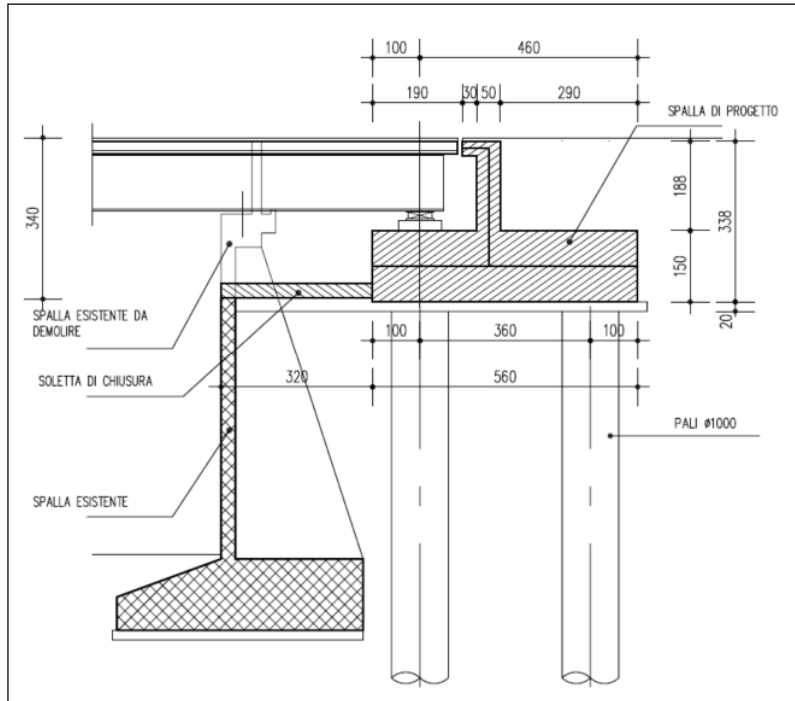


Figura 4.3 Sezione trasversale spalla

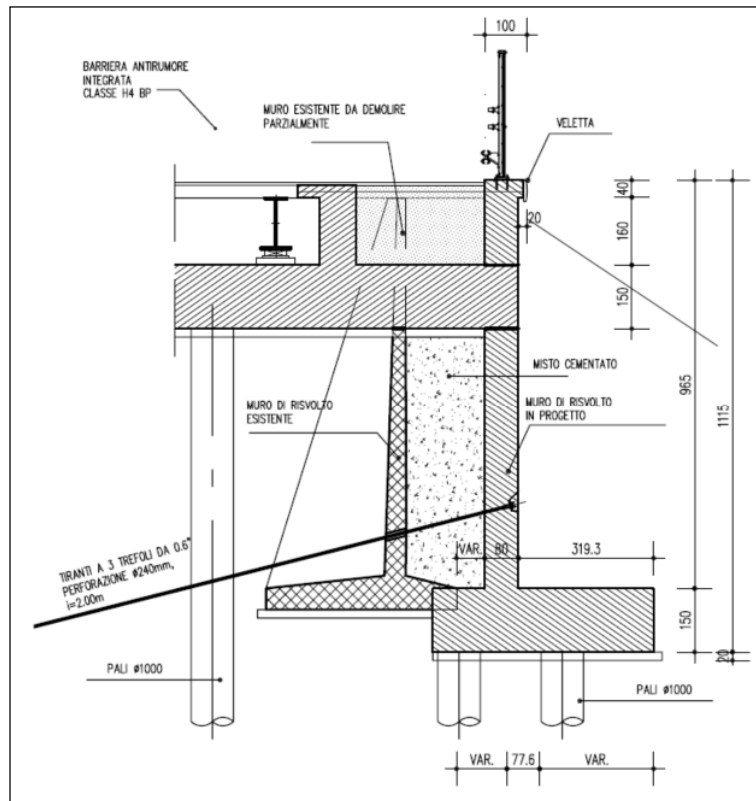


Figura 4.4 Sezione trasversale sul risvolto

5 CALCOLO DELLA STRUTTURA

Di seguito, vengono riportate le verifiche delle strutture costituenti la spalla in oggetto; esse sono state condotte utilizzando gli usuali metodi di verifica adottati per tali strutture, nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia.

5.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

Per la valutazione delle sollecitazioni sulle strutture facenti parte della spalla si è fatto ricorso ad un modello di calcolo con l'elaboratore, utilizzando il programma di calcolo agli elementi finiti Sap2000 della CSI.

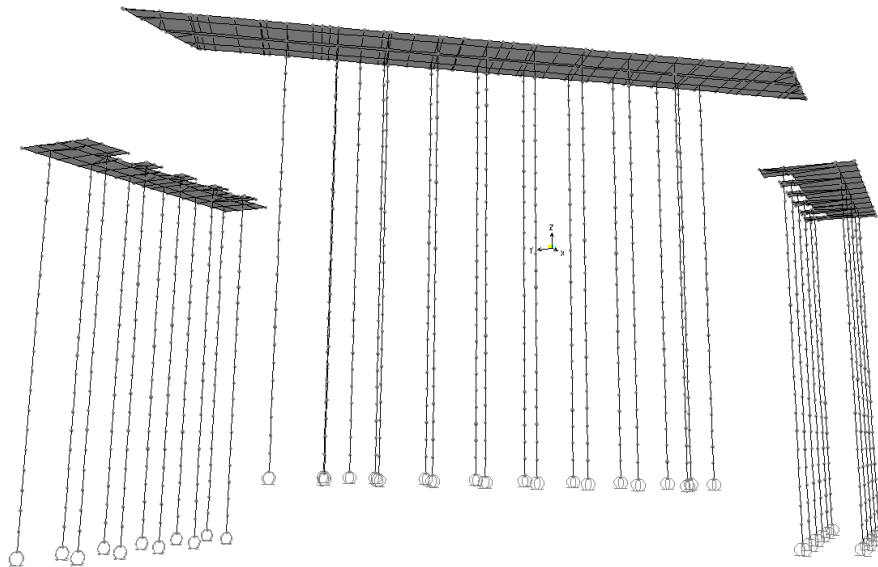
Si sono implementati i singoli elementi strutturali come di seguito descritto.

5.1.1 SPALLA

La spalla è l'elemento principale di verifica: è quindi stata implementata come struttura ogni sua parte.

Pali

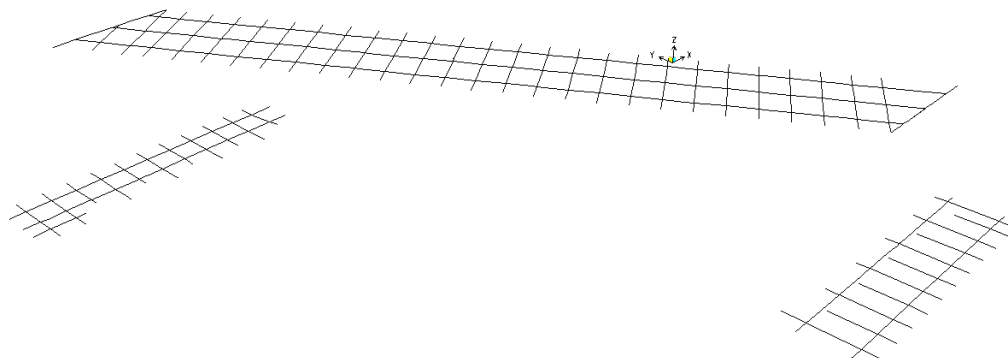
I pali sono schematizzati come elementi frame di rigidezza equivalente al palo in oggetto (modulo elastico relativo al materiale e area relativa all'elemento) immerso in un suolo elastico alla Winkler; la schematizzazione del terreno viene quindi fatta tramite "line spring", molle lineari nelle 2 direzioni principali dell'elemento cui si è stabilito di attribuire un coefficiente $k=3\text{kg/cm}^3$.



Fondazioni

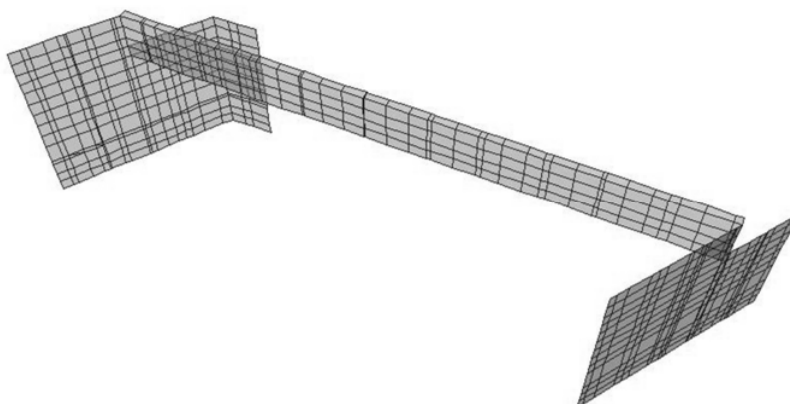
Le tre fondazioni a platea di cui è costituita la spalla (una a quota più elevata è la fondazione del muro paraghiaia, le altre due a quota meno elevata costituiscono la fondazione dei muri di risvolto destro e sinistro), sono state schematizzate come reticolo di frame. La dimensione di tali frame è quella pari all'interasse fra gli stessi elementi del reticolo per la base mentre l'altezza è quella della platea stessa. A tali frame è stata attribuita una rigidezza reale ma un peso nullo. Gli elementi shell sopra a tale reticolo, che

riprendono la forma della platea, sono serviti solo per l'introduzione dei carichi di superficie quindi ad essi sono stati conferiti rigidità nulla ma come peso quello reale della platea.



Elevazione

I muri di risvolto e il muro paraghiaia sono stati schematizzati come elementi shell di spessore e rigidità reali.



Tiranti

I tiranti sono elementi frame di lunghezza unitaria il cui tiro è stato introdotto come $-\Delta T$ appositamente calcolato basandosi sulla geometria e sul materiale adottati per tali elementi.

Elementi accessori

Gli altri elementi introdotti nel modello relativamente alla spalla sono quelli denominati "rigidi" funzionali ad una corretta schematizzazione della struttura e dotati di peso nullo.

5.1.2 IMPALCATO

Per la struttura della spalla l'impalcato rappresenta un carico che deve essere correttamente trasmesso alla struttura sottostante. Per tale motivo si sono implementati degli elementi fittizi di ausilio denominati: appoggi, traversi (T.C1, T.C2 e T.Cordolo) e barriera.

Per quanto riguarda gli appoggi si tratta di elementi tipo "frame" con sezione fittizia circolare (0,01m di diametro) e costituiti da un materiale fittizio "nullo" caratterizzato da un peso specifico nullo e modulo elastico basso. L'elevata deformabilità dell'elemento appoggio ha consentito il trasferimento del carico da

parte dell'impalcato, rispetto alla struttura delle spalle e delle pile, in modo differenziale, tenendo conto anche della deformazione trasversale dell'impalcato stesso determinata dai carichi sull'impalcato.

I traversi sono stati funzionali all'introduzione dei carichi mobili da ponte. Si tratta di elementi tipo "frame" con sezione fittizia circolare (1m di diametro) e materiale "rigido" caratterizzato da un peso specifico nullo e modulo elastico molto elevato. Il peso proprio è stato introdotto direttamente con i carichi e l'alto modulo associato all'elevata sezione ha consentito un trasferimento totale del carico alla sottostruttura.

La barriera infine ha permesso l'introduzione dell'azione del vento. Anch'essa è stata schematizzata ad elemento "frame", con sezione circolare (diametro 10m) e materiale "rigido". Il peso proprio di tali elementi è stato attribuito come peso proprio direttamente sul traverso e il tipo di materiale e la sezione hanno permesso un completo trasferimento del carico del vento sull'impalcato data la scarsa deformabilità dell'elemento.

TABLE: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeight	UnitMass	E1	G12	U12	A1
Text	KN/m3	KN-s2/m4	KN/m2	KN/m2	Unitless	1/C
4000Psi	23.563	2.4028	24855578.28	10356490.95	0.2	0.000099
A615Gr60	76.973	7.849	199947978.8			0.0000117
A992Fy50	76.973	7.849	199947978.8	76903068.77	0.3	0.0000117
C20/25	25	2.5493	30200000	12583333.33	0.2	0.000001
C35/45	25	2.5493	34625000	14427083.33	0.2	0.000001
ElevazionePesoNulla	0	0	33019000	13757916.67	0.2	0.000001
Nulla	0	0	10000	4545.45	0.1	0.000001
PlateaBeam	0	0	33019000	13757916.67	0.2	0.000001
PlateaShell	3750	382.39	33019000	13757916.67	0.2	0.000001
Rigido	0	0	10000000000	4166666667	0.2	0.000001
S275	78.5	8.0048	210000000	80769230.77	0.3	0.0000117
S355	78.5	8.0048	210000000	80769230.77	0.3	0.0000117
Tirante	0	0	98066.5	44575.68	0.1	1

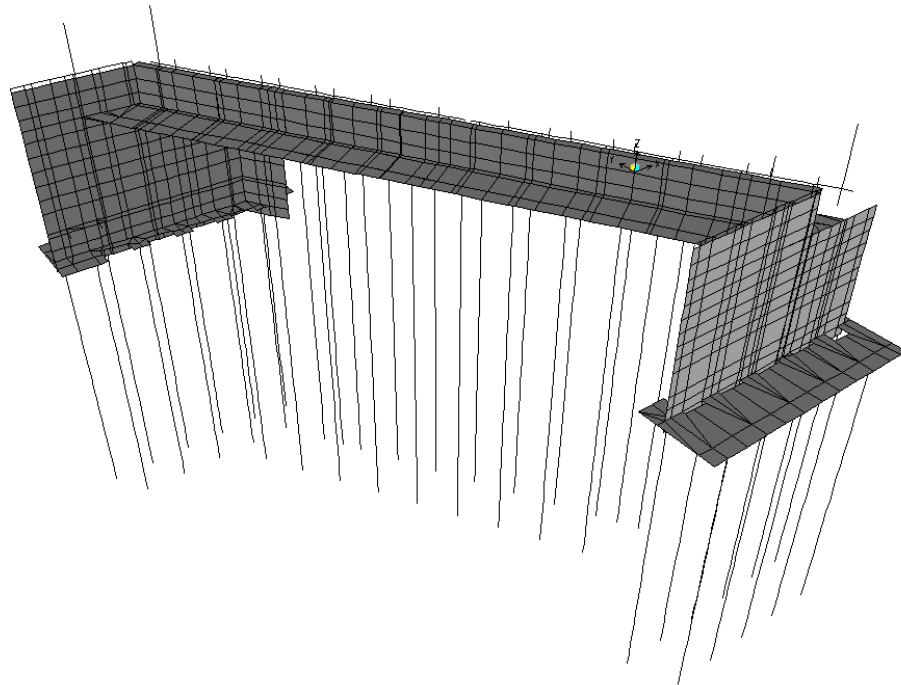
TABLE: Area Section Properties

Section	Material	MatAngle	AreaType	Type	Thickness	BendThick
Text	Text	Degrees	Text	Text	m	m
Parag.Orizz	C35/45	0	Shell	Shell-Thick	0.3	0.3
Paraghiaia	C35/45	0	Shell	Shell-Thick	0.5	0.5
ParaghiaiaNulla	ElevazionePesoNulla	0	Shell	Shell-Thick	0.5	0.5
Parete80	C35/45	0	Shell	Shell-Thick	0.8	0.8
PareteNulla	ElevazionePesoNulla	0	Shell	Shell-Thick	0.8	0.8
PlaetaBassa	PlateaShell	0	Shell	Shell-Thin	0.01	0.01
PlateaAlta	PlateaShell	0	Shell	Shell-Thin	0.01	0.01

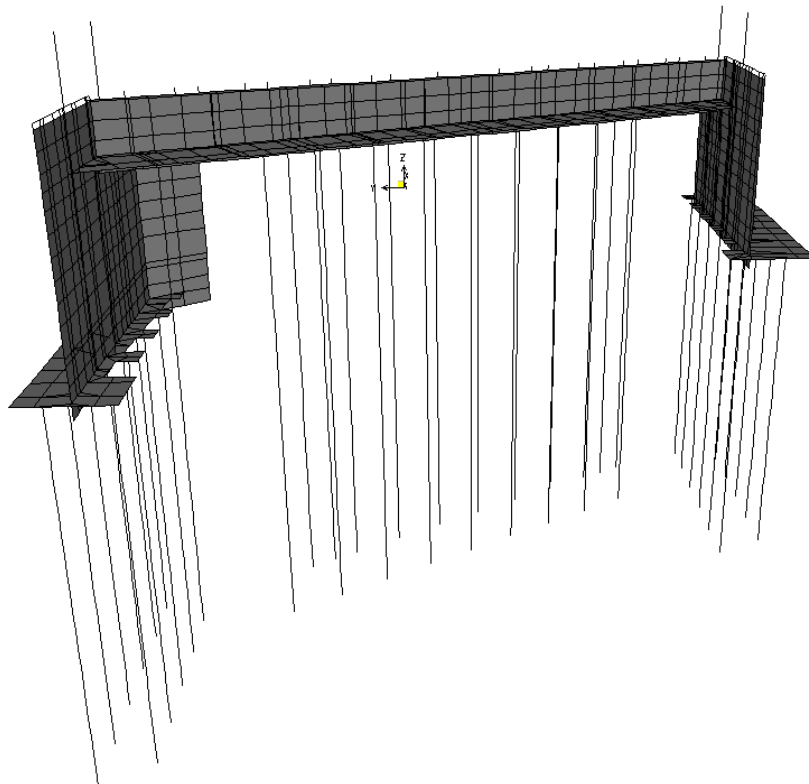
TABLE: Frame Section Properties 01 - General				
SectionName	Material	Shape	t3	t2
Text	Text	Text	m	m
Appoggio	Nulla	Circle	0.01	
BarrieraAntiRumore	Rigido	Circle	10	
Palo1000-L20	C20/25	Circle	1	
Palo1000-L25	C20/25	Circle	1	
Palo1000-L30	C20/25	Circle	1	
Rigido	Rigido	Circle	10	
S1.1	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.5
S1.2	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.15
S1.3	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.75
S1.4	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.25
S1.5	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.5
S1.6	PlateaBeam	Rectangular	1.5	2.05
S2.1	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.5
S2.2	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.75
S2.3	PlateaBeam	Rectangular	1.5	3
S2.4	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1
S3.1	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.5
S3.2	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.86
S3.3	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.5
S3.4	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.25
SpallaEsistente	Rigido	Circle	10	
T.C1	Rigido	Circle	1	
T.C2	Rigido	Circle	1	
T.Cordolo	Rigido	Circle	1	
Tirante	Tirante	General	0.0113	0.0113
_NULLO	Nulla	General	0.05	0.05

SCHEMA GENERALE DEL MODELLO

VISTA 3D

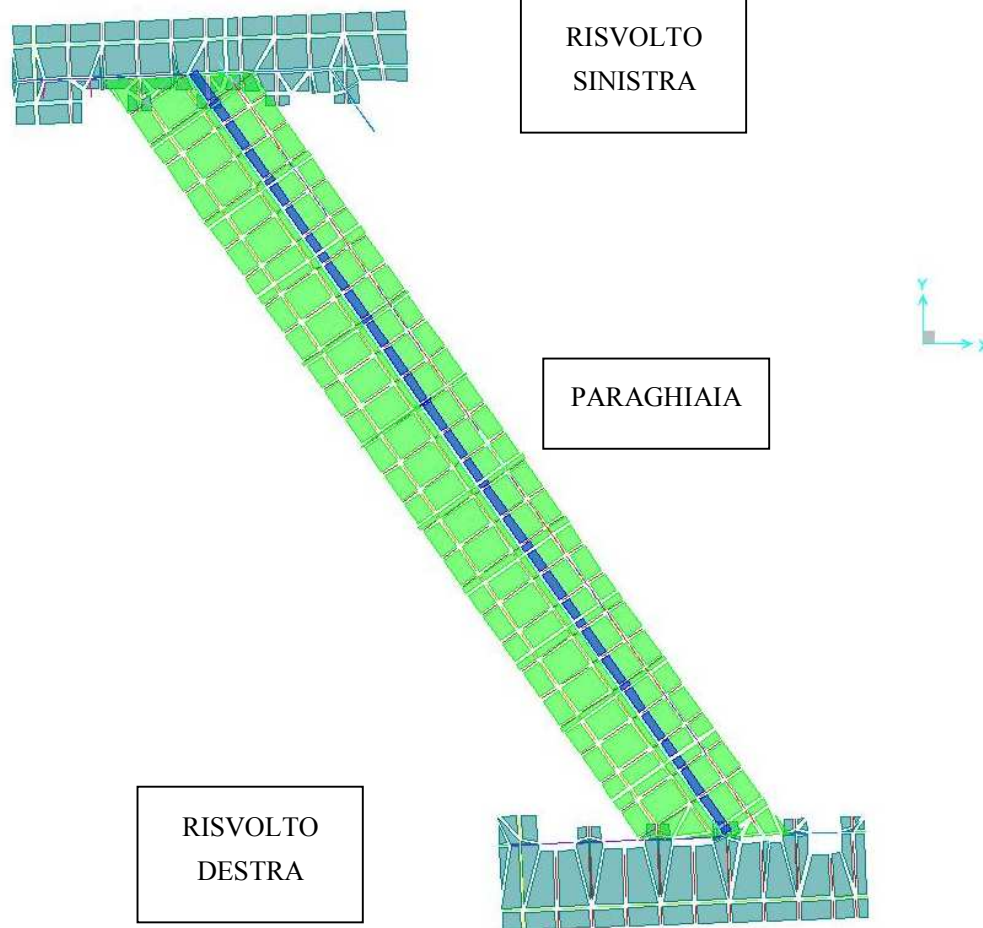


PROSPETTO SPALLA



5.1.3 CONVENZIONI SUI SEGNI

Il sistema di riferimento globale è costituito dagli assi X, Y con l'asse X parallelo all'asse del ponte. In direzione longitudinale X, si considerano positive le azioni che hanno effetto destabilizzante nei confronti della spalla.



5.2 DATI PER ANALISI SISMICA

L'analisi sismica è stata condotta secondo il metodo dell'Analisi Statica Equivalente.

Come si è già ripetuto la struttura della spalla deve conservare sotto l'azione sismica un comportamento elastico, quindi senza innesco di sistemi dissipativi (cerniere plastiche stabili). Le verifiche sismiche delle spalle da ponte possono essere eseguite applicando l'azione sismica (azione statica equivalente) indipendentemente nelle due direzioni orizzontali, rispettivamente trasversale e longitudinale e combinandole successivamente tra di loro.

Gli effetti massimi generati dalle due componenti sismiche ai fini delle verifiche di resistenza allo SLU, possono essere ottenuti utilizzando come azione di progetto:

$$\gamma_1 \times E + G_k + P_k$$

Le combinazioni delle azioni dovute alle due componenti orizzontali sono ottenute utilizzando come azione di progetto (§ 7.3.5), la combinazione più sfavorevole tra:

$$E_L = A_{EL} + 0.30 A_{ET}$$

$$E_T = A_{ET} + 0.30 A_{EL}$$

Per il calcolo delle forze d'inerzia agenti sulla spalla, vengono considerati i contributi di tutte le sue parti nonché del terreno imbarcato.

5.3 ELENCO DATI

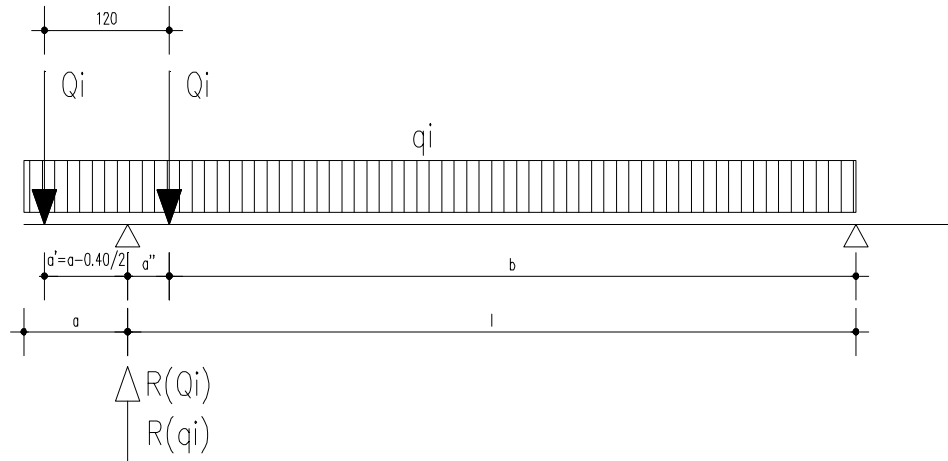
5.3.1 DATI RELATIVI ALLE TRAVI

numero travi		12
lunghezza travi	(m)	57.05
peso singola trave	(kN/m)	7.34
interasse travi	(m)	2.80
altezza trave	(m)	1.10
interasse giunti	(m)	57.80
Interasse appoggi (campata): L	(m)	16.62
Lunghezza di afferenza carichi permanenti Impalcato	(m)	9.28

5.3.2 DATI RELATIVI ALLA SOLETTA, ALLA PAVIMENTAZIONE ED ALLE FINITURE

larghezza soletta (totale da esterno veletta a esterno veletta)	(m)	34.45
spessore soletta	(m)	0.30
larghezza cordolo n.1 sx - esterno -	(m)	1.00
larghezza cordolo n.2 sx - interno -	(m)	0.90
larghezza cordolo n.1 dx - esterno -	(m)	1.00
larghezza cordolo n.2 dx - interno -	(m)	0.90
altezza cordoli	(m)	0.12
peso aggiuntivo (barriere di sicurezza/antirumore, velette, polifore, ..)		
cordolo n.1 sx - esterno	(kN/m)	4.00
cordolo n.2 sx - interno	(kN/m)	2.00
cordolo n.3 dx - esterno	(kN/m)	2.00
cordolo n.4 dx - interno	(kN/m)	4.00

COMMITTENTE AUTOSTRADA DEL BRENNERO	CODIFICA DOCUMENTO AI_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX	FOGLIO 38 DI 380
altezza barriere (per calcolo vento)	(m)	3.00
<i>Coefficienti per trave continua a più campate</i>		
ζ (str)		0.72
ζ (perm)		0.72
spessore pavimentazione	(m)	0.07
peso pavimentazione	(kN/m ²)	3.00
<i>Coefficienti per trave continua a più campate</i>		
ζ (perm)		0.72
5.3.3 DATI RELATIVI AI CARICHI MOBILI		
numero colonne di carico		10
larghezza colonne di carico	(m)	3.00
Lunghezza colonna Qi per sovraccarico terrapieno	(m)	2.20
larghezza colonna q _{IF} su cordolo n.1 sx - esterno -	(m)	0.00
larghezza colonna q _{IF} su cordolo n.2 sx - interno -	(m)	0.00
larghezza colonna q _{IF} su cordolo n.1 dx - esterno -	(m)	0.00
larghezza colonna q _{IF} su cordolo n.2 dx - interno -	(m)	0.00
<i>Dati per reazione appoggio trave semplicemente appoggiata</i>		
Qi (carico concentrato) - valore unitario	(kN)	100.00
qi (carico distribuito) - valore unitario	(kN/m ²)	1.00
Retrotrave: a	(m)	0.97
Interasse appoggi (campata): L	(m)	16.62
Distanza asse 1° ruota-asse appoggio: a'	(m)	0.77
<i>Coefficienti per trave continua a più campate</i>		
ζ (Q)		0.99
ζ (q)		0.92
ζ (F)		1.00



5.3.4 DATI RELATIVI ALLE AZIONI SISMICHE

Parametri spettrali (D.M. 14/01/2008 - par. 3.2.3.1)

Comune		Verona
Latitudine		43.3880
Longitudine		10.9083
Vita nominale dell'opera		100
Coefficiente d'uso		2
Periodo di riferimento	(anni)	200
Categoria del suolo - A B C D E -		B
Coefficienti di amplificazione topografica - T1 T2 T3 T4 -		T1
Quota baricentro impalcato rispetto intradosso travi	(m)	1.10

Stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV

	T_R	1898
Accelerazione orizzontale massima sul sito di riferimento rigido	a_g/g	0.251
	F_0	2.407
	T'_c	0.286

coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza	β_m	1.00
coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_S	1.16
coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1.0
accelerazione orizzontale massima del sito = $S_S * S_T * a_g =$	a_{max}/g	0.291
coefficiente sismico orizzontale = $a_{max}/g * \beta_m =$	k_h	0.291
considerare spinta verticale (si/no)		no
coefficiente sismico verticale = $0.5 k_h =$	k_{v+-} "+-"	0.000

Squilibrio sisma longitudinale (mettere Si/No): **no**

5.3.5 DATI RELATIVI AGLI APPOGGI ED ALLA CURVATURA IMPALCATO

raggio di curvatura impalcato - zero se rettilineo -	(m)	1615.25
altezza appoggio	(m)	0.20
Tipo di appoggio		D

Appoggio fisso solo su spalla = 1
Appoggio mobile su questa spalla = 0

Appoggi fissi multipli - coeff. Di afferenza = C

Appoggi in Neoprene = N

Dispositivi dissipativi = D

Dati per Frenatura

Lunghezza zona caricata per frenatura L (vedi cap. 5.1.3.5 DM 2008) (m) **57.80**

Categoria di Ponte (mettere 1 o 2): **1**

Squilibrio di frenatura (mettere Si/No): **no**

Dati per Attrito sugli appoggi

Coefficiente d'attrito sugli appoggi in % sui carichi permanenti % **0.06**

Delta T per calcolo appoggi Neoprene/Dissipativi (°) **40**

5.3.6 DATI RELATIVI AI BAGGIOLI

numero baggioli **12**

altezza baggioli (m) **0.24**

larghezza baggioli (m) **0.90**

profondità baggioli (m) **0.90**

posizione asse baggioli rispetto filo di valle spalla (m) **1.00**

5.3.7 DATI RELATIVI ALLA SPALLA

Paraghiaia

altezza paraghiaia (m) **1.73**

spessore paraghiaia (m) **0.50**

distanza asse paraghiaia da filo anteriore fusto (m) **0.00**

lunghezza paraghiaia (m) **40.56**

Fusto

altezza fusto (m) **0.00**

spessore fusto (m) **0.00**

lunghezza fusto (m) **0.00**

Risvolto di sx

altezza risolto sx (m) **10.73**

lunghezza risolto sx (m) **7.70**

spessore risolto sx (m) **0.80**

altezza orecchia sx (m) **0.00**

lunghezza orecchia sx (m) **0.00**

spessore orecchia sx (m) **0.00**

Risvolto di dx

altezza risolto dx (m) **9.73**

lunghezza risolto dx (m) **10.35**

spessore risolto dx (m) **0.80**

altezza orecchia sx (m) **0.00**

lunghezza orecchia sx (m) **0.00**

spessore orecchia sx (m) **0.00**

azione longitudinale aggiuntiva - tiranti - (kN) **400.00**

quota di app.ne azione long. aggiuntiva da intradosso fondazione (m) **2.00**

5.3.8 DATI RELATIVI ALLA PLATEA DI FONDAZIONE***Fusto***

lunghezza platea di fondazione	(m)	40.50
larghezza platea di fondazione	(m)	5.60
spessore platea	(m)	1.50
ciabatta posteriore (per terreno imbarcato)	(m)	2.55

Risvolto di sx

lunghezza platea di fondazione	(m)	14.64
larghezza platea di fondazione	(m)	5.60
spessore platea	(m)	1.50
ciabatta posteriore (per terreno imbarcato)	(m)	2.10

Risvolto di dx

lunghezza platea di fondazione	(m)	16.10
larghezza platea di fondazione	(m)	5.60
spessore platea	(m)	1.50
ciabatta posteriore (per terreno imbarcato)	(m)	0.80

5.3.9 DATI RELATIVI AL TERRENO

peso specifico terreno	γ (kN/m ³)	19.00
angolo di attrito interno terreno di monte	ϕ (°)	35.00
angolo di attrito terreno-muro	δ (°)	0.00
inclinazione muro rispetto alla verticale θ	θ (°)	0.00
inclinazione terrapieno rispetto all'orizzontale β	β (°)	0.00

altezza a filo anteriore fondazione del terreno di valle	(m)	0.00
altezza a filo elevazione del terreno di valle	(m)	0.00
altezza a filo elevazione del terreno alle testate	(m)	0.00
altezza a filo posteriore fondazione del terreno alle testate	(m)	0.00
angolo di attrito interno del terreno a valle	(°)	30.00

DATI RELATIVI AL SOVRACCARICO

Altezza spalla per diffusione	(m)	1.73
Angolo di diffusione	(°)	30
Carico Qi (su impronta 3.00x2.20m)	kN	1200.00
Carico qi (su impronta 3.00x2.20m)	kN	92.40
Carico Totale	kN	1292.40
Larghezza totale colonne+diffusione	(m)	10.00
Lunghezza totale colonne Qi+diffusione	(m)	3.20
Carico accidentale sul terrapieno ad impalcato carico	(kN/m ²)	9.00
Carico accidentale sul terrapieno ad impalcato scarico	(kN/m ²)	40.41

5.3.10 DATI RELATIVI ALLA PALIFICATA DI FONDAZIONE***Fusto***

numero pali		20
diametro pali	(m)	1.00
lunghezza pali	(m)	25.00
<i>Risvolto di sx</i>		
numero pali		11
diametro pali	(m)	1.00
lunghezza pali	(m)	20.00
<i>Risvolto di dx</i>		
numero pali		11
diametro pali	(m)	1.00
lunghezza pali	(m)	20.00

5.4 CASI DI CARICO E COMBINAZIONI

5.4.1 CARICHI ELEMENTARI

TABLE: Load Pattern Definitions

LoadPat	DesignType	SelfWtMult
Text	Text	Unitless
A1.a) Spalla Peso Proprio	DEAD	1
N2a+sx) Y TERRA V+ M1	QUAKE	0
N2a+dx) Y TERRA V+ M1	QUAKE	0
N2a-sx) Y TERRA V- M1	QUAKE	0
N2a-dx) Y TERRA V- M1	QUAKE	0
N2b+sx) Y TERRA V+ M2	QUAKE	0
N2b+dx) Y TERRA V+ M2	QUAKE	0
N2b-sx) Y TERRA V- M2	QUAKE	0
N2b-dx) Y TERRA V- M2	QUAKE	0
A1.b) Tiranti	DEAD	0
A2.a) Spinta della Terra M1	DEAD	0
A2.b) Spinta della Terra M2	DEAD	0
A2.c) Spinta della TerraSismica M1	DEAD	0
A3.a) Spalla Perm.	DEAD	0
A2.d) Spinta della TerraSismica M2	DEAD	0
B1) Impalcato Peso Proprio	DEAD	0
B2) Impalcato Perm.	DEAD	0
C1a) Acc.1 Imp. Tandem	LIVE	0
C2a) Acc.1 Imp. Distribuito	LIVE	0
C1b) Acc.2 Imp. Tandem	LIVE	0
C2b) Acc.2 Imp. Distribuito	LIVE	0
C3a1) Folla 1 Marc.Lato Acc.	LIVE	0
C3a2) Folla 1 Marc.Centro	LIVE	0
C3a3) Folla 1 Marc.Lato Opposto	LIVE	0
C3b1) Folla 2 Marc.Lato Acc.	LIVE	0
C3b2) Folla 2 Marc.Centro	LIVE	0
C3b3) Folla 2 Marc.Lato Opposto	LIVE	0
Da) Acc.Ril+Carico M1	LIVE	0
Db) Acc.Ril+Carico M2	LIVE	0
Ea) Acc.Ril+Scarico M1	LIVE	0
Eb) Acc.Ril+Scarico M2	LIVE	0
F1) Frenatura 1	LIVE	0
F2) Frenatura 2	LIVE	0
G1) Azione Centrifuga 1	LIVE	0
G2) Azione Centrifuga 2	LIVE	0
H1) VENTO+y Imp.carico	WIND	0
H2) VENTO-y Imp.carico	WIND	0
I1) VENTO+y Imp.scarico	WIND	0
I2) VENTO-y Imp.scarico	WIND	0
L1) Vento +y Spalla	WIND	0
L2) Vento -y Spalla	WIND	0
L3) Neve	LIVE	0
M1a) SismaX Spalla	QUAKE	0
M1b) SismaX Terra Imbarcata	QUAKE	0
M2a+) X TERRA V+ M1	QUAKE	0
M2a-) X TERRA V- M1	QUAKE	0
M2b+) X TERRA V+ M2	QUAKE	0
M2b-) X TERRA V- M2	QUAKE	0
M3) SISMA X IMP.	QUAKE	0
N1a) SismaY Spalla	QUAKE	0
N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	QUAKE	0
N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	QUAKE	0
N3) SISMA Y IMP.	QUAKE	0
O1) SISMA V SPALLA	QUAKE	0
O2a) V TERRA V+	QUAKE	0
O2b) V TERRA V-	QUAKE	0
O3) SISMA V IMP.	QUAKE	0
P1) Attrito Imp.Struttura	DEAD	0
P2) Attrito Imp.Portati	DEAD	0
e3) dt	LIVE	0
Asx) Eccezionale parallela	LIVE	0
Adx) Eccezionale parallela	LIVE	0
Asx) Eccezionale ortogonale	LIVE	0
Adx) Eccezionale ortogonale	LIVE	0

TABLE: Load Case Definitions

Case	Type
Text	Text
A1) Spalla Peso Proprio+Tiranti	LinStatic
A2a) Spinta della Terra M1	LinStatic
A2b) Spinta della Terra M2	LinStatic
A2c) Spinta della TerraSismica M1	LinStatic
A2d) Spinta della TerraSismica M2	LinStatic
A3) Spalla Perm.	LinStatic
B1) Imp. Peso Proprio	LinStatic
B2) Impalcato Perm.	LinStatic
C1a) Acc.1 Imp.Tandem	LinStatic
C2a) Acc.1 Imp.Distribuito	LinStatic
C1b) Acc.2 Imp.Tandem	LinStatic
C2b) Acc.2 Imp. Distribuito	LinStatic
C3a) Folla 1	LinStatic
C3b) Folla 2	LinStatic
Da) Acc. Ril+Carico M1	LinStatic
Db) Acc.Ril+Carico M2	LinStatic
Ea) Acc. Ril+Scarico M1	LinStatic
Eb) Acc.Ril+Scarico M2	LinStatic
F1) Frenatura 1	LinStatic
F2) Frenatura 2	LinStatic
G1) Azione Centrifuga 1	LinStatic
G2) Azione Centrifuga 2	LinStatic
H1) Vento+ Ponte Carico	LinStatic
H2) Vento- Ponte Carico	LinStatic
I1) Vento+ Ponte scarico	LinStatic
I2) Vento- Ponte scarico	LinStatic
L1) Vento+ Spalla	LinStatic
L2) Vento- Spalla	LinStatic
L3) Neve	LinStatic
Ma+) Sisma Longitudinale M1 V+	LinStatic
Ma-) Sisma Longitudinale M1 V-	LinStatic
Mb+) Sisma Longitudinale M2 V+	LinStatic
Mb-) Sisma Longitudinale M2 V-	LinStatic
M3) SISMA X IMP.	LinStatic
N3) SISMA Y IMP.	LinStatic
Oa) Sisma Verticale V+	LinStatic
Ob) Sisma Verticale V-	LinStatic
O3) SISMA V IMP.	LinStatic
P1) Attrito Imp.Struttura	LinStatic
P2) Attrito Imp.Portati	LinStatic
e3) dt	LinStatic
Na+sx) Y TERRA V+ M1	LinStatic
Na+dx) Y TERRA V+ M1	LinStatic
Na-sx) Y TERRA V- M1	LinStatic
Na-dx) Y TERRA V- M1	LinStatic
Nb+sx) Y TERRA V+ M2	LinStatic
Nb+dx) Y TERRA V+ M2	LinStatic
Nb-sx) Y TERRA V- M2	LinStatic
Nb-dx) Y TERRA V- M2	LinStatic
Asx) Eccezionale parallela	LinStatic
Adx) Eccezionale parallela	LinStatic
Asx) Eccezionale ortogonale	LinStatic
Adx) Eccezionale ortogonale	LinStatic

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
A1) Spalla Peso Proprio+Tiranti	Load pattern	A1.a) Spalla Peso Proprio	1
A1) Spalla Peso Proprio+Tiranti	Load pattern	A1.b) Tiranti	1
A2a) Spinta della Terra M1	Load pattern	A2.a) Spinta della Terra M1	1
A2b) Spinta della Terra M2	Load pattern	A2.b) Spinta della Terra M2	1
A2c) Spinta della TerraSismica M1	Load pattern	A2.c) Spinta della TerraSismica M1	1
A2d) Spinta della TerraSismica M2	Load pattern	A2.d) Spinta della TerraSismica M2	1
A3) Spalla Perm.	Load pattern	A3.a) Spalla Perm.	1
B1) Imp. Peso Proprio	Load pattern	B1) Impalcato Peso Proprio	1
B2) Impalcato Perm.	Load pattern	B2) Impalcato Perm.	1
C1a) Acc.1 Imp.Tandem	Load pattern	C1a) Acc.1 Imp. Tandem	1
C2a) Acc.1 Imp.Distribuito	Load pattern	C2a) Acc.1 Imp. Distribuito	1
C1b) Acc.2 Imp.Tandem	Load pattern	C1b) Acc.2 Imp. Tandem	1
C2b) Acc.2 Imp. Distribuito	Load pattern	C2b) Acc.2 Imp. Distribuito	1
C3a) Folla 1	Load pattern	C3a1) Folla 1 Marc.Lato Acc.	1
C3a) Folla 1	Load pattern	C3a2) Folla 1 Marc.Centro	1
C3a) Folla 1	Load pattern	C3a3) Folla 1 Marc.Lato Opposto	1
C3b) Folla 2	Load pattern	C3a2) Folla 1 Marc.Centro	1
C3b) Folla 2	Load pattern	C3b2) Folla 2 Marc.Centro	1
C3b) Folla 2	Load pattern	C3b3) Folla 2 Marc.Lato Opposto	1
Da) Acc. Ril+Carico M1	Load pattern	Da) Acc.Ril+Carico M1	1
Db) Acc.Ril+Carico M2	Load pattern	Db) Acc.Ril+Carico M2	1
Ea) Acc. Ril+Scarico M1	Load pattern	Ea) Acc.Ril+Scarico M1	1
Eb) Acc.Ril+Scarico M2	Load pattern	Eb) Acc.Ril+Scarico M2	1
F1) Frenatura 1	Load pattern	F1) Frenatura 1	1
F2) Frenatura 2	Load pattern	F2) Frenatura 2	1
G1) Azione Centrifuga 1	Load pattern	G1) Azione Centrifuga 1	1
G2) Azione Centrifuga 2	Load pattern	G2) Azione Centrifuga 2	1
H1) Vento+ Ponte Carico	Load pattern	H1) VENTO+y Imp.carico	1
H2) Vento- Ponte Carico	Load pattern	H2) VENTO-y Imp.carico	1
I1) Vento+ Ponte scarico	Load pattern	I1) VENTO-y Imp.scarico	1
I2) Vento- Ponte scarico	Load pattern	I2) VENTO-y Imp.scarico	1
L1) Vento+ Spalla	Load pattern	L1) Vento +y Spalla	1
L2) Vento- Spalla	Load pattern	L2) Vento -y Spalla	1
L3) Neve	Load pattern	L3) Neve	1
Ma+) Sisma Longitudinale M1 V+	Load pattern	M1a) SismaX Spalla	1
Ma+) Sisma Longitudinale M1 V+	Load pattern	M2a+) X TERRA V+ M1	1
Ma+) Sisma Longitudinale M1 V+	Load pattern	M1b) SismaX Terra Imbarcata	1
Ma-) Sisma Longitudinale M1 V-	Load pattern	M1a) SismaX Spalla	1
Ma-) Sisma Longitudinale M1 V-	Load pattern	M2a-) X TERRA V- M1	1
Ma-) Sisma Longitudinale M1 V-	Load pattern	M1b) SismaX Terra Imbarcata	1
Mb+) Sisma Longitudinale M2 V+	Load pattern	M1a) SismaX Spalla	1
Mb+) Sisma Longitudinale M2 V+	Load pattern	M2b+) X TERRA V+ M2	1
Mb+) Sisma Longitudinale M2 V+	Load pattern	M1b) SismaX Terra Imbarcata	1
Mb-) Sisma Longitudinale M2 V-	Load pattern	M1a) SismaX Spalla	1
Mb-) Sisma Longitudinale M2 V-	Load pattern	M2b-) X TERRA V- M2	1
Mb-) Sisma Longitudinale M2 V-	Load pattern	M1b) SismaX Terra Imbarcata	1
M3) SISMA X IMP.	Load pattern	M3) SISMA X IMP.	1
N3) SISMA Y IMP.	Load pattern	N3) SISMA Y IMP.	1
Oa) Sisma Verticale V+	Load pattern	O1) SISMA V SPALLA	1
Oa) Sisma Verticale V+	Load pattern	O2a) V TERRA V+	1
Ob) Sisma Verticale V-	Load pattern	O1) SISMA V SPALLA	1
Ob) Sisma Verticale V-	Load pattern	O2b) V TERRA V-	1
O3) SISMA V IMP.	Load pattern	O3) SISMA V IMP.	1
P1) Attrito Imp.Struttura	Load pattern	P1) Attrito Imp.Struttura	1
P2) Attrito Imp.Portati	Load pattern	P2) Attrito Imp.Portati	1
e3) dt	Load pattern	e3) dt	1
Na+sx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N2a+sx) Y TERRA V+ M1	1
Na+sx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	1
Na+sx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	1
Na+dx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N2a+dx) Y TERRA V+ M1	1
Na+dx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	-1
Na+dx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	1
Na-sx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N2a-sx) Y TERRA V- M1	1
Na-sx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	1
Na-sx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	1
Na-dx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N2a-dx) Y TERRA V- M1	1
Na-dx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	-1
Na-dx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	1
Nb+sx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N2b+sx) Y TERRA V+ M2	1
Nb+sx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	1
Nb+sx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	1
Nb+dx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N2b+dx) Y TERRA V+ M2	1
Nb+dx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	-1
Nb+dx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	1
Nb-sx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N2b-sx) Y TERRA V- M2	1
Nb-sx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	1
Nb-sx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	1
Nb-dx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N2b-dx) Y TERRA V- M2	1
Nb-dx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	-1
Nb-dx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	1

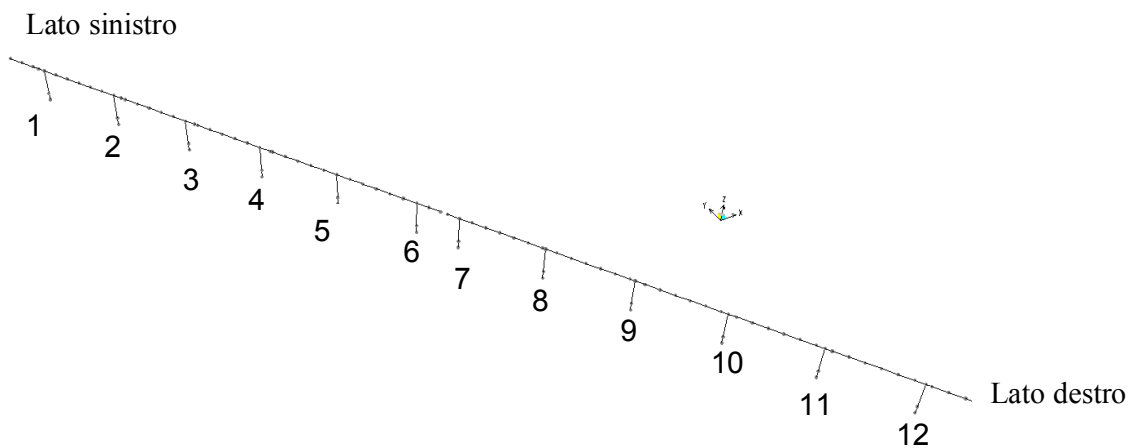
5.5 AZIONI

5.5.1 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

Le azioni trasmesse dall'impalcato sono state ricavate dal modello Sap2000 realizzato appositamente per esso cui si fa riferimento. Di seguito si riportano solo i carichi verticali (F3) risultanti da tale modellazione per i due appoggi di estremità: Appoggio 1 estremità sinistra, Appoggio 2 estremità destra.

Appoggio	Caso di carico		F3
			kN
1	g0	dead	30.05
	e2	ritiro	
	e4	ced	4.07
	g1	soletta	146.94
	g2	perm	185.63
	q5	vento+	56.99
	e3	dt+10°C	75.83
	Sc-E1	Mobili	490.26
	F1	Frenatura	42.94
12	g0	dead	32.62
	e2	ritiro	-86.34
	e4	ced	5.55
	g1	soletta	146.23
	g2	perm	118.03
	q5	vento+	1.86
	e3	dt+10°C	34.16
	Sc-E1	Mobili	702.13
	F2	Frenatura	42.94

Schematizzazione dell'impalcato e degli appoggi:



5.5.2 AZIONI RELATIVE ALLA SPALLA

5.5.2.1 PESO PROPRIO

Avendo effettuato l'implementazione con un modello di calcolo che schematizza gli elementi strutturali sia in termini di geometria, sia in termini di rigidezza, il peso proprio degli elementi costituenti la spalla è applicato in automatico dal programma di calcolo, assumendo come peso specifico dell'elemento calcestruzzo il valore:

$$\gamma_{cls} = 25.0 \text{ kN/m}^3$$

5.5.2.2 SPINTA DELLE TERRE

5.5.2.2.1 Spinta Del Terreno Di Monte

Si prevede un riempimento con terreno di buona qualità, con strati drenanti a ridosso della spalla.

Si assumono quindi i parametri geotecnici indicati nella tabella riportata di seguito.

Il diagramma delle pressioni è triangolare con valore massimo alla base:

SPINTA DELLE TERRE

Spinta del terreno a monte

peso di volume	γ	kN/m ³	19.00
angolo di attrito M1	ϕ_{M1}	°	35.00

COMBINAZIONE M1

Coefficiente di spinta a riposo	$k_r = 1 - \tan \phi =$		0.426
---------------------------------	-------------------------	--	--------------

altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m	2.48
---	-------------	---	-------------

A2.a) pressione massima alla base	$p_1 =$	kN/m ²	20.09
spinta massima	$S_1 =$	kN/m	-24.92
agente alla quota da intradosso fondazione	$h_1 =$	m	0.827

RISVOLTO SX

altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m	11.48
---	-------------	---	--------------

A2.a) pressione massima alla base	$p_1 =$	kN/m ²	93.01
spinta massima	$S_1 =$	kN/m	-533.89
agente alla quota da intradosso fondazione	$h_1 =$	m	3.827

RISVOLTO DX

A2.a) altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m	10.48
pressione massima alla base	$p_1 =$	kN/m ²	84.91
spinta massima	$S_1 =$	kN/m	-444.93
agente alla quota da intradosso fondazione	$h_1 =$	m	3.493

5.5.2.2.2 Spinta Relativa Del Sovraccarico Sul Terrapieno

Secondo quanto indicato nella Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 (Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008) § C5.1.3.3.7.1 (Carichi verticali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte), ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m. In un rilevato correttamente consolidato, si può assumere una diffusione del carico con angolo di 30°. Ai

fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e dei muri laterali, i carichi orizzontali da traffico sui rilevati o sui terrapieni possono essere considerati assenti.

Si è quindi assunto un carico uniforme medio individuato come somma dei carichi dello schema 1, diffusi con un angolo di 30° fino a metà altezza del fusto spalla, pensati applicati in sommità spalla

Si considerano due condizioni di carico sul terrapieno

sovraccarico concomitante con impalcato carico	kN/m ²	9.00
sovraccarico concomitante con impalcato scarico	kN/m ²	40.41

COMBINAZIONE M1

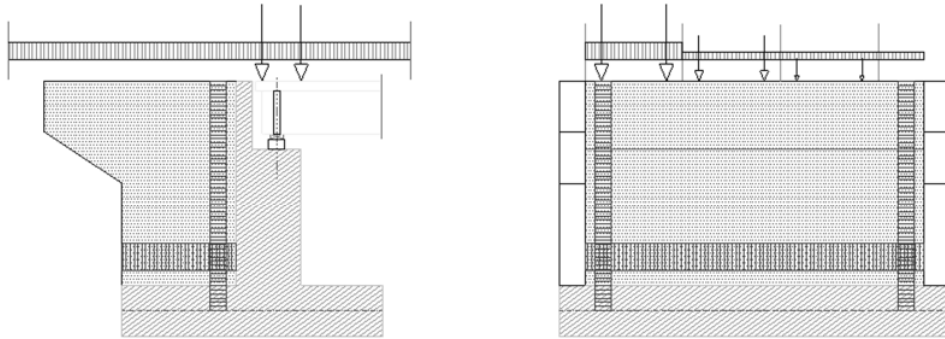
D.a) pressione concomitante con impalcato carico	$p_{2a} =$	kN/m ²	3.84
E.a) pressione concomitante con impalcato scarico	$p_{2b} =$	kN/m ²	17.23
Spinta concomitante con impalcato carico	$S_{2a} =$	kN	-327.89
Spinta concomitante con impalcato scarico	$S_{2b} =$	kN	-1472.11
agente alla quota da intradosso fondazione	$h_1 =$	m	1.24

Il diagramma delle pressioni, considerando la spinta riposo, è rettangolare.

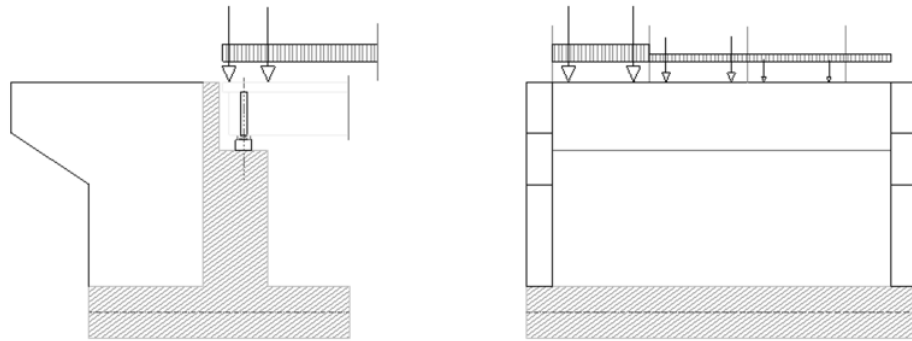
Si sono considerate le seguenti 4 combinazioni relative il sovraccarico (vedasi anche schema grafico):

- a Carichi rilevato ed impalcato contemporaneamente (strutt.+pavim.)
- b Carichi solo impalcato
- c Carichi solo rilevato + Permanenti portati (Impalcato: struttura+pavimentazione)
- d Assenza di impalcato

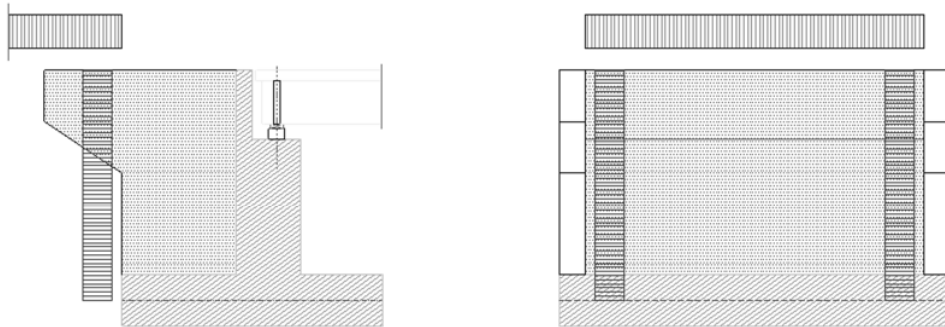
a) Carichi rilevato ed impalcato contemporaneamente (strutt.+pavim.)



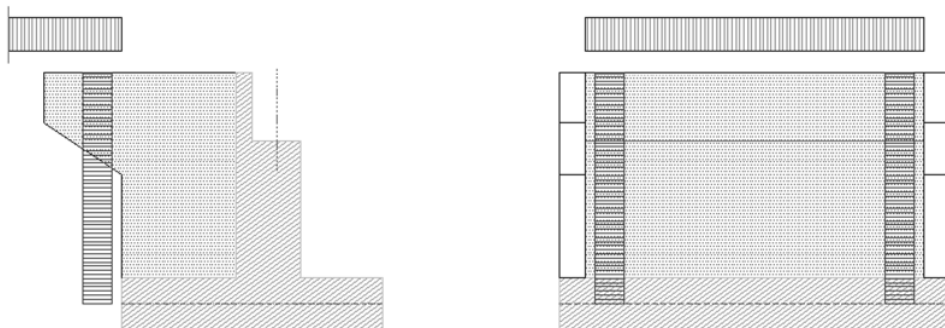
b) Carichi solo impalcato



c) Carichi solo rilevato + Permanenti portati (Impalcato: struttura+pavimentazione)



d) Assenza di impalcato



5.5.2.2.3 Spinta Relativa Al Terreno Di Valle

Prudenzialmente non si tiene conto del contributo alla stabilità offerto dalla spinta del terreno di valle.

5.5.2.2.4 Carico Sulla Platea Fondazione

	<i>SPALLA</i>			
	altezza totale della spalla	$H_{tot} =$	m	1.73
A2.a-A2.b)	pressione sulla fondazione - Terra	$p_t =$	kN/m ²	32.87
D.a-D.b)	pressione sulla fondazione - Sovraccarico (a)	$p_Q =$	kN/m ²	9.00
	<i>RISVOLTO SX</i>			
	altezza totale della spalla	$H_{tot} =$	m	10.73
A2.a-A2.b)	pressione sulla fondazione - Terra	$p_t =$	kN/m ²	203.87
D.a-D.b)	pressione sulla fondazione - Sovraccarico (a)	$p_Q =$	kN/m ²	9.00
	<i>RISVOLTO DX</i>			
	altezza totale della spalla	$H_{tot} =$	m	9.73
A2.a-A2.b)	pressione sulla fondazione - Terra	$p_t =$	kN/m ²	184.87
D.a-D.b)	pressione sulla fondazione - Sovraccarico (a)	$p_Q =$	kN/m ²	9.00

5.5.2.3 **AZIONE DEL VENTO**

L'azione del vento sulla spalla da inserire nel modello si ottiene dalla formula seguente

$$q_v = L \cdot p_v \cdot \xi_{str}$$

Dove:

Lunghezza spalla investita dal vento (m)	L	7.70
Pressione del vento (kN/m ²)	$p_v =$	250
Coefficiente di afferenza azioni spalla	$\xi_{str} =$	0.72
Azione del vento sulla spalla (kN/m)	$q_v =$	13.86

5.5.2.4 **AZIONE SISMICA**

5.5.2.4.1 Azioni Inerziali

L'inerzia del complesso spalla e terreno imbarcato si articola con i seguenti contributi elementari:

- Paraghiaia
- Fusto
- Muri di risvolto
- Orecchie
- Fondazione

M-N 1)	coefficiente sismico orizzontale = $a_{max}/g * \beta_m =$	$k_h =$		0.291
O1)	coefficiente sismico verticale = $0.5 k_h =$	$k_{v+} =$	"+-"	0.00

Inerzia terreno imbarcato

	<i>SPALLA</i>			
M1b)	Pressione applicata sul fusto	$S_{IT} = \gamma * B_{post} * k_h =$	kN/m ²	14.09
	Momento in asse platea	$M_{ITi} =$	kNm/m	39.36
	<i>RISVOLTO SX</i>			
N1bsx)	Pressione applicata sul risvolto	$S_{IT} = \gamma * B_{post} * k_h =$	kN/m ²	11.60

Momento in asse platea <i>RISVOLTO DX</i>	$M_{ITi} =$	kNm/m 761.16
N1bdx Pressione applicata sul risvolto	$S_{IT} = \gamma * B_{post} * k_h =$	kN/m ² 4.42
Momento in asse platea	$M_{ITi} =$	kNm/m 241.44

5.5.2.4.2 Spinta Terre

Le spinte delle terre sono calcolate in regime di spinta attiva; per il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni così come riportato nel § 7.11.6.2.1 del D.M., la spinta totale di progetto E_d può essere calcolato come:

$$S_t = 1/2 \times \gamma \times h_{tot}^2 \times k$$

dove il coefficiente di spinta del terreno è calcolato mediante la formula di Mononobe e Okabe.

Il punto di applicazione della spinta attiva è posto ad $h_{tot}/3$, mentre quello di applicazione della sovraspinta dinamica ad $h_{tot}/2$, con “ h_{tot} ” altezza del paramento su cui agisce la spinta delle terre.

La spinta delle terre vale:

Incremento di spinta del terreno			
coefficiente di spinta attiva (M1)	$k_a = \text{tg}^2(45^\circ - \phi/2) =$		0.271
Spinta Terreno Sismico			
SPALLA			
A2.c)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m 2.48
	(M1) pressione sismica massima alla base	$p_{1s} (M1) =$	kN/m ² 12.77
	(M1) spinta totale	$S_{1s} (M1) =$	kN/m 15.83
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_{1s} =$	m 0.827
RISVOLTO SX			
A2.c)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m 11.48
	(M1) pressione sismica massima alla base	$p_{1s} (M1) =$	kN/m ² 59.11
	(M1) spinta totale	$S_{1s} (M1) =$	kN/m 339.28
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_{1s} =$	m 3.827
RISVOLTO DX			
A2.c)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m 10.48
	(M1) pressione sismica massima alla base	$p_{1s} (M1) =$	kN/m ² 53.96
	(M1) spinta totale	$S_{1s} (M1) =$	kN/m 282.75
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_{1s} =$	m 3.493

L'incremento sismico delle spinte dovute al terreno risulta:

1) SPALLA

Approccio 1 - combinazione MI

	p_d	kN/m ² 22.131
	$E_d =$	kN/m 27.442
altezza muro+ 1/2 fondazione	$H =$	m 2.48
M-N 2A.+) incremento di spinta sismico	$D_{pd} = p_d - p_{1s} =$	kN/m ² 9.362

2) RISVOLTO SX

Approccio 1 - combinazione MI

	p_d	kN/m ² 102.443
	$E_d =$	kN/m 588.025
altezza risvolto sx+ 1/2 fondazione	$H =$	m 11.48
M-N 2A.+) incremento di spinta sismico	$D_{pd} = p_d - p_{1s} =$	kN/m ² 43.335

3) RISVOLTO DX

Approccio 1 - combinazione MI

	pd	kN/m ²	93.520
	Ed =	kN/m	490.043
altezza risolto sx+ 1/2 fondazione	H =	m	10.48
M-N 2A.+) incremento di spinta sismico	Dpd = pd - p1s =	kN/m ²	39.56

6 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D.M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2); risultano i seguenti tipi di verifiche:

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 1 – A1M1): $E_d \leq R_d$

Presso-Flessione

Taglio

Verifiche allo Stato Limite Raro: si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ e quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$.

Verifiche allo Stato Limite di Fessurazione (condizioni di esercizio, combinazione “frequente” e “quasi permanente”).

Verifiche alle azioni Sismiche (Approccio 1, combinazione 1 – A1M1): si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ e quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$

Presso-Flessione

Taglio

6.1 PARAGHIAIA

Il calcolo delle sollecitazioni viene istituito con riferimento alla condizione di massimo sovraccarico sul rilevato che secondo quanto prescritto nelle "Istruzioni al DM 2008

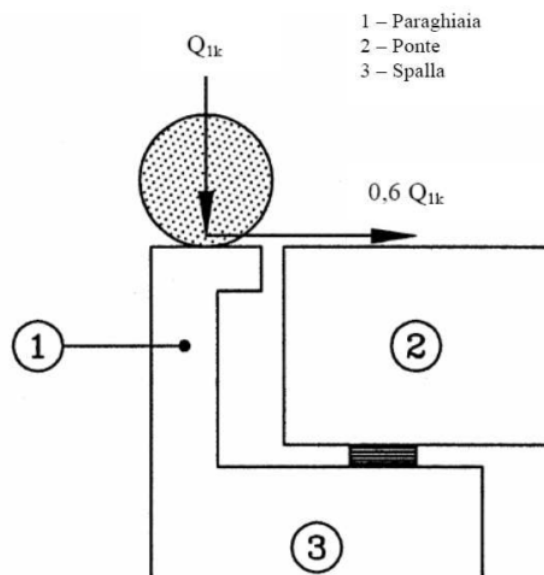
§ C5.1.3.3.7.1 Carichi verticali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte

"Ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m. In un rilevato correttamente consolidato, si può assumere una diffusione del carico con angolo di 30°".

§ C5.1.3.3.7.2 Carichi orizzontali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte

"Ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e dei muri laterali, i carichi orizzontali da traffico sui rilevati o sui terrapieni possono essere considerati assenti.

Per il calcolo dei muri paraghiaia si deve, invece, considerare un'azione orizzontale longitudinale di frenamento, applicata alla testa del muro paraghiaia (vedi Figura), di valore caratteristico pari al 60% del carico asse Q_{1k} . Pertanto, in ponti di 1ª categoria si considererà un carico orizzontale di 180 kN, concomitante con un carico verticale di 300 kN, mentre in ponti di 2ª categoria si considererà un carico orizzontale di 144 kN, concomitante con un carico verticale di 240 kN".



Carichi da traffico su muri paraghiaia

Si considera che agisca direttamente sul paraghiaia l'azione frenante di uno dei due carichi da 30 t costituenti il Q_{1k} , ripartita su una larghezza pari all'ingombro delle ruote del Q_{1k} aumentata della quantità derivante da una ripartizione a 45° sull'altezza del paraghiaia.

Si esamina la sezione d'incastro nella fondazione ed inoltre la sezione di incastro col risvolto, essendo questa in regime di tensoflessione.

6.1.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PARAGHIAIA

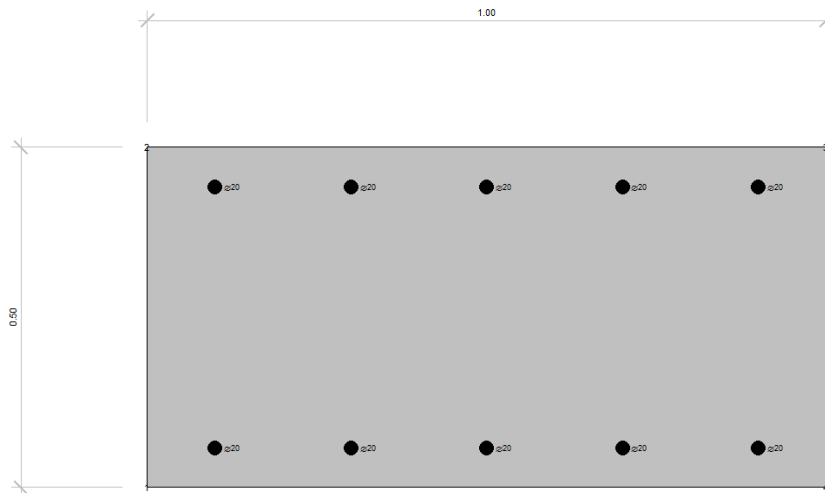
900	90304	906	529520	910	912	5354916	918	5495922	924	926	55056002	928	567569	936	933	940	942	944	946	948	950	952	954	956	953	960	962	964	966	968	970	972
901	90305	907	525538	911	913	5363817	919	5455423	925	927	55155793	929	564565	937	933	941	943	945	947	949	951	953	955	957	953	961	963	965	967	969	971	973



6.1.2 ARMATURA ADOTTATA PER LE VERIFICHE

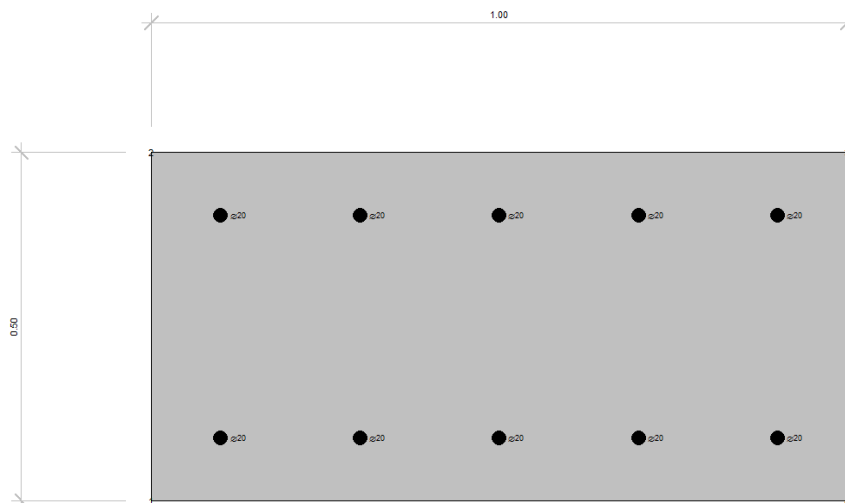
Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 (armatura orizzontale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	50.0	
Armatura tesa – lato contro terra (cm ²)	1Φ20/20	= 15.70
Copriferro c (cm)	4.80	
Armatura compressa – lato non contro terra (cm ²)	1Φ20/20	= 15.70
Copriferro armatura compressa c' (cm)	4.80	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	50.0	
Armatura tesa – lato contro terra (cm ²)	1Φ20/20	= 15.70
Copriferro c (cm)	7.80	
Armatura compressa – lato non contro terra (cm ²)	1Φ16/20	= 10.05
Copriferro armatura compressa c' (cm)	7.40	



6.1.2.1 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSO-FLESSIONE – DIREZIONE 1 (ARMATURA ORIZZONTALE)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-10048	-0.0035 (sez)	1229	0.01 (arm)
Mx	-256	0.01 (arm)	256	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.900 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-845	0.00	0.00	150	0
2	M1min - Elem.902 - Comb.26-1A) Ilc.1 V-A+ 2	-1039	0.00	0.00	-125	0
3	F1max Traz. - Elem.922 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	949	0.00	0.00	1	0
4	F1max Comp. - Elem.966 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	-2269	0.00	0.00	-16	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.0210	sezione
2	5.3655	sezione
3	1.2862	armatura
4	4.2771	sezione

6.1.2.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSO-FLESSIONE – DIREZIONE 2 (ARMATURA VERTICALE)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-10048	-0.0035 (sez)	1229	0.01 (arm)
Mx	-248	0.01 (arm)	248	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 1	-27	0.00	0.00	9	0
2	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 2	-35	0.00	0.00	11	0
3	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 3	-26	0.00	0.00	1	0
4	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 4	-35	0.00	0.00	2	0
5	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 5	-94	0.00	0.00	126	0
6	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 6	-103	0.00	0.00	129	0
7	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 7	-77	0.00	0.00	170	0
8	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 8	-86	0.00	0.00	173	0
9	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 9	-77	0.00	0.00	24	0
10	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 10	-86	0.00	0.00	27	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	56.0274	sezione
2	47.8386	sezione

3	317.0618	sezione
4	214.5397	sezione
5	2.2606	armatura
6	2.2311	armatura
7	1.5840	armatura
8	1.5694	armatura
9	22.0663	sezione
10	19.5055	sezione

6.1.2.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

DIREZIONE 1 – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-635	0.00	0.00	111 0
2	-767	0.00	0.00	-92 0
3	702	0.00	0.00	1 0
4	-1677	0.00	0.00	-12 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-715	0.00	0.00	76 0
2	-738	0.00	0.00	-72 0
3	654	0.00	0.00	0 0
4	-1523	0.00	0.00	-9 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-721	0.00	0.00	54 0
2	-730	0.00	0.00	-62 0
3	619	0.00	0.00	1 0
4	-1317	0.00	0.00	7 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_s max$	$\sigma_s min$
1	M1max - Elem.900 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.91	0.00	25.73	-47.55
2	M1min - Elem.902 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-3.37	0.00	3.02	-43.56
3	F1max Traz. - Elem.922 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	14.77	0.00	224.98	221.99
4	F1max Comp. - Elem.966 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-3.31	-2.82	-43.20	-48.75

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_s max$	$\sigma_s min$
1	M1max - Elem.900 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.89	0.00	-0.98	-37.81
2	M1min - Elem.902 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.84	0.00	-3.02	-37.34
3	F1max Traz. - Elem.550 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	13.88	0.00	208.24	208.24
4	F1max Comp. - Elem.966 - Comb.12b-3) IIa.2 A+	-2.97	-2.60	-39.62	-43.88

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_s max$	$\sigma_s min$
1	M1max - Elem.900 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.43	-0.20	-6.94	-32.58
2	M1min - Elem.902 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.61	-0.06	-5.38	-34.67
3	F1max Traz. - Elem.550 - Comb.1-4) Ic.1 A+	13.06	0.00	198.12	196.13
4	F1max Comp. - Elem.970 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.55	-2.26	-34.45	-37.77

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M1max - Elem.900 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=452.22$ a $x=500.00$ $y=452.22$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cs,eff} = 73926.11 \quad \rho_{eff} = 0.0212$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -0.98$$

$$\text{Copriferro} = 48.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000003$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 323.2136$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0009$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M1min - Elem.902 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 24.20$ a $x = 500.00$ $y = 24.20$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 66066.26 \quad \rho_{eff} = 0.0238$$

Tensione baricentrica = -3.02

Copriferro = 48.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000009$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 306.2009$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0027$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.550 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 66066.26 \quad \rho_{eff} = 0.0238$$

Tensione baricentrica = 208.24

Copriferro = 48.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 1.0000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000609$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 449.2018$

Ampiezza fessure $w_d = 0.2738$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.966 - Comb.12b-3) IIa.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 66066.26 \quad \rho_{eff} = 0.0238$$

Tensione baricentrica = -39.62

Copriferro = 48.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000116$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 306.2009$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0355$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.900 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 66066.26 \quad \rho_{eff} = 0.0238$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -32.58$$

$$\text{Copriferro} = 48.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000095$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 306.2009$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0292$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.902 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 66066.26 \quad \rho_{eff} = 0.0238$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -5.38$$

$$\text{Copriferro} = 48.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000016$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 306.2009$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0048$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.550 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 66066.26 \quad \rho_{eff} = 0.0238$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 196.13$$

$$\text{Copriferro} = 48.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.9935 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000574$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 447.3349$

Ampiezza fessure $w_d = 0.2568$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.970 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cs,eff} = 66066.26 \quad \rho_{eff} = 0.0238$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -37.77$$

$$\text{Copri ferro} = 48.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000111 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 306.2009$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0338 \quad (< 0.2000)$$

DIREZIONE 2 - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-24	0.00	0.00	8	0
2	-63	0.00	0.00	128	0
3	-24	0.00	0.00	8	0
4	-76	0.00	0.00	96	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-24	0.00	0.00	8	0
2	-63	0.00	0.00	29	0
3	-24	0.00	0.00	8	0
4	-63	0.00	0.00	29	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-24	0.00	0.00	8	0
2	-26	0.00	0.00	8	0
3	-24	0.00	0.00	8	0
4	-26	0.00	0.00	8	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	Mmax	-0.34	0.00	6.47	-2.52
2	Mmin	-5.65	0.00	200.79	-22.07
3	Fmax	-0.34	0.00	6.47	-2.52
4	Fmin	-4.23	0.00	141.31	-18.52

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	Mmax	-0.34	0.00	6.47	-2.52
2	Mmin	-1.25	0.00	30.28	-7.99
3	Fmax	-0.34	0.00	6.47	-2.52
4	Fmin	-1.25	0.00	30.28	-7.99

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	Mmax	-0.34	0.00	6.47	-2.52
2	Mmin	-0.33	0.00	5.93	-2.60
3	Fmax	-0.34	0.00	6.47	-2.52
4	Fmin	-0.33	0.00	5.93	-2.60

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: Verifica a Mmax

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=179.66$

a $x=500.00$ $y=179.66$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 196780.98 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 6.47$$

$$\text{Copriferro} = 80.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000019 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 697.9338$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0132 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Verifica a Mmin

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 156.83 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 156.83$$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 204391.65 \quad \rho_{eff} = 0.0077$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 30.28$$

$$\text{Copriferro} = 80.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000089 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 714.4072$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0633 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Verifica a Nmax

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 179.66 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 179.66$$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 196780.98 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 6.47$$

$$\text{Copriferro} = 80.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000019 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 697.9338$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0132 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Verifica a Nmin

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 156.83 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 156.83$$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 204391.65 \quad \rho_{eff} = 0.0077$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 30.28$$

$$\text{Copriferro} = 80.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000089$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 714.4072$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0633$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Verifica a Mmax

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 179.66$ a $x = 500.00$ $y = 179.66$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 196780.98 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

Tensione baricentrica = 6.47

Copriferro = 80.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000019$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 697.9338$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0132$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Verifica a Mmin

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 187.50$ a $x = 500.00$ $y = 187.50$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 194167.87 \quad \rho_{eff} = 0.0081$$

Tensione baricentrica = 5.93

Copriferro = 80.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000017$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 692.2778$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0120$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Verifica a Nmax

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 179.66$ a $x = 500.00$ $y = 179.66$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 196780.98 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

Tensione baricentrica = 6.47

Copriferro = 80.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000019$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=697.9338$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0132$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Verifica a Nmin

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=187.50$ a $x=500.00$ $y=187.50$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 194167.87 \quad \rho_{eff} = 0.0081$$

Tensione baricentrica = 5.93

Copriferro = 80.00

$K_1=0.8000$ $K_2=0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t=0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000017$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=692.2778$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0120$ (<0.2000)

6.1.2.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione – Direzione 1 :

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-140	0.00	0.00	120 0
2	-521	0.00	0.00	-55 0
3	563	0.00	0.00	11 0
4	-1203	0.00	0.00	-7 0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 1:

Comb. Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_s max$	$\sigma_s min$
1 M1max - Elem.900 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-4.50	0.00	148.24	-39.20
2 M1min - Elem.902 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	-2.10	0.00	-0.85	-27.45
3 F1max Traz. - Elem.922 - Comb.18-5A) c.1 M1 Y-++	10.36	0.00	197.44	160.97
4 F1max Comp. - Elem.966 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y-++	-2.34	-2.05	-31.32	-34.64

Parametri di sollecitazione – Direzione 2 :

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-27	0.00	0.00	22 0
2	-25	0.00	0.00	22 0
3	-25	0.00	0.00	-10 0
4	-23	0.00	0.00	-11 0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 2:

Comb. Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_s max$	$\sigma_s min$
1 Mmax	-0.97	0.00	29.34	-4.87
2 Mmin	-0.97	0.00	29.97	-4.74
3 Fmax	-0.43	0.00	9.49	-2.92
4 Fmin	-0.48	0.00	11.75	-2.98

6.1.2.5 VERIFICA A TAGLIO

La massima sollecitazione a taglio è stata individuata in condizione statiche ed è pari a $T=103kN$.

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.13)$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

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

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

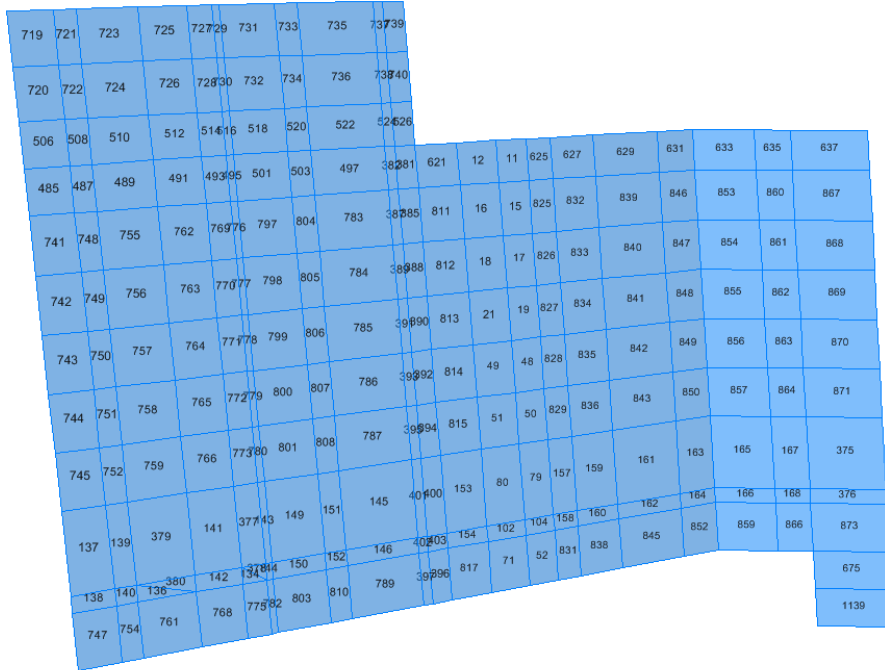
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

V_{Ed}	103.00	kN
N_{Ed}	0	kN
R_{ck}	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{cd}	18.8	
b_w	1000	mm
h	500	mm
c	50	mm
d	450	mm
ϕ	20	mm
n°	5	
A_{sl}	1570.00	mm ²
ρ_l	0.003	
σ_{cp}	0.0	N/mm ²
k	1.6667	
v_{min}	0.4339	
	203.63	kN
	195.26	kN
V_{rd}	203.63	kN
SEZIONE VERIFICATA A TAGLIO		

6.2 MURI DI RISVOLTO

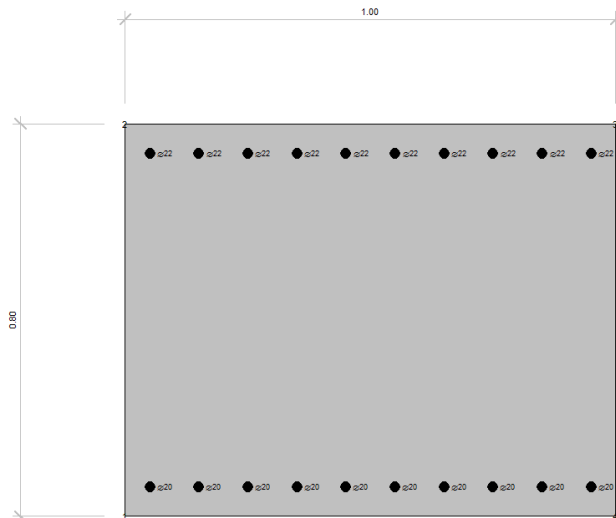
6.2.1 NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO SINISTRO



6.2.2 ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO SINISTRO

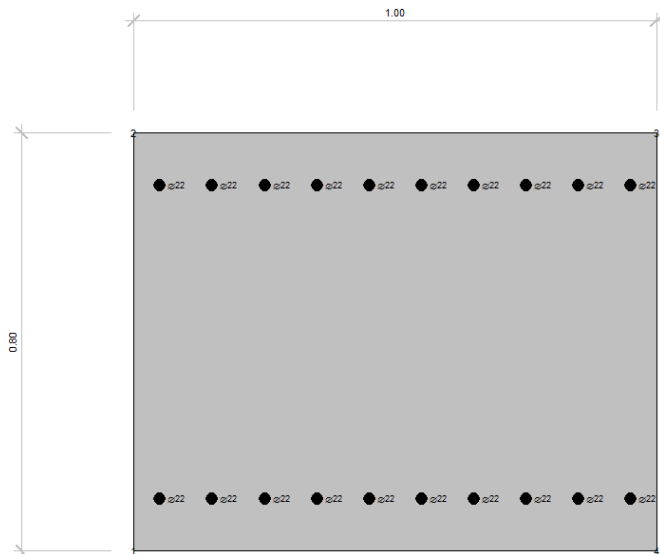
Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 (armatura orizzontale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.0	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro c (cm)	7.30	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro c' (cm)	7.30	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.0	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro c (cm)	5.10	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro armatura compressa c' (cm)	5.10	



6.2.3 VERIFICHE RISVOLTO SINISTRO

6.2.3.1 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSO-FLESSIONE – DIREZIONE 1 (ARMATURA ORIZZONTALE)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-17085	-0.0035 (sez)	2975	0.01 (arm)
Mx	-1033	0.01 (arm)	1033	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.839 - Comb.44-1A) IId.2 V+A+ 2	-122	0.00	0.00	969	0
2	M1min - Elem.846 - Comb.26-1A) Ilc.1 V-A+ 2	-564	0.00	0.00	-251	0
3	F1max Traz. - Elem.850 - Comb.26-1A) Ilc.1 V-A+ 2	818	0.00	0.00	557	0
4	F1max Comp. - Elem.839 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-915	0.00	0.00	747	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.1145	armatura
2	9.1187	sezione
3	1.2242	armatura
4	2.2400	armatura

6.2.3.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSO-FLESSIONE – DIREZIONE 2 (ARMATURA VERTICALE)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-17085	-0.0035 (sez)	2975	0.01 (arm)

Mx -965 0.01 (arm) 965 0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	44-1A) IId.2 V+A+ 2 - Elem.501 - Comb.26-1A) IId.1 V-A+ 2	-272	0.00	0.00	738	0
2	26-1A) IId.1 V-A+ 2 - Elem.394 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-411	0.00	0.00	-519	0
3	26-1A) IId.1 V-A+ 2 - Elem.849 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	902	0.00	0.00	57	0
4	16a-1A) IId.1 V+A+ 2 - Elem.15 - Comb.16a-1A) IId.1 V+A+ 2	-1000	0.00	0.00	521	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.4647	armatura
2	2.4171	sezione
3	2.7246	armatura
4	3.8313	sezione

6.2.3.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

DIREZIONE 1 – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-91	0.00	0.00	718	0
2	-418	0.00	0.00	-186	0
3	606	0.00	0.00	413	0
4	-676	0.00	0.00	553	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-81	0.00	0.00	590	0
2	-363	0.00	0.00	-162	0
3	529	0.00	0.00	355	0
4	-606	0.00	0.00	529	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-80	0.00	0.00	490	0
2	-327	0.00	0.00	-146	0
3	479	0.00	0.00	316	0
4	-517	0.00	0.00	513	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.839 - Comb.22-2) IId.2 A+	-7.46	0.00	269.75	-80.89
2	M1min - Elem.846 - Comb.13b-2) IId.1 V-A+	-2.15	0.00	28.61	-27.36
3	F1max Traz. - Elem.850 - Comb.13b-2) IId.1 V-A+	-3.23	0.00	237.86	-25.26
4	F1max Comp. - Elem.839 - Comb.8a-2) IId.1 V+A+	-6.21	0.00	138.90	-74.28

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.839 - Comb.15-3) IId.2 A+	-6.29	0.00	226.69	-68.26
2	M1min - Elem.846 - Comb.14-3) IId.2 A+	-1.87	0.00	24.97	-23.81
3	F1max Traz. - Elem.850 - Comb.10-3) IId.1 A+	-2.76	0.00	205.68	-21.41
4	F1max Comp. - Elem.839 - Comb.12a-3) IId.2 A+	-5.92	0.00	137.21	-70.43

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.839 - Comb.4-4) Id.2 A+	-5.11	0.00	181.88	-55.64
2	M1min - Elem.846 - Comb.3-4) Id.2 A+	-1.69	0.00	22.51	-21.46
3	F1max Traz. - Elem.850 - Comb.1-4) Id.1 A+	-2.44	0.00	184.15	-18.72
4	F1max Comp. - Elem.839 - Comb.3-4) Id.2 A+	-5.70	0.00	140.69	-67.13

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M1max - Elem.839 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=217.91$ a $x=500.00$ $y=217.91$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 216.98$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000635 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 311.6202$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1979 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M1min - Elem.846 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=403.22$ a $x=500.00$ $y=403.22$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 24.48$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000072 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 311.6202$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0223 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.850 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=120.58$ a $x=500.00$ $y=120.58$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 202.74$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000593 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 311.6202$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1849 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.839 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=293.18$ a $x=500.00$ $y=293.18$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 134.56$$

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000394$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 311.6202$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1227$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.839 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 219.29$ a $x = 500.00$ $y = 219.29$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 206227.44$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 181.88

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000532$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 369.5004$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1967$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.846 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 408.14$ a $x = 500.00$ $y = 408.14$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 196046.24$ $\rho_{eff} = 0.0194$

Tensione baricentrica = 22.51

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000066$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 359.4834$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0237$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.850 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 122.75$ a $x = 500.00$ $y = 122.75$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 206227.44$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 184.15

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000539$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 369.5004$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1991$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.839 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 279.65$ a $x = 500.00$ $y = 279.65$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cs,eff} = 206227.44$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 140.69

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000412$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 369.5004$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1522$ (< 0.2000)

DIREZIONE 2 - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-201	0.00	0.00	547	0
2	-304	0.00	0.00	-384	0
3	668	0.00	0.00	42	0
4	-735	0.00	0.00	387	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-229	0.00	0.00	468	0
2	-313	0.00	0.00	-332	0
3	601	0.00	0.00	34	0
4	-600	0.00	0.00	389	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-215	0.00	0.00	360	0
2	-318	0.00	0.00	-298	0
3	558	0.00	0.00	29	0
4	-430	0.00	0.00	-112	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.501 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-6.68	0.00	205.27	-56.53
2	M2min - Elem.394 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-4.78	0.00	124.44	-43.67
3	F2max - Elem.849 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	4.21	0.00	106.40	69.30
4	F2min - Elem.15 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-4.90	0.00	77.69	-51.88

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.15 - Comb.11-3) IId.1 A+	-5.75	0.00	168.78	-49.85
2	M2min - Elem.394 - Comb.15-3) IId.2 A+	-4.15	0.00	101.64	-38.84
3	F2max - Elem.849 - Comb.11-3) IId.1 A+	3.95	0.00	93.96	64.14
4	F2min - Elem.15 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-4.92	0.00	92.76	-49.99

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.15 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.45	0.00	125.09	-39.29

2	M2min - Elem.394 - Comb.4-4) Id.2 A+	-3.74	0.00	86.92	-35.64
3	F2max - Elem.849 - Comb.2-4) Id.1 A+	3.76	0.00	86.11	60.68
4	F2min - Elem.845 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.43	0.00	6.25	-17.48

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: 15-3) II.d.2 A+ - Elem.15 - Comb.11-3) II.d.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=239.76$ a $x=500.00$ $y=239.76$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cs,eff} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 159.88$$

$$\text{Copriferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000468 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.4906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1996 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: 14-3) II.c.2 A+ - Elem.394 - Comb.15-3) II.d.2 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=528.34$ a $x=500.00$ $y=528.34$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cs,eff} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 96.04$$

$$\text{Copriferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000281 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.4906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1199 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: 10-3) II.c.1 A+ - Elem.849 - Comb.11-3) II.d.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cs,eff} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 65.38$$

$$\text{Copriferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.8253 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000191 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 566.8350$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1085 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: 12a-3) II.a.2 A+ - Elem.15 - Comb.8a-3) II.a.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=319.68$ a $x=500.00$ $y=319.68$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c,ls,eff} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 87.42$$

$$\text{Copriferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000256 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.4906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1091 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.15 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=243.43$ a $x=500.00$ $y=243.43$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c,ls,eff} = 246227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0154$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 125.09$$

$$\text{Copriferro} = 89.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000366 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 544.8550$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1995 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.394 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=525.52$ a $x=500.00$ $y=525.52$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c,ls,eff} = 246227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0154$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.92$$

$$\text{Copriferro} = 89.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000254 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 544.8550$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1386 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: F1max - Elem.849 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c,ls,eff} = 246227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0154$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 60.68$$

Copriferro = 89.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.8124$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000178$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 696.1959$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1236$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Flmin - Elem.845 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 257.96$ a $x = 500.00$ $y = 257.96$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 185986.16$ $\rho_{eff} = 0.0204$

Tensione baricentrica = 6.25

Copriferro = 89.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000018$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 485.5856$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0089$ (< 0.2000)

6.2.3.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Direzione 1:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-63	0.00	0.00	886	0
2	-451	0.00	0.00	-223	0
3	673	0.00	0.00	501	0
4	-739	0.00	0.00	854	0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M1max - Elem.839 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	-9.15	0.00	338.67	-98.60
2	M1min - Elem.846 - Comb.18-5A) c.1 M1 Y-++	-2.57	0.00	38.57	-32.28
3	F1max Traz. - Elem.849 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-4.06	0.00	280.68	-33.20
4	F1max Comp. - Elem.839 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-9.41	0.00	247.62	-109.60

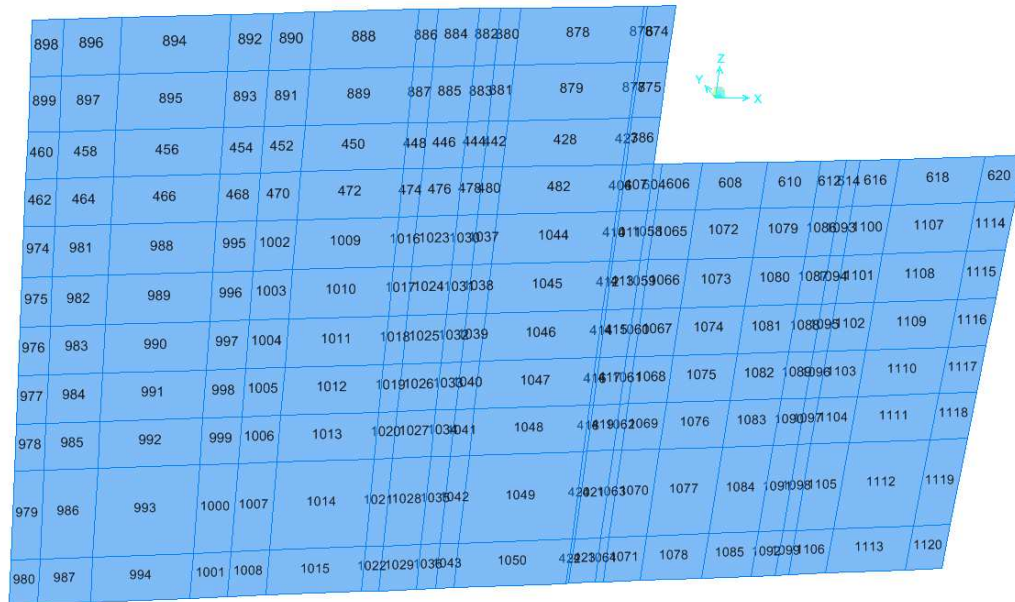
Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Direzione 2:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-272	0.00	0.00	738	0
2	-411	0.00	0.00	-519	0
3	902	0.00	0.00	57	0
4	-1000	0.00	0.00	521	0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 2:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M1max - Elem.501 - Comb.26-1A) Ilc.1 V-A+2	-9.02	0.00	277.14	-76.35
2	M1min - Elem.394 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+2	-6.46	0.00	168.16	-59.00
3	F1max - Elem.849 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+2	5.69	0.00	143.63	93.65
4	F1min - Elem.15 - Comb.16a-1A) Ila.1 V+A+2	-6.60	0.00	103.79	-70.05

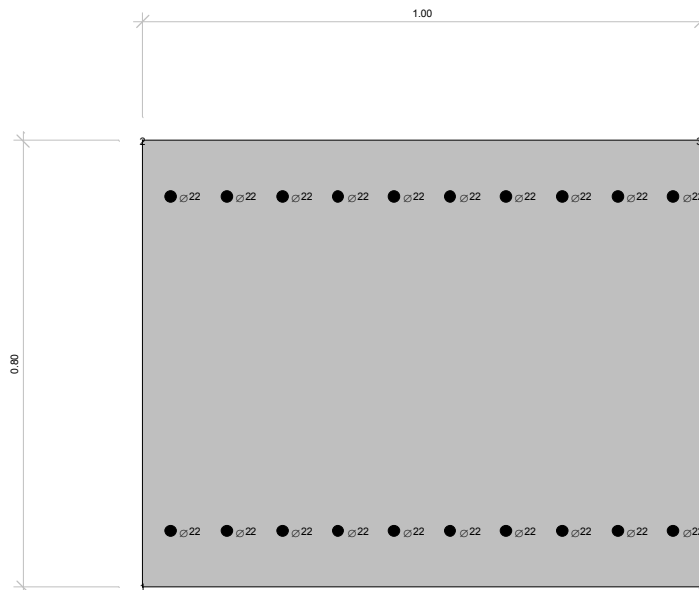
6.2.4 NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO DESTRO



6.2.5 ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO DESTRO

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 (armatura orizzontale):

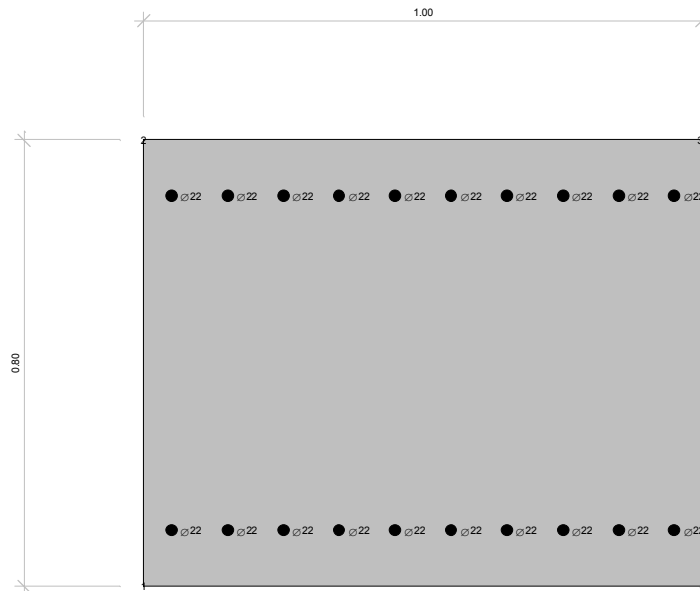
Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.0	
Armatura tesa – lato contro terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro c (cm)	7.30	
Armatura compressa – lato non contro terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro armatura compressa c' (cm)	7.30	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
------------------	-------	--

Altezza h (cm)	80.0	
Armatura tesa – lato contro terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro c (cm)	5.10	
Armatura compressa – lato non contro terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro armatura compressa c' (cm)	5.10	



6.2.5.1 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSO-FLESSIONE – DIREZIONE 1 (ARMATURA ORIZZONTALE)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-17085	-0.0035 (sez)	2975	0.01 (arm)
Mx	-1033	0.01 (arm)	1033	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.1009 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-211	0.00	0.00	696	0
2	M1min - Elem.452 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-110	0.00	0.00	-293	0
3	F1max Traz. - Elem.876 - Comb.26-1A) IIf.1 V-A+ 2	595	0.00	0.00	152	0
4	F1max Comp. - Elem.411 - Comb.24-1A) IIf.1 V+A+ 2	-477	0.00	0.00	242	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.6524	armatura
2	4.0277	sezione
3	2.8661	armatura
4	9.0413	sezione

6.2.5.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSO-FLESSIONE – DIREZIONE 2 (ARMATURA VERTICALE)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-17085	-0.0035 (sez)	2975	0.01 (arm)
Mx	-965	0.01 (arm)	965	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.898 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	72	0.00	0.00	933	0
2	M1min - Elem.979 - Comb.24-1A) IIf.1 V+A+ 2	-87	0.00	0.00	-615	0

3	F1max Traz - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	322	0.00	0.00	1	0
4	F1max Comp- Comb.18b-1A) Ila.1 V-A+ 2	-724	0.00	0.00	461	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.0109	armatura
2	1.6355	sezione
3	9.1415	armatura
4	3.7971	sezione

6.2.5.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

DIREZIONE 1 – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-157	0.00	0.00	515	0
2	-82	0.00	0.00	-217	0
3	440	0.00	0.00	112	0
4	-353	0.00	0.00	179	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-173	0.00	0.00	412	0
2	-70	0.00	0.00	-168	0
3	362	0.00	0.00	79	0
4	-295	0.00	0.00	148	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-151	0.00	0.00	350	0
2	-62	0.00	0.00	-136	0
3	311	0.00	0.00	60	0
4	-257	0.00	0.00	127	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.1009 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-5.44	0.00	182.61	-60.20
2	M1min - Elem.452 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-2.30	0.00	74.97	-25.67
3	F1max Traz. - Elem.876 - Comb.13b-2) Ilc.1 V-A+	0.46	0.00	101.11	14.53
4	F1max Comp. - Elem.411 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-2.06	0.00	31.89	-25.85

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.1016 - Comb.11-3) IId.1 A+	-4.40	0.00	140.42	-49.21
2	M1min - Elem.452 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.79	0.00	57.32	-20.05
3	F1max Traz. - Elem.876 - Comb.14-3) Ilc.2 A+	0.78	0.00	78.18	17.05
4	F1max Comp. - Elem.411 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-1.70	0.00	25.99	-21.38

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.1016 - Comb.2-4) Id.1 A+	-3.74	0.00	118.81	-41.89
2	M1min - Elem.452 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.46	0.00	45.78	-16.35
3	F1max Traz. - Elem.876 - Comb.3-4) Ic.2 A+	0.91	0.00	64.12	17.70
4	F1max Comp. - Elem.411 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.46	0.00	21.95	-18.38

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M1max - Elem.1016 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=236.46$ a $x=500.00$ $y=236.46$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cls,eff} = 206227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0184$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 140.42$$

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000411$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 369.5004$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1519$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: MImin - Elem.452 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 563.76$ a $x = 500.00$ $y = 563.76$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 206227.44$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 57.32

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000168$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 369.5004$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0620$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: FImax Traz. - Elem.876 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 206227.44$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 17.05

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5698$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000050$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 397.8086$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0199$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: FImax Comp. - Elem.411 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 366.90$ a $x = 500.00$ $y = 366.90$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 204365.79$ $\rho_{eff} = 0.0186$

Tensione baricentrica = 25.99

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000076$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 367.6687$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0280$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.1016 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 237.25$ a $x = 500.00$ $y = 237.25$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 206227.44$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 118.81

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000348$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 369.5004$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1285$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.452 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 561.06$ a $x = 500.00$ $y = 561.06$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 206227.44$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 45.78

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000134$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 369.5004$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0495$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.876 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 206227.44$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 17.70

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5997$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000052$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 409.9494$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0212$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.411 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=369.91$ a $x=500.00$ $y=369.91$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cs,eff} = 203362.07 \quad \rho_{eff} = 0.0187$$

Tensione baricentrica = 21.95

Copriferro = 49.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000064$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 366.6812$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0236$ (< 0.2000)

DIREZIONE 2 - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	55	0.00	0.00	692 0
2	-63	0.00	0.00	-455 0
3	238	0.00	0.00	3 0
4	-534	0.00	0.00	342 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	52	0.00	0.00	450 0
2	-76	0.00	0.00	-393 0
3	205	0.00	0.00	-42 0
4	-471	0.00	0.00	341 0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	20	0.00	0.00	350 0
2	-86	0.00	0.00	-320 0
3	176	0.00	0.00	-46 0
4	-402	0.00	0.00	-288 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	σ_s_{max}	σ_s_{min}
1	M2max - Elem.898 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-8.23	0.00	298.75	-63.07
2	M2min - Elem.979 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-5.49	0.00	184.11	-44.33
3	F2max - Elem.876 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	1.98	0.00	32.49	30.04
4	F2min - Elem.411 - Comb.9b-2) IIa.1 V-A+	-4.32	0.00	80.79	-44.03

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	σ_s_{max}	σ_s_{min}
1	M2max - Elem.898 - Comb.15-3) IId.2 A+	-5.88	0.00	219.23	-45.56
2	M2min - Elem.979 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-4.61	0.00	154.76	-43.58
3	F2max - Elem.876 - Comb.12b-3) IIa.2 A+	0.23	0.00	45.65	8.27
4	F2min - Elem.411 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-4.17	0.00	85.16	-42.00

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	σ_s_{max}	σ_s_{min}
1	M2max - Elem.898 - Comb.4-4) Id.2 A+	-3.98	0.00	145.71	-31.11
2	M2min - Elem.979 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-3.77	0.00	122.96	-36.08
3	F2max - Elem.876 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-0.12	0.00	43.36	3.37
4	F2min - Elem.1008 - Comb.2-4) Id.1 A+	-3.55	0.00	71.91	-38.89

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.898 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=201.35$ a $x=500.00$ $y=201.35$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 179.12$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000524 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 311.6202$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1634 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.979 - Comb.14-3) IIc.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 578.32 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 578.32$$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 141.92$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000415 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 311.6202$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1294 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: F2max Traz. - Elem.876 - Comb.12b-3) IIa.2 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 42.79$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5978 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000125 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 345.9680$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0433 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: F2max Comp. - Elem.411 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 313.40 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 313.40$$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 78.45$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000230$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 311.6202$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0715$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.898 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 209.10$ a $x = 500.00$ $y = 209.10$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cls,eff} = 226227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0168$$

Tensione baricentrica = 145.71

Copriferro = 69.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000426$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 457.1777$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1950$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.979 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 579.35$ a $x = 500.00$ $y = 579.35$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cls,eff} = 246227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0154$$

Tensione baricentrica = 122.96

Copriferro = 89.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000360$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 544.8550$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1961$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max - Elem.876 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 772.25$ a $x = 500.00$ $y = 772.25$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cls,eff} = 246227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0154$$

Tensione baricentrica = 43.36

Copriferro = 89.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000127$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=544.8550$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0692$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2min - Elem.1008 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=502.40$ a $x=500.00$ $y=502.40$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cls,eff} = 246227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0154$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 71.91$$

$$\text{Copriferro} = 89.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000210$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=544.8550$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1147$ (<0.2000)

6.2.5.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Direzione 1:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-166	0.00	0.00	580	0
2	-88	0.00	0.00	-283	0
3	385	0.00	0.00	132	0
4	-312	0.00	0.00	154	0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\max}$	$\sigma_{s\min}$
1	M1max - Elem.1009 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y--+	-6.12	0.00	206.80	-67.53
2	M1min - Elem.452 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y--+	-2.99	0.00	100.07	-33.11
3	F1max Traz. - Elem.876 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y--+	-0.43	0.00	101.54	2.27
4	F1max Comp. - Elem.411 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y--+	-1.77	0.00	26.59	-22.30

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Direzione 2:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	63	0.00	0.00	694	0
2	-33	0.00	0.00	-555	0
3	281	0.00	0.00	-143	0
4	-520	0.00	0.00	-189	0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 2:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\max}$	$\sigma_{s\min}$
1	M2max - Elem.898 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-7.86	0.00	291.80	-61.00
2	M2min - Elem.884 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-6.45	0.00	228.02	-59.67
3	F2max - Elem.1120 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-1.24	0.00	97.57	-5.34
4	F2min - Elem.980 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-2.34	0.00	22.65	-28.50

6.2.6 VERIFICA A TAGLIO RISVOLTI

La massima sollecitazione a taglio per entrambi i risvolti è stata individuata in condizione statiche ed è pari a $T=632\text{kN}$.

L'entità di tale sollecitazione richiede un'apposita armatura a taglio dei risvolti tramite spille: $\phi 12$ in numero di $10/\text{m}^2$. La verifica infatti porge:

$$V_{rd} = 746.49 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 632.00 \text{ kN}$$

Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

V_{rsd}	=	746.49	kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd}	=	2189.37	kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed}	=	0.00	kN	Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

θ	=	21.80	°	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b	=	100.00	cm	Larghezza utile della sezione
d	=	75.00	cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf}	=	12	mm	Diametro staffe
A_{sw}	=	565.2	mm ²	Area armatura trasversale
	=	5	cm	n°braccia staffe
s	=	50	cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α	=	90	°	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk}	=	450	N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

6.3 PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA

6.3.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA

Si riporta di seguito lo schema della numerazione degli elementi frame individuati nel programma di calcolo.

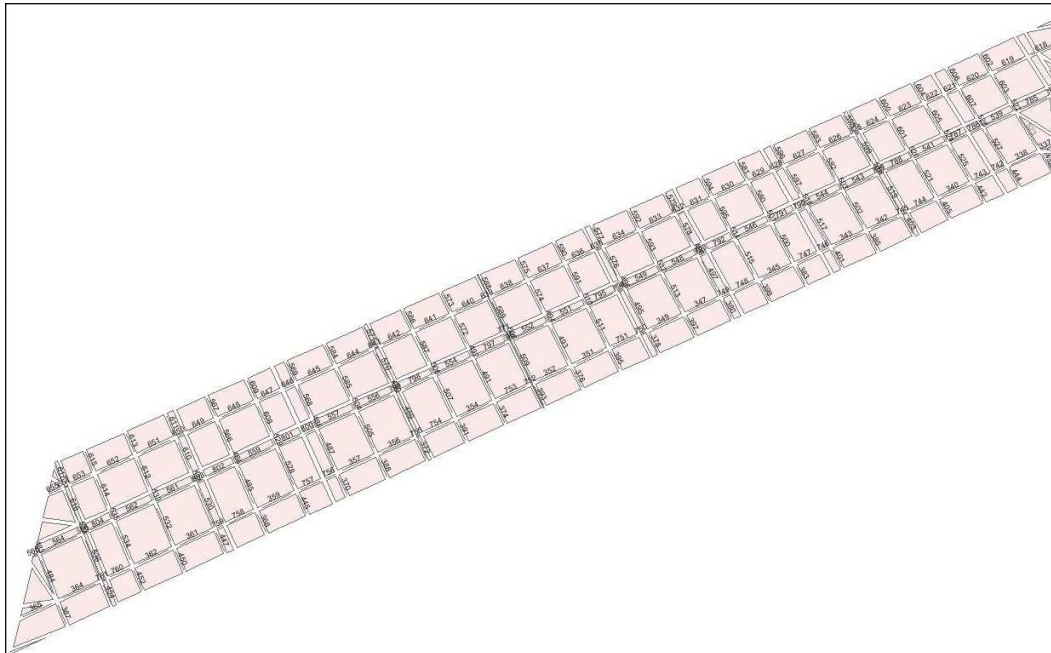


Figura 6.1 Fondazione paraghiaia

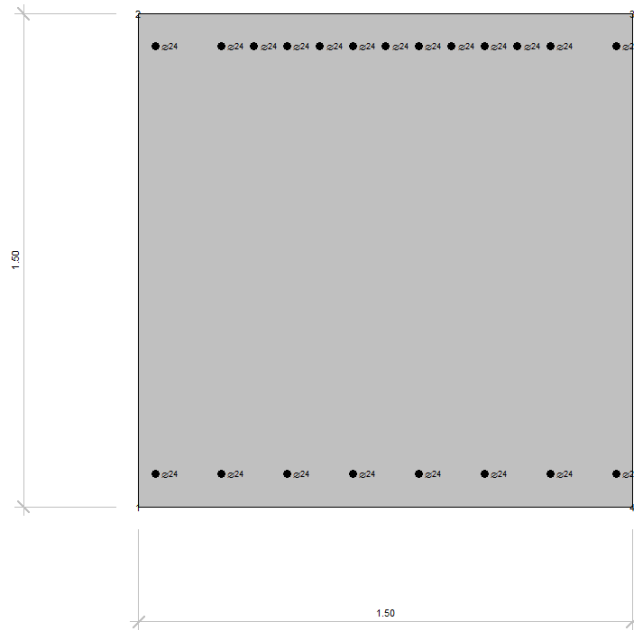
Di seguito si procederà alle verifiche degli elementi con cui si è operata la schematizzazione della platea in oggetto. In senso longitudinale al ponte essa è stata suddivisa in 27 frame (elementi S3.1) di larghezza 150cm e altezza pari a quella della platea stessa (150cm) mentre in senso trasversale si sono ricavati 3 elementi frame (elementi S3.2), ciascuno di larghezza 186cm in modo da coprire l'intera larghezza della platea pari a complessivi 560cm.

6.3.2 ELEMENTI LONGITUDINALI – S3.1

6.3.2.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S3.1

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S3.1):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ24/20	= 33.90
Copriferro c (cm)	7.60	
Armatura intradosso - tipica(cm ²)	1Φ24/20	= 33.90
Armatura aggiuntiva intradosso (sotto i pali) (cm ²)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	7.60	



6.3.2.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-34563	-0.0035 (sez)	2832	0.01 (arm)
Mx	-1874	0.01 (arm)	3041	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.616 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	456	0.00	0.00	1165	0
2	M3min - Elem.585 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-278	0.00	0.00	1129	0
3	Pmax Traz. - Elem.523 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	1278	0.00	0.00	602	0
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-868	0.00	0.00	552	0
5	smax - Elem.523 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	1278	0.00	0.00	600	0
6	smin - Elem.483 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-868	0.00	0.00	552	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.0689	armatura
2	3.2233	armatura
3	2.0888	armatura
4	14.6520	sezione
5	2.0926	armatura
6	14.6520	sezione

6.3.2.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	337	0.00	0.00	863	0
2	-206	0.00	0.00	838	0
3	947	0.00	0.00	446	0
4	-644	0.00	0.00	408	0
5	947	0.00	0.00	444	0
6	-644	0.00	0.00	408	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	328	0.00	0.00	803	0

2	-147	0.00	0.00	670	0
3	714	0.00	0.00	342	0
4	-514	0.00	0.00	335	0
5	714	0.00	0.00	357	0
6	-514	0.00	0.00	335	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	26	0.00	0.00	429	0
2	-109	0.00	0.00	564	0
3	568	0.00	0.00	277	0
4	-431	0.00	0.00	290	0
5	568	0.00	0.00	302	0
6	-431	0.00	0.00	290	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.616 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-2.15	0.00	140.76	-19.83
2	M3min - Elem.585 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.34	0.00	94.40	-25.89
3	Pmax Traz. - Elem.523 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	1.88	0.00	138.81	36.13
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.12	0.00	12.89	-14.69
5	smax - Elem.523 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	1.91	0.00	138.61	36.46
6	smin - Elem.483 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.12	0.00	12.89	-14.69

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.616 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-1.99	0.00	132.21	-18.22
2	M3min - Elem.585 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.87	0.00	76.83	-20.54
3	Pmax Traz. - Elem.523 - Comb.10-3) IIc.1 A+	1.32	0.00	105.44	25.95
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-0.92	0.00	11.20	-12.06
5	smax - Elem.523 - Comb.10-3) IIc.1 A+	1.08	0.00	107.40	22.76
6	smin - Elem.483 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-0.92	0.00	11.20	-12.06

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.582 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.15	0.00	58.55	-11.86
2	M3min - Elem.585 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.57	0.00	65.80	-17.15
3	Pmax Traz. - Elem.523 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.97	0.00	84.52	19.60
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-0.80	0.00	10.28	-10.43
5	smax - Elem.523 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.58	0.00	87.79	14.28
6	smin - Elem.483 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-0.80	0.00	10.28	-10.43

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.616 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=255.53$ a $x=750.00$ $y=255.53$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{els,eff} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 129.60$$

$$\text{Copri ferro} = 64.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \epsilon_{sm} = 0.000387 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 462.6897$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1791 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.585 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=377.16$ a $x=750.00$ $y=377.16$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cls,eff} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

Tensione baricentrica = 75.22

Copriferro = 64.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000220$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1019$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.523 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cls,eff} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

Tensione baricentrica = 103.84

Copriferro = 64.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.6124 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000304$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 517.7777$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1574$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.14-3) Ilc.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=785.15$ a $x=750.00$ $y=785.15$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cls,eff} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

Tensione baricentrica = 11.08

Copriferro = 64.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000032$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0150$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.523 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cls,eff} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

Tensione baricentrica = 105.74

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5950$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000309$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 509.2356$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1576$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.483 - Comb.14-3) Ilc.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 785.15$ a $x = 750.00$ $y = 785.15$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 353281.27$ $\rho_{eff} = 0.0166$

Tensione baricentrica = 11.08

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000032$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0150$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.582 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 318.92$ a $x = 750.00$ $y = 318.92$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0151$

Tensione baricentrica = 58.55

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000171$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 569.2648$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0976$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.585 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 368.78$ a $x = 750.00$ $y = 368.78$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0151$

Tensione baricentrica = 65.80

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000193$ Distanza fessure $\Delta_s \max = 569.2648$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1096$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.523 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0151$

Tensione baricentrica = 84.52

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5816$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000247$ Distanza fessure $\Delta_s \max = 613.3200$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1517$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 754.69$ a $x = 750.00$ $y = 754.69$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0151$

Tensione baricentrica = 10.28

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000030$ Distanza fessure $\Delta_s \max = 569.2648$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0171$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.523 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0151$

Tensione baricentrica = 87.79

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5462$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000257$ Distanza fessure $\Delta_s \max = 594.2021$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1527$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.483 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=754.69$ a $x=750.00$ $y=754.69$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{els,eff} = 389281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0151$$

Tensione baricentrica = 10.28

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000030$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 569.2648$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0171$ (< 0.2000)

6.3.2.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	423	0.00	0.00	998	0
2	-282	0.00	0.00	1241	0
3	1244	0.00	0.00	561	0
4	-817	0.00	0.00	569	0
5	1244	0.00	0.00	561	0
6	-817	0.00	0.00	569	0

Tensioni massime nei materiali:

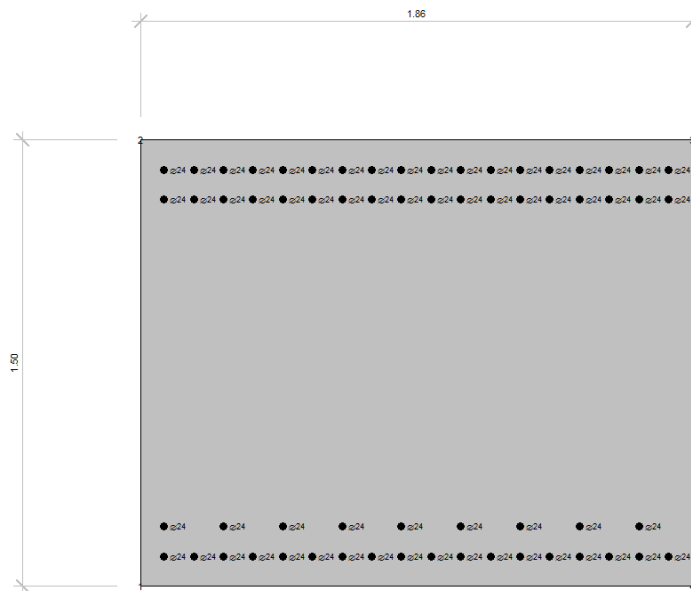
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	σ_s_{max}	σ_s_{min}
1	M3max - Elem.485 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-2.46	0.00	165.58	-22.40
2	M3min - Elem.585 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-3.46	0.00	141.58	-38.14
3	Pmax Traz. - Elem.523 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	2.86	0.00	179.14	52.63
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-1.58	0.00	21.43	-20.44
5	smax - Elem.523 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	2.86	0.00	179.14	52.63
6	smin - Elem.483 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-1.58	0.00	21.43	-20.44

6.3.3 ELEMENTI TRASVERSALI – S3.2

6.3.3.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S3.2

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S3.2):

Larghezza b (cm)	186.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso 1° strato (cm2)	1 Φ 24/10	= 84.07
Copriferro estradosso c1 1°strato (cm)	5.20	
Armatura estradosso 2° strato (cm2)	1 Φ 24/20	= 42.04
Copriferro estradosso c2 2°strato (cm)	11.80	
Armatura intradosso 1° strato (cm2)	1 Φ 24/10	= 84.07
Copriferro armatura intradosso c1' (cm)	5.20	
Armatura intradosso 2° strato (cm2)	1 Φ 24/10	= 84.07
Copriferro c2' 2°strato (cm)	11.80	



6.3.3.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-46620	-0.0035 (sez)	9732	0.01 (arm)
Mx	-6095	0.01 (arm)	7879	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.618 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	1265	0.00	0.00	2419	0
2	M3min - Elem.645 - Comb.32a-1A) Ila.2 V+A+ 2	767	0.00	0.00	1103	0
3	Pmax Traz. - Elem.338 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	4688	0.00	0.00	3271	0
4	Pmin Traz. - Elem.771 - Comb.75b-1A) IIIb.2 V-A+F- 1	77	0.00	0.00	2	0
5	smax - Elem.338 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	4688	0.00	0.00	3271	0
6	smin - Elem.771 - Comb.75b-1A) IIIb.2 V-A+F- 1	77	0.00	0.00	3	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.4820	armatura
2	5.0243	armatura
3	1.2757	armatura
4	131.4916	armatura
5	1.2757	armatura
6	134.7122	armatura

6.3.3.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	936	0.00	0.00	1787	0
2	570	0.00	0.00	815	0
3	3470	0.00	0.00	2422	0
4	78	0.00	0.00	2	0
5	3470	0.00	0.00	2422	0
6	78	0.00	0.00	3	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	900	0.00	0.00	1592	0
2	528	0.00	0.00	741	0
3	2400	0.00	0.00	1600	0

4	80	0.00	0.00	3	0
5	2400	0.00	0.00	1600	0
6	80	0.00	0.00	3	0

Sollecitazioni di progetto – q-permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	882	0.00	0.00	1293	0
2	492	0.00	0.00	642	0
3	2100	0.00	0.00	1100	0
4	80	0.00	0.00	3	0
5	2100	0.00	0.00	1100	0
6	80	0.00	0.00	3	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.618 - Comb.17b-2) Ila.2 V-A+	-2.35	0.00	116.22	-24.42
2	M3min - Elem.645 - Comb.16a-2) Ila.2 V+A+	-1.00	0.00	57.21	-9.83
3	Pmax Traz. - Elem.338 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-1.72	0.00	223.74	-8.01
4	Pmin Traz. - Elem.771 - Comb.30b-2) IIIb.1 V-A+F-	0.15	0.00	2.84	2.29
5	smax - Elem.338 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-1.72	0.00	223.74	-8.01
6	smin - Elem.771 - Comb.30b-2) IIIb.1 V-A+F-	0.15	0.00	2.78	2.34

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.618 - Comb.8b-3) Ila.1 A+	-2.14	0.00	112.23	-21.79
2	M3min - Elem.645 - Comb.8a-3) Ila.1 A+	-0.94	0.00	55.66	-9.11
3	Pmax Traz. - Elem.338 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.66	0.00	171.49	3.03
4	Pmin Traz. - Elem.771 - Comb.7-3) Id.2 A+	0.17	0.00	3.04	2.63
5	smax - Elem.338 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.66	0.00	171.49	3.03
6	smin - Elem.771 - Comb.7-3) Id.2 A+	0.17	0.00	3.04	2.63

Verifiche alle tensioni – q-permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.618 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.66	0.00	95.89	-16.28
2	M3min - Elem.645 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.79	0.00	49.32	-7.54
3	Pmax Traz. - Elem.338 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.05	0.00	125.05	8.22
4	Pmin Traz. - Elem.771 - Comb.4-4) Id.2 A+	0.17	0.00	3.04	2.63
5	smax - Elem.338 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.05	0.00	125.05	8.22
6	smin - Elem.771 - Comb.4-4) Id.2 A+	0.17	0.00	3.04	2.63

Verifiche di fessurazione frequente e q-permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.618 - Comb.8b-3) Ila.1 A+

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=298.31$ a $x=930.00$ $y=298.31$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{cs,eff} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 101.21$$

$$\text{Copri ferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000390 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 220.8066$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0861 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.645 - Comb.8a-3) Ila.1 A+

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=264.61$ a $x=930.00$ $y=264.61$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c_{ls,eff}} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 50.34$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000147 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 220.8066$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0325 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.338 - Comb.15-3) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-930.00 \quad y=57.17 \quad \text{a } x=930.00 \quad y=57.17$$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c_{ls,eff}} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 147.35$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000615 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 220.8066$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1358 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmin Traz. - Elem. 771 - Comb. 7-3) Id.2 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c_{ls,eff}} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 2.61$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.9185 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000008 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 291.7906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0022 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.338 - Comb.15-3) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-930.00 \quad y=57.17 \quad \text{a } x=930.00 \quad y=57.17$$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c_{ls,eff}} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 147.35$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000615$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 220.8066$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1358$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: *smin - Elem.771 - Comb.7-3) Id.2 A+*

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{cls,eff} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

Tensione baricentrica = 2.61

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.9185 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000008$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 291.7906$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0022$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: *M3max - Elem.618 - Comb.1-4) Ic.1 A+*

asse neutro: da $x = -930.00$ $y = 288.66$ a $x = 930.00$ $y = 288.66$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{cls,eff} = 651000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

Tensione baricentrica = 91.57

Copriferro = 88.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000274$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 462.2896$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1266$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: *M3min - Elem.645 - Comb.1-4) Ic.1 A+*

asse neutro: da $x = -930.00$ $y = 272.44$ a $x = 930.00$ $y = 272.44$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{cls,eff} = 651000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

Tensione baricentrica = 47.13

Copriferro = 88.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000138$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=462.2896$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0638$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.338 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=8.56$ a $x=930.00$ $y=8.56$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{cls,eff} = 651000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 120.56$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000415$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=462.2896$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1920$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Traz. - Elem.771 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{cls,eff} = 651000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 2.64$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.9228 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000008$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=600.1930$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0046$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.338 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=8.56$ a $x=930.00$ $y=8.56$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{cls,eff} = 651000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 120.56$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000415$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=462.2896$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1920$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.771 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{cs,eff} = 651000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 2.64$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.9228 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000008 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 600.1930$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0046 \quad (<0.2000)$$

6.3.3.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1789	0.00	0.00	1782	0
2	-1784	0.00	0.00	1264	0
3	5849	0.00	0.00	940	0
4	-1986	0.00	0.00	854	0
5	5849	0.00	0.00	940	0
6	-1986	0.00	0.00	946	0

Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M3max - Elem.338 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-1.94	0.00	150.39	-16.27
2	M3min - Elem.643 - Comb.18-5A) c.1 M1 Y-++	-2.29	0.00	23.19	-30.19
3	Pmax Traz. - Elem.356 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	11.13	0.00	231.62	171.57
4	Pmax Comp. - Elem.1026 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	-1.65	0.00	5.11	-22.65
5	smax - Elem.356 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	11.13	0.00	231.62	171.57
6	smin - Elem.1026 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	-1.79	0.00	7.85	-24.40

6.4 VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO

6.4.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO

Si riporta di seguito lo schema della numerazione degli elementi frame individuati nel programma di calcolo.

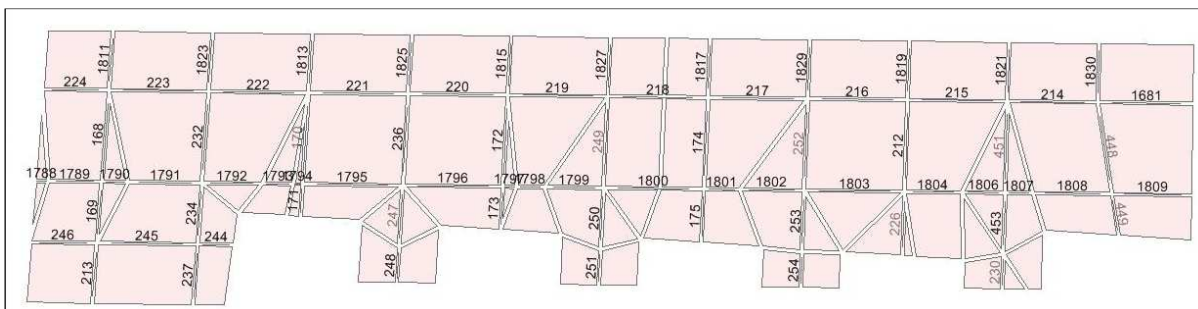


Figura 6.2 Fondazione risvolto sinistro

Di seguito si procederà alle verifiche degli elementi con cui si è operata la schematizzazione della platea in oggetto. In senso longitudinale al ponte essa è stata suddivisa in 3 frame di larghezza variabile e altezza pari a quella della platea stessa (150cm) mentre in senso trasversale si sono ricavati 11 elementi frame, di cui 10 di larghezza 150cm e uno di larghezza 115cm, per i particolari si veda il disegno riportato in Figura 6.3.

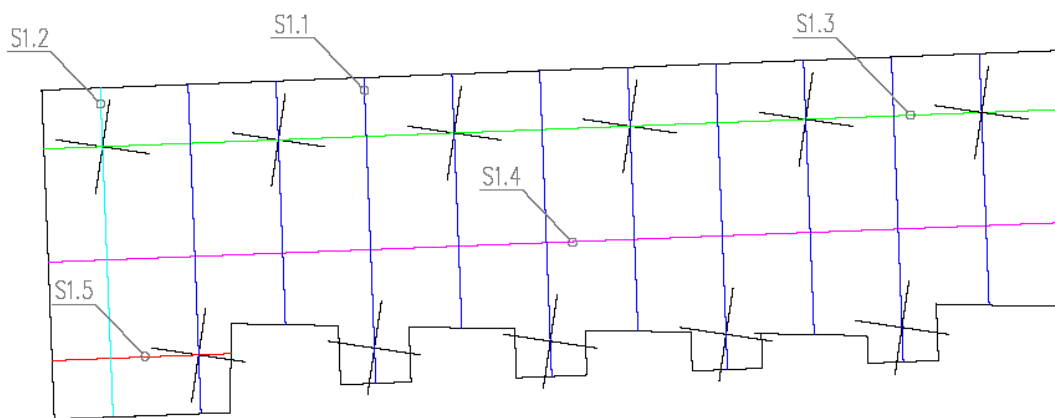


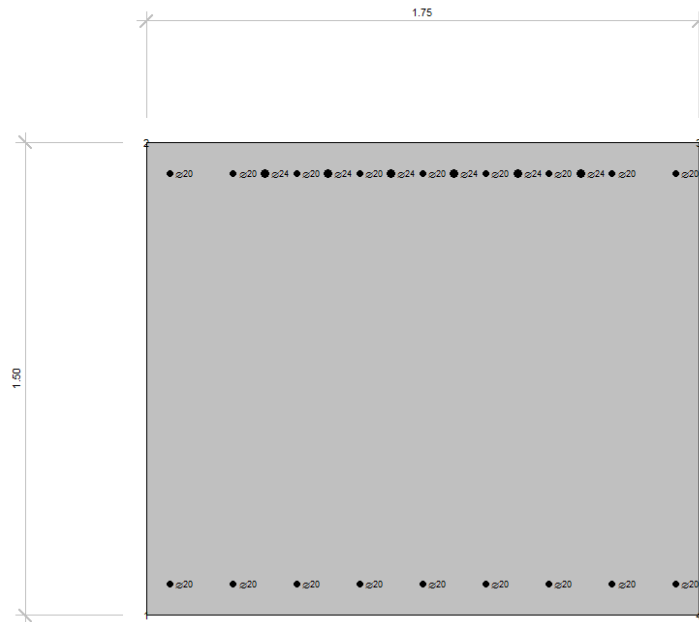
Figura 6.3 Platea di fondazione sotto al risvolto sinistro – Schematizzazione a elementi frame

6.4.2 ELEMENTI LONGITUDINALI - S1.3

6.4.2.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S1.3

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.3):

Larghezza b (cm)	175.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 27.48
Copriferro c (cm)	7.20	
Armatura intradosso tipica (cm ²)	1Φ20/20	= 27.48
Armatura aggiuntiva di intradosso (sotto i pali) (cm ²)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	7.20	



6.4.2.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-36912	-0.0035 (sez)	2213	0.01 (arm)
Mx	-1467	0.01 (arm)	2868	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.223 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	193	0.00	0.00	953	0
2	M3min - Elem.214 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-422	0.00	0.00	1653	0
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	193	0.00	0.00	838	0
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-1294	0.00	0.00	1451	0
5	smax - Elem.223 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	193	0.00	0.00	838	0
6	smin - Elem.216 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-1294	0.00	0.00	1451	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.6515	armatura
2	2.0935	armatura
3	2.9670	armatura
4	4.1032	armatura
5	2.9670	armatura
6	4.1032	armatura

6.4.2.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	143	0.00	0.00	707	0
2	-313	0.00	0.00	1224	0
3	143	0.00	0.00	620	0
4	-958	0.00	0.00	1075	0
5	143	0.00	0.00	620	0
6	-958	0.00	0.00	1075	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	106	0.00	0.00	590	0
2	-239	0.00	0.00	1006	0

3	111	0.00	0.00	588	0
4	-778	0.00	0.00	930	0
5	111	0.00	0.00	588	0
6	-778	0.00	0.00	930	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	87	0.00	0.00	568	0
2	-192	0.00	0.00	867	0
3	92	0.00	0.00	567	0
4	-658	0.00	0.00	835	0
5	92	0.00	0.00	567	0
6	-658	0.00	0.00	835	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.223 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.77	0.00	110.39	-16.81
2	M3min - Elem.214 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.26	0.00	144.27	-35.15
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.55	0.00	98.40	-14.52
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.14a-2) IID.1 V+A+	-2.87	0.00	75.14	-34.54
5	smax - Elem.223 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.55	0.00	98.40	-14.52
6	smin - Elem.216 - Comb.14a-2) IID.1 V+A+	-2.87	0.00	75.14	-34.54

Verifiche alle tensioni – frequente

comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.223 - Comb.11-3) IID.1 A+	-1.49	0.00	91.05	-14.21
2	M3min - Elem.214 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.68	0.00	120.02	-28.73
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.48	0.00	91.21	-14.09
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.11-3) IID.1 A+	-2.49	0.00	68.51	-29.74
5	smax - Elem.223 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.48	0.00	91.21	-14.09
6	smin - Elem.216 - Comb.11-3) IID.1 A+	-2.49	0.00	68.51	-29.74

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.223 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.44	0.00	86.36	-13.87
2	M3min - Elem.214 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.31	0.00	104.58	-24.64
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.43	0.00	86.65	-13.78
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.24	0.00	64.35	-26.57
5	smax - Elem.223 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.43	0.00	86.65	-13.78
6	smin - Elem.216 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.24	0.00	64.35	-26.57

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M3max - Elem.223 - Comb.11-3) IID.1 A+**

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=275.62$ a $x=875.00$ $y=275.62$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cs,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 90.09$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000264 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 535.5533$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1412 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.214 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=352.75$ a $x=875.00$ $y=352.75$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{c_{ls,eff}} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 118.72$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000347 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 535.5533$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1861 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.10-3) IIc.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -875.00 \quad y = 274.07 \quad \text{a } x = 875.00 \quad y = 274.07$$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{c_{ls,eff}} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 90.24$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000264 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 535.5533$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1414 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.11-3) IIIc.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -875.00 \quad y = 497.23 \quad \text{a } x = 875.00 \quad y = 497.23$$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{c_{ls,eff}} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 67.81$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000198 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 535.5533$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1063 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.223 - Comb.10-3) IIc.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -875.00 \quad y = 274.07 \quad \text{a } x = 875.00 \quad y = 274.07$$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{c_{ls,eff}} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 90.24$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000264$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1414$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: *smin - Elem.216 - Comb.11-3) Id.1 A+*

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 497.23$ a $x = 875.00$ $y = 497.23$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

Tensione baricentrica = 67.81

Copriferro = 75.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000198$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1063$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: *M3max - Elem.223 - Comb.2-4) Id.1 A+*

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 279.91$ a $x = 875.00$ $y = 279.91$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 442703.68 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

Tensione baricentrica = 86.36

Copriferro = 88.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000253$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 594.9516$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1504$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: *M3min - Elem.214 - Comb.1-4) Ic.1 A+*

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 347.92$ a $x = 875.00$ $y = 347.92$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 442703.68 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

Tensione baricentrica = 104.58

Copriferro = 88.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000306$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=594.9516$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1821$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=278.38$ a $x=875.00$ $y=278.38$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 442703.68 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.65$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000254$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=594.9516$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1509$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=479.87$ a $x=875.00$ $y=479.87$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 442703.68 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 64.35$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000188$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=594.9516$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1121$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.223 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=278.38$ a $x=875.00$ $y=278.38$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 442703.68 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.65$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000254$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=594.9516$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1509$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.216 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=479.87$ a $x=875.00$ $y=479.87$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cs,eff} = 442703.68 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 64.35$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000188 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 594.9516$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1121 \quad (< 0.2000)$$

6.4.2.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	168	0.00	0.00	1204	0
2	-420	0.00	0.00	1469	0
3	210	0.00	0.00	352	0
4	-1200	0.00	0.00	1127	0
5	210	0.00	0.00	1006	0
6	-1200	0.00	0.00	1127	0

Tensioni massime nei materiali:

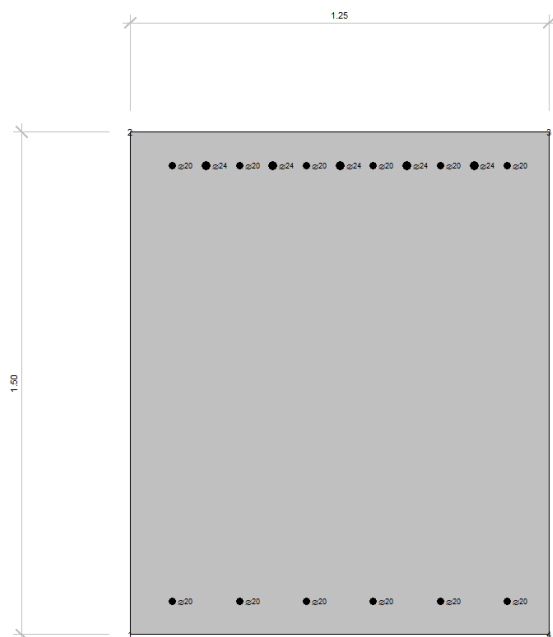
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M3max - Elem.223 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-3.06	0.00	181.66	-29.61
2	M3min - Elem.214 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-3.92	0.00	169.50	-42.55
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.79	0.00	67.20	-6.20
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	-2.97	0.00	66.00	-36.59
5	smax - Elem.223 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.52	0.00	157.78	-23.84
6	smin - Elem.216 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	-2.97	0.00	66.00	-36.59

6.4.3 ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.4

6.4.3.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S1.4

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.4):

Larghezza b (cm)	125.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm2)	1 Φ 20/20	= 27.48
Copriferro c (cm)	7.20	
Armatura intradosso (cm2)	1 Φ 20/20+1 Φ 24/20	= 38.30
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	7.20	



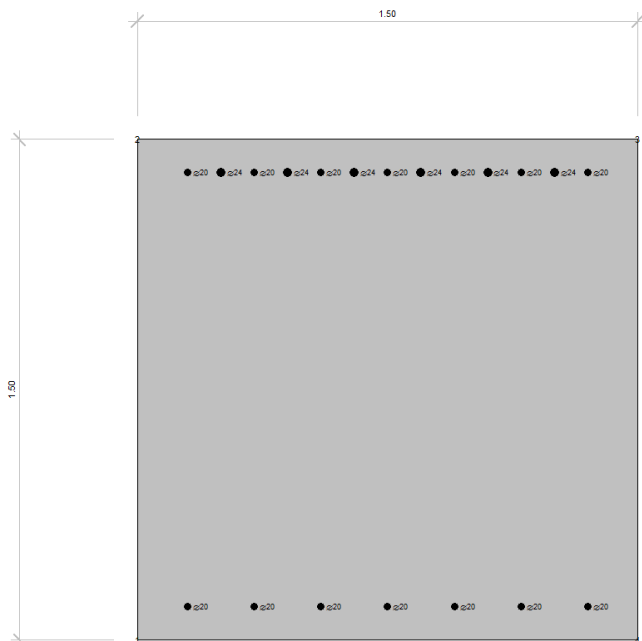
Per tale trave non verrà riportata alcuna verifica poiché si colloca esattamente in corrispondenza del risvolto sinistro.

6.4.4 ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.5

6.4.4.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S1.5

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.5):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 23.75
Copriferro c (cm)	7.20	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ20/20+Φ24/20	= 38.30
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	7.20	



6.4.4.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-31458	-0.0035 (sez)	1721	0.01 (arm)
Mx	-1142	0.01 (arm)	2543	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.246 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	0	0.00	0.00	2	0
2	M3min - Elem.245 - Comb.16a-1A) Ila.1 V+A+ 2	-94	0.00	0.00	884	0
3	Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	1	0.00	0.00	0	0
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-126	0.00	0.00	847	0
5	smax - Elem.244 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	1	0.00	0.00	0	0
6	smin - Elem.245 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-126	0.00	0.00	847	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1551.2900	armatura
2	3.0947	armatura
3	3964.2370	armatura
4	3.3327	armatura
5	3964.2370	armatura
6	3.3327	armatura

6.4.4.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	0	0.00	0.00	1	0
2	-69	0.00	0.00	655	0
3	0	0.00	0.00	0	0
4	-93	0.00	0.00	628	0
5	0	0.00	0.00	0	0
6	-93	0.00	0.00	628	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	0	0.00	0.00	1	0
2	-65	0.00	0.00	644	0
3	0	0.00	0.00	0	0
4	-75	0.00	0.00	632	0
5	0	0.00	0.00	0	0
6	-75	0.00	0.00	632	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	0	0.00	0.00	1	0
2	-63	0.00	0.00	634	0
3	0	0.00	0.00	0	0
4	-63	0.00	0.00	634	0
5	0	0.00	0.00	0	0
6	-63	0.00	0.00	634	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.246 - Comb.8a-2) Ila.1 V+A+	0.00	0.00	0.19	-0.04
2	M3min - Elem.245 - Comb.8a-2) Ila.1 V+A+	-2.00	0.00	96.33	-20.91
3	Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	0.00	0.00	0.07	0.03
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-1.92	0.00	89.79	-20.33
5	smax - Elem.244 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	0.00	0.00	0.07	0.03
6	smin - Elem.245 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-1.92	0.00	89.79	-20.33

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.246 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	0.00	0.00	0.16	-0.03
2	M3min - Elem.245 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-1.96	0.00	94.99	-20.52
3	Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.10-3) IIc.1 A+	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.93	0.00	92.18	-20.27
5	smax - Elem.244 - Comb.10-3) IIc.1 A+	0.00	0.00	0.00	0.00
6	smin - Elem.245 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.93	0.00	92.18	-20.27

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.246 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.00	0.00	0.16	-0.03
2	M3min - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.93	0.00	93.61	-20.19
3	Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.93	0.00	93.61	-20.19
5	smax - Elem.244 - Comb.3-4) Ic.2 A+	0.00	0.00	0.00	0.00
6	smin - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.93	0.00	93.61	-20.19

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M3max - Elem.246 - Comb.8a-3) IIa.1 A+**

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=312.32$ a $x=750.00$ $y=312.32$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.039122E11$ $S_{n-n} = 8.016368E7$ $b_{n-n} = 1500.00$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$$A_{cls,eff} = 376519.68 \quad \rho_{eff} = 0.0130$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.16$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000000 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 592.9646$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0003 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.245 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=330.95$ a $x=750.00$ $y=330.95$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$$A_{cls,eff} = 376519.68 \quad \rho_{eff} = 0.0130$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 94.99$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000278 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 592.9646$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1649 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 0.00

$$A_{cls,eff} = 0.00 \quad \rho_{eff} = 0.0000$$

Tensione baricentrica = 0.00

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 0.0000$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0000$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 334.31$ a $x = 750.00$ $y = 334.31$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{cs,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 92.18

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000270$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1600$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.244 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 0.00

$A_{cs,eff} = 0.00$ $\rho_{eff} = 0.0000$

Tensione baricentrica = 0.00

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 0.0000$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0000$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.245 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 334.31$ a $x = 750.00$ $y = 334.31$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{cs,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 92.18

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000270$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1600$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.246 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 312.32$ a $x = 750.00$ $y = 312.32$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.039122E11$ $S_{n-n} = 8.016368E7$ $b_{n-n} = 1500.00$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{cls,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 0.16

Copri ferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0003$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 330.65$ a $x = 750.00$ $y = 330.65$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{cls,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 93.61

Copri ferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000274$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1625$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 0.00

$A_{cls,eff} = 0.00$ $\rho_{eff} = 0.0000$

Tensione baricentrica = 0.00

Copri ferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 0.0000$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0000$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=330.65$ a $x=750.00$ $y=330.65$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$$A_{cls,eff} = 376519.68 \quad \rho_{eff} = 0.0130$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 93.61$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000274 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 592.9646$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1625 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.244 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Armature efficaci: Area totale = 0.00

$$A_{cls,eff} = 0.00 \quad \rho_{eff} = 0.0000$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.00$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000000 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 0.0000$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0000 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=330.65$ a $x=750.00$ $y=330.65$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$$A_{cls,eff} = 376519.68 \quad \rho_{eff} = 0.0130$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 93.61$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000274 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 592.9646$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1625 \quad (<0.2000)$$

6.4.4.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	46	0.00	0.00	75	0
2	-120	0.00	0.00	416	0
3	46	0.00	0.00	164	0
4	-128	0.00	0.00	353	0

5	46	0.00	0.00	75	0
6	-128	0.00	0.00	353	0

Tensioni massime nei materiali:

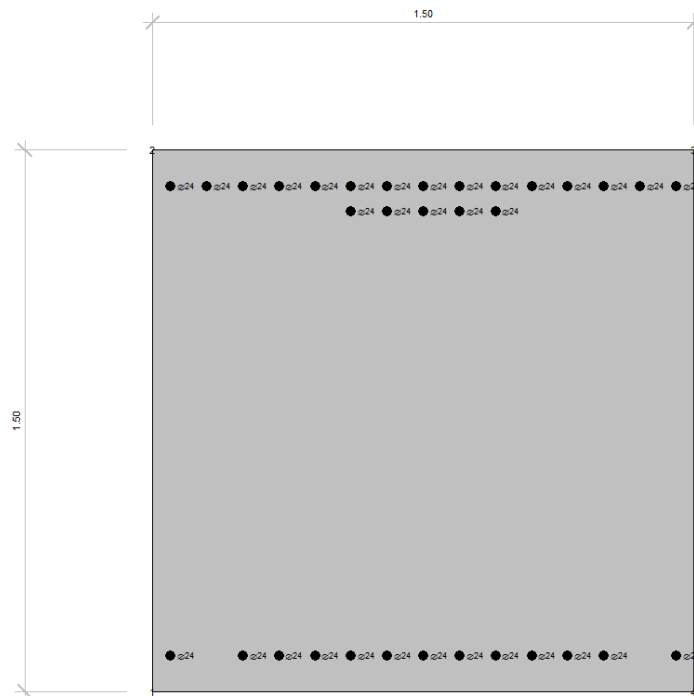
Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.245 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.19	0.00	16.28	-1.53
2	M3min - Elem.245 - Comb.2-5A) c.1 M1 X+++	-1.29	0.00	54.18	-14.06
3	Pmax Traz. - Elem.245 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.47	0.00	30.18	-4.36
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.10	0.00	43.61	-12.16
5	smax - Elem.245 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.19	0.00	16.28	-1.53
6	smin - Elem.245 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.10	0.00	43.61	-12.16

6.4.5 ELEMENTI TRASVERSALI – S1.1

6.4.5.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI TRASVERSALI S1.1

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.1):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso tipica (cm2)	1 Φ 24/20	= 33.90
Copriferro estradosso c1 tipica (cm)	5.20	
Armatura aggiuntiva di estradosso (sotto ai pali) (cm2)	1 Φ 24/20	= 22.60
Copriferro estradosso c2 sotto ai pali (cm)	5.20	
Armatura intradosso 1° strato (cm2)	1 Φ 24/10	= 67.80
Copriferro armatura intradosso c1' (cm)	5.20	
Armatura intradosso 2° strato(sotto ai pali) (cm2)	5 Φ 24	= 22.60
Copriferro c2' 2°strato (sotto ai pali) (cm)	12.20	



6.4.5.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-34424	-0.0035 (sez)	4675	0.01 (arm)
Mx	-3040	0.01 (arm)	4593	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.253 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	701	0.00	0.00	2453	0
2	M3min - Elem.448 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-431	0.00	0.00	1817	0
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	701	0.00	0.00	2453	0
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-967	0.00	0.00	1200	0
5	smax - Elem.253 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	701	0.00	0.00	2453	0
6	smin - Elem.453 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-967	0.00	0.00	1200	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.5771	armatura
2	2.9240	armatura
3	1.5771	armatura
4	6.6048	sezione
5	1.5771	armatura
6	6.6048	sezione

6.4.5.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	519	0.00	0.00	1816	0
2	-319	0.00	0.00	1346	0
3	519	0.00	0.00	1816	0
4	-716	0.00	0.00	889	0
5	519	0.00	0.00	1816	0
6	-716	0.00	0.00	889	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	417	0.00	0.00	1502	0
2	-280	0.00	0.00	1188	0
3	451	0.00	0.00	1610	0
4	-651	0.00	0.00	744	0
5	451	0.00	0.00	1610	0
6	-651	0.00	0.00	744	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	360	0.00	0.00	1200	0
2	-254	0.00	0.00	1084	0
3	360	0.00	0.00	1200	0
4	-608	0.00	0.00	648	0
5	360	0.00	0.00	1200	0
6	-608	0.00	0.00	648	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.253 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.82	0.00	189.19	-39.66
2	M3min - Elem.448 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.14	0.00	103.95	-36.34
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.82	0.00	189.19	-39.66
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-2.18	0.00	45.33	-27.11
5	smax - Elem.253 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.82	0.00	189.19	-39.66
6	smin - Elem.453 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-2.18	0.00	45.33	-27.11

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.253 - Comb.8a-3) Ila.1 A+	-3.17	0.00	155.84	-32.96
2	M3min - Elem.448 - Comb.14-3) Ilc.2 A+	-2.77	0.00	91.85	-32.06
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-3.39	0.00	167.26	-35.28
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.83	0.00	35.76	-22.90

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO				FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX				115 DI 380
5	smax - Elem.253 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-3.39	0.00	167.26	-35.28	
6	smin - Elem.453 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.83	0.00	35.76	-22.90	
Verifiche alle tensioni – q.permanente						
Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min	
1	M3max - Elem.253 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.51	0.00	125.94	-26.01	
2	M3min - Elem.448 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.53	0.00	83.88	-29.24	
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.51	0.00	125.94	-26.01	
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.60	0.00	29.48	-20.11	
5	smax - Elem.253 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.51	0.00	125.94	-26.01	
6	smin - Elem.453 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.60	0.00	29.48	-20.11	
Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente						
Combinazione frequente: M3max - Elem.253 - Comb.8a-3) IIa.1 A+						
asse neutro: da x=-750.00 y=324.45 a x=750.00 y=324.45						
Armature efficaci: Area totale = 9047.79						
$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$						
Tensione baricentrica = 146.82						
Copriferro = 40.00						
$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$						
Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93						
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$						
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$						
Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000579$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$						
Ampiezza fessure $w_d = 0.1499$ (<0.2000)						
Combinazione frequente: M3min - Elem.448 - Comb.14-3) Ilc.2 A+						
asse neutro: da x=-750.00 y=443.55 a x=750.00 y=443.55						
Armature efficaci: Area totale = 9047.79						
$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$						
Tensione baricentrica = 86.12						
Copriferro = 40.00						
$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$						
Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93						
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$						
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$						
Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000283$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$						
Ampiezza fessure $w_d = 0.0732$ (<0.2000)						
Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.10-3) Ilc.1 A+						
asse neutro: da x=-750.00 y=323.91 a x=750.00 y=323.91						
Armature efficaci: Area totale = 9047.79						
$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$						
Tensione baricentrica = 157.58						
Copriferro = 40.00						
$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$						
Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93						
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$						

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000631$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1635$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 625.89$ a $x = 750.00$ $y = 625.89$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 33.40

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000098$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0253$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.253 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 323.91$ a $x = 750.00$ $y = 323.91$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 157.58

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000631$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1635$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.453 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 625.89$ a $x = 750.00$ $y = 625.89$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 33.40

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000098$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0253$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.253 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=322.54$ a $x=750.00$ $y=322.54$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 439614.19 \quad \rho_{eff} = 0.0206$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 123.89$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000400 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 497.4392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1992 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.448 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=436.05$ a $x=750.00$ $y=436.05$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 439614.19 \quad \rho_{eff} = 0.0206$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 82.36$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000241 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 497.4392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1199 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=322.54$ a $x=750.00$ $y=322.54$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 439614.19 \quad \rho_{eff} = 0.0206$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 123.89$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000400 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 497.4392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1992 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=627.24$ a $x=750.00$ $y=627.24$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 439614.19 \quad \rho_{eff} = 0.0206$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 28.81$$

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000084$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 497.4392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0419$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.253 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 322.54$ a $x = 750.00$ $y = 322.54$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 439614.19$ $\rho_{eff} = 0.0206$

Tensione baricentrica = 123.89

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000400$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 497.4392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1992$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.453 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 627.24$ a $x = 750.00$ $y = 627.24$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 439614.19$ $\rho_{eff} = 0.0206$

Tensione baricentrica = 28.81

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000084$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 497.4392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0419$ (< 0.2000)

6.4.5.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-688	0.00	0.00	2128	0
2	-380	0.00	0.00	1555	0
3	682	0.00	0.00	1659	0
4	-801	0.00	0.00	875	0
5	682	0.00	0.00	1659	0
6	-801	0.00	0.00	875	0

Tensioni massime nei materiali:

Comb. Descrizione

σ_{max} σ_{min} $\sigma_{s,max}$ $\sigma_{s,min}$

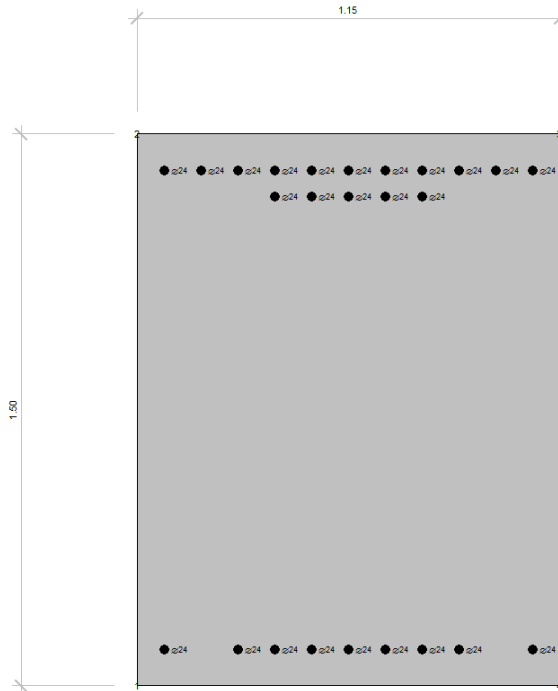
1	M3max - Elem.453 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-5.02	0.00	155.39	-58.85
2	M3min - Elem.448 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-3.63	0.00	119.56	-42.07
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-3.36	0.00	184.01	-33.65
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.22-5A) d.1 M1 Y-++	-2.15	0.00	40.61	-27.08
5	smax - Elem.253 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-3.36	0.00	184.01	-33.65
6	smin - Elem.453 - Comb.22-5A) d.1 M1 Y-++	-2.15	0.00	40.61	-27.08

6.4.6 ELEMENTI TRASVERSALI – S1.2

6.4.6.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI TRASVERSALI S1.2

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.2):

Larghezza b (cm)	115.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso tipica (cm2)	1Φ24/20	= 33.90
Copriferro estradosso c1 tipica (cm)	5.20	
Armatura aggiuntiva di estradosso (sotto ai pali) (cm2)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro estradosso c2 sotto ai pali (cm)	5.20	
Armatura intradosso 1° strato (cm2)	1Φ24/10	= 67.80
Copriferro armatura intradosso c1' (cm)	8.8	
Armatura intradosso 2° strato(sotto ai pali) (cm2)	5Φ24	= 22.60
Copriferro c2' 2°strato (sotto ai pali) (cm)	12.20	



6.4.6.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-26056	-0.0035 (sez)	3253	0.01 (arm)
Mx	-2109	0.01 (arm)	3645	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.168 - Comb.58a-1A) IIIb.1 V+A+F- 2	-572	0.00	0.00	460	0
2	M3min - Elem.168 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-788	0.00	0.00	1144	0
3	Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.73a-1A) IIIb.2 V+A+F- 1	0	0.00	0.00	171	0

4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-791	0.00	0.00	1130	0
5	smax - Elem.213 - Comb.73a-1A) IIIb.2 V+A+F- 1	0	0.00	0.00	1	0
6	smin - Elem.168 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-791	0.00	0.00	1130	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	14.9294	sezione
2	5.0583	sezione
3	21.3775	armatura
4	5.1534	sezione
5	2728.6240	armatura
6	5.1534	sezione

6.4.6.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-424	0.00	0.00	341	0
2	-584	0.00	0.00	847	0
3	0	0.00	0.00	171	0
4	-586	0.00	0.00	844	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-586	0.00	0.00	844	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-422	0.00	0.00	316	0
2	-486	0.00	0.00	820	0
3	0	0.00	0.00	171	0
4	-486	0.00	0.00	815	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-486	0.00	0.00	815	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-421	0.00	0.00	313	0
2	-421	0.00	0.00	803	0
3	0	0.00	0.00	171	0
4	-421	0.00	0.00	799	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-421	0.00	0.00	799	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.168 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-1.11	0.00	15.00	-14.38
2	M3min - Elem.168 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-2.70	0.00	60.50	-33.35
3	Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-0.50	0.00	19.26	-5.61
4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-2.69	0.00	60.04	-33.24
5	smax - Elem.213 - Comb.37a-2) IIIb.2 V+A+F-	0.00	0.00	0.15	-0.05
6	smin - Elem.168 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-2.69	0.00	60.04	-33.24

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.168 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.03	0.00	12.64	-13.43
2	M3min - Elem.168 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.60	0.00	62.82	-31.69
3	Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.50	0.00	19.27	-5.62
4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.58	0.00	62.27	-31.51
5	smax - Elem.213 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	0.00	0.00	0.11	-0.03
6	smin - Elem.168 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.58	0.00	62.27	-31.51

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.02	0.00	12.40	-13.32
2	M3min - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.53	0.00	64.67	-30.61

3	Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.50	0.00	19.27	-5.62
4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.52	0.00	64.22	-30.47
5	smax - Elem.213 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.00	0.00	0.11	-0.03
6	smin - Elem.168 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.52	0.00	64.22	-30.47

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.168 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=769.78$ a $x=575.00$ $y=769.78$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,ls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 12.20$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000036 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0177 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.168 - Comb.11-3) IIId.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=535.87$ a $x=575.00$ $y=535.87$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,ls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 61.23$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000179 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0889 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=393.43$ a $x=575.00$ $y=393.43$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.339924E11$ $S_{n-n} = 1.069239E8$ $b_{n-n} = 1150.00$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,ls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 18.85$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000055 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0274 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=536.85$ a $x=575.00$ $y=536.85$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c_{ls,eff}} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 60.69$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000178 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0881 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.213 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=393.43$ a $x=575.00$ $y=393.43$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.339924E11$ $S_{n-n} = 1.069239E8$ $b_{n-n} = 1150.00$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c_{ls,eff}} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.11$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000000 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0002 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.168 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=536.85$ a $x=575.00$ $y=536.85$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c_{ls,eff}} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 60.69$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000178 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0881 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=773.21$ a $x=575.00$ $y=773.21$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,ls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 11.97$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000035 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0174 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-575.00 \quad y=517.67 \quad \text{a } x=575.00 \quad y=517.67$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 7238.23$$

$$A_{c,ls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 63.06$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000185 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0915 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.2-4) Id.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-575.00 \quad y=393.43 \quad \text{a } x=575.00 \quad y=393.43$$

$$\text{parametri riferiti all'asse neutro: } J_{n-n} = 1.339924E11 \quad S_{n-n} = 1.069239E8 \quad b_{n-n} = 1150.00$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 7238.23$$

$$A_{c,ls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 18.85$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000055 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0274 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.1-4) Ic.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-575.00 \quad y=518.36 \quad \text{a } x=575.00 \quad y=518.36$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 7238.23$$

$$A_{c,ls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 62.63$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000183$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0909$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.213 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -575.00 \quad y = 393.43$ a $x = 575.00 \quad y = 393.43$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.339924E11 \quad S_{n-n} = 1.069239E8 \quad b_{n-n} = 1150.00$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$A_{cls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$

Tensione baricentrica = 0.11

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0002$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.168 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -575.00 \quad y = 518.36$ a $x = 575.00 \quad y = 518.36$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$A_{cls,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$

Tensione baricentrica = 62.63

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000183$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0909$ (<0.2000)

6.4.6.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-375	0.00	0.00	439	0
2	-798	0.00	0.00	809	0
3	7	0.00	0.00	170	0
4	-805	0.00	0.00	731	0
5	7	0.00	0.00	170	0
6	-805	0.00	0.00	731	0

Tensioni massime nei materiali:

Comb. Descrizione

$\sigma_{max} \quad \sigma_{min} \quad \sigma_{s,max} \quad \sigma_{s,min}$

1	M3max - Elem.168 - Comb.9-5A) c.1 M1 X++	-1.41	0.00	27.38	-17.71
2	M3min - Elem.168 - Comb.18-5A) c.1 M1 Y++	-2.61	0.00	45.05	-33.20
3	Pmax Traz. - Elem.169 - Comb.28-5A) c.1 M1 Y--	-0.50	0.00	19.61	-5.50
4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-2.37	0.00	36.70	-30.39
5	smax - Elem.169 - Comb.28-5A) c.1 M1 Y--	-0.50	0.00	19.61	-5.50
6	smin - Elem.168 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-2.37	0.00	36.70	-30.39

6.5 VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO DESTRO

6.5.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO DESTRO

Si riporta di seguito lo schema della numerazione degli elementi frame individuati nel programma di calcolo.

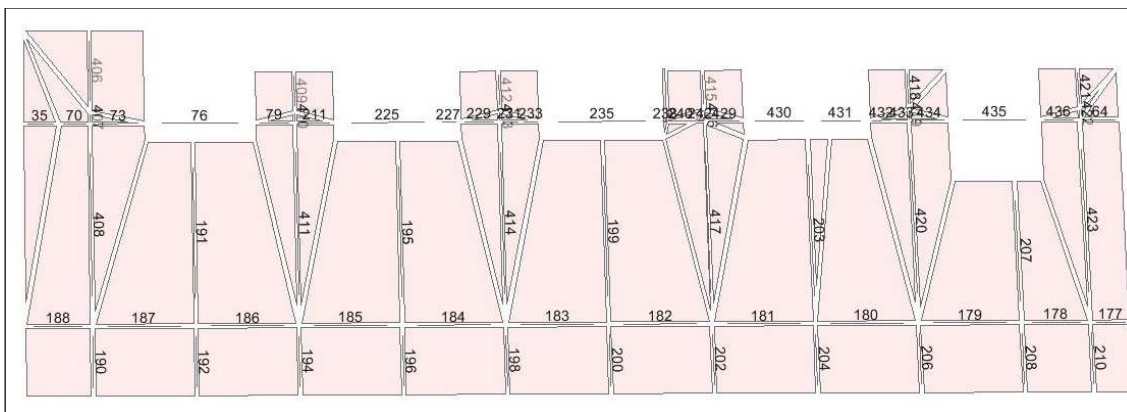


Figura 6.4 Fondazione risvolto destro

Di seguito si procederà alle verifiche degli elementi con cui si è operata la schematizzazione della platea in oggetto. In senso longitudinale al ponte essa è stata suddivisa in 2 frame di larghezza variabile e altezza pari a quella della platea stessa (150cm) mentre in senso trasversale si sono ricavati 11 elementi frame, di cui 10 di larghezza 150cm e uno di larghezza 175cm, per i particolari si veda il disegno riportato in Figura 6.5.

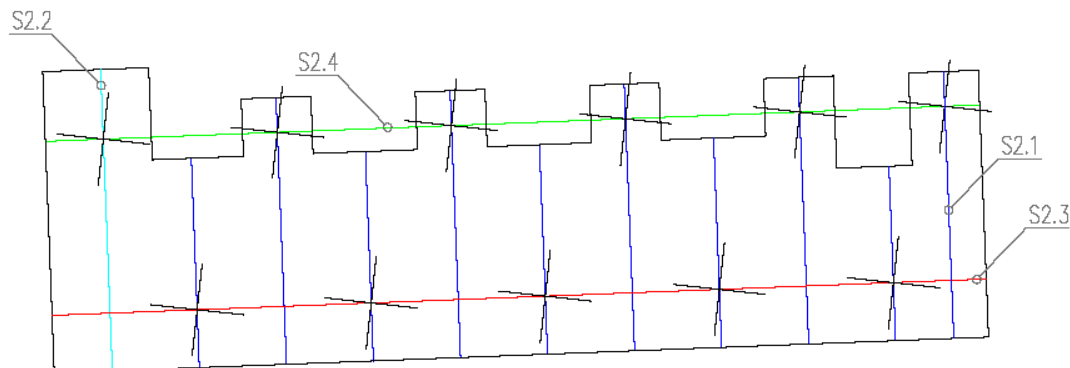


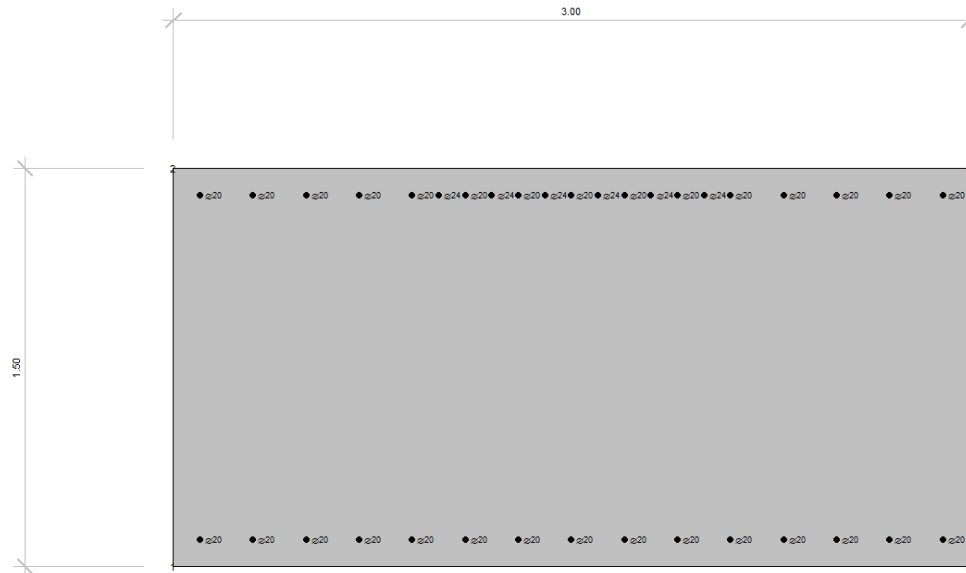
Figura 6.5 Platea di fondazione sotto al risvolto destro – Schematizzazione a elementi frame

6.5.2 ELEMENTI LONGITUDINALI – S2.3

6.5.2.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S2.3

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S2.3):

Larghezza b (cm)	300.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 47.10
Copriferro c (cm)	7.60	
Armatura intradosso tipica (cm ²)	1Φ20/20	= 47.10
Armatura aggiuntiva di intradosso (sotto i pali) (cm ²)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro armatura compressa c' (cm)	7.60	



6.5.2.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-63192	-0.0035 (sez)	3688	0.01 (arm)
Mx	-2446	0.01 (arm)	3846	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.180 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-81	0.00	0.00	527	0
2	M3min - Elem.186 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-93	0.00	0.00	1880	0
3	Pmax Traz. - Elem.181 - Comb.52b-1A) IIIa.1 V-A+F- 2	94	0.00	0.00	372	0
4	Pmax Comp. - Elem.184 - Comb.44-1A) IId.2 V+A+ 2	-159	0.00	0.00	87	0
5	smax - Elem.181 - Comb.52b-1A) IIIa.1 V-A+F- 2	94	0.00	0.00	281	0
6	smin - Elem.184 - Comb.44-1A) IId.2 V+A+ 2	-159	0.00	0.00	1526	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	8.1343	armatura
2	2.1156	armatura
3	8.8416	armatura
4	159.0915	sezione
5	11.1965	armatura
6	2.7105	armatura

6.5.2.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-60	0.00	0.00	390	0
2	-69	0.00	0.00	1392	0

3	69	0.00	0.00	273	0
4	-118	0.00	0.00	64	0
5	69	0.00	0.00	207	0
6	-118	0.00	0.00	1130	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-39	0.00	0.00	264	0
2	-50	0.00	0.00	1250	0
3	64	0.00	0.00	311	0
4	-85	0.00	0.00	37	0
5	64	0.00	0.00	207	0
6	-85	0.00	0.00	1026	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-47	0.00	0.00	256	0
2	-38	0.00	0.00	1010	0
3	58	0.00	0.00	192	0
4	-64	0.00	0.00	23	0
5	58	0.00	0.00	147	0
6	-64	0.00	0.00	957	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.180 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-0.66	0.00	36.39	-6.64
2	M3min - Elem.186 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-2.34	0.00	138.99	-22.72
3	Pmax Traz. - Elem.181 - Comb.34b-2) IIIa.2 V-A+F-	-0.44	0.00	32.60	-3.79
4	Pmax Comp. - Elem.184 - Comb.22-2) IId.2 A+	-0.09	0.00	0.94	-1.25
5	smax - Elem.181 - Comb.34b-2) IIIa.2 V-A+F-	-0.33	0.00	25.78	-2.71
6	smin - Elem.184 - Comb.22-2) IId.2 A+	-1.91	0.00	108.88	-18.86

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.182 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-0.45	0.00	24.71	-4.48
2	M3min - Elem.186 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.16	0.00	129.13	-20.88
3	Pmax Traz. - Elem.181 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-0.50	0.00	36.16	-4.45
4	Pmax Comp. - Elem.184 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.05	0.00	0.27	-0.72
5	smax - Elem.181 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-0.33	0.00	25.47	-2.76
6	smin - Elem.184 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.73	0.00	100.24	-16.98

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.182 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.44	0.00	23.39	-4.40
2	M3min - Elem.186 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.70	0.00	101.58	-16.40
3	Pmax Traz. - Elem.179 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.31	0.00	23.53	-2.58
4	Pmax Comp. - Elem.184 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.03	0.00	0.07	-0.47
5	smax - Elem.179 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.23	0.00	18.91	-1.84
6	smin - Elem.184 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.61	0.00	94.47	-15.73

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.182 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=301.38$ a $x=1500.00$ $y=301.38$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$$A_{cs,eff} = 661871.22 \quad \rho_{eff} = 0.0112$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 24.22$$

$$\text{Copriferro} = 64.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.30$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000071$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 540.2633$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0383$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.186 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 282.32$ a $x = 1500.00$ $y = 282.32$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$A_{cls,eff} = 661871.22$ $\rho_{eff} = 0.0112$

Tensione baricentrica = 123.05

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 21.30$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000360$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 540.2633$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1946$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.181 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 242.11$ a $x = 1500.00$ $y = 242.11$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$A_{cls,eff} = 661871.22$ $\rho_{eff} = 0.0112$

Tensione baricentrica = 35.46

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 21.30$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000104$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 540.2633$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0561$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.184 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 1055.53$ a $x = 1500.00$ $y = 1055.53$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$A_{cls,eff} = 646882.55$ $\rho_{eff} = 0.0115$

Tensione baricentrica = 0.28

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 21.30$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 532.9563$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0004$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.181 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=226.24$ a $x=1500.00$ $y=226.24$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$$A_{c_{ls,eff}} = 661871.22 \quad \rho_{eff} = 0.0112$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 24.98$$

$$\text{Copriferro} = 64.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.30$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000073 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 540.2633$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0395 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.184 - Comb.15-3) IIa.2 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=289.78$ a $x=1500.00$ $y=289.78$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$$A_{c_{ls,eff}} = 661871.22 \quad \rho_{eff} = 0.0112$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 98.26$$

$$\text{Copriferro} = 64.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.30$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000288 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 540.2633$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1554 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.182 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=305.85$ a $x=1500.00$ $y=305.85$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$$A_{c_{ls,eff}} = 733871.22 \quad \rho_{eff} = 0.0101$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 23.39$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.30$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000068 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 656.9634$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0450 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.186 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=280.71$ a $x=1500.00$ $y=280.71$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$$A_{c_{ls,eff}} = 733871.22 \quad \rho_{eff} = 0.0101$$

Tensione baricentrica = 101.58

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 21.30$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000297$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 656.9634$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1953$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.179 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 228.25$ a $x = 1500.00$ $y = 228.25$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$A_{cls,eff} = 733871.22$ $\rho_{eff} = 0.0101$

Tensione baricentrica = 23.53

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 21.30$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000069$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 656.9634$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0452$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.184 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 1228.25$ a $x = 1500.00$ $y = 1228.25$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$A_{cls,eff} = 571748.30$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 0.07

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 21.30$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 577.9282$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0001$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.179 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 215.05$ a $x = 1500.00$ $y = 215.05$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$A_{cls,eff} = 733871.22$ $\rho_{eff} = 0.0101$

Tensione baricentrica = 18.91

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 21.30$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000055$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 656.9634$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0364$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.184 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 285.60$ a $x = 1500.00$ $y = 285.60$

Armature efficaci: Area totale = 7426.73

$A_{cs,eff} = 733871.22$ $\rho_{eff} = 0.0101$

Tensione baricentrica = 94.47

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 21.30$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000276$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 656.9634$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1816$ (< 0.2000)

6.5.2.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	111	0.00	0.00	608	0
2	-64	0.00	0.00	1731	0
3	157	0.00	0.00	312	0
4	-137	0.00	0.00	108	0
5	157	0.00	0.00	312	0
6	-137	0.00	0.00	1414	0

Tensioni massime nei materiali:

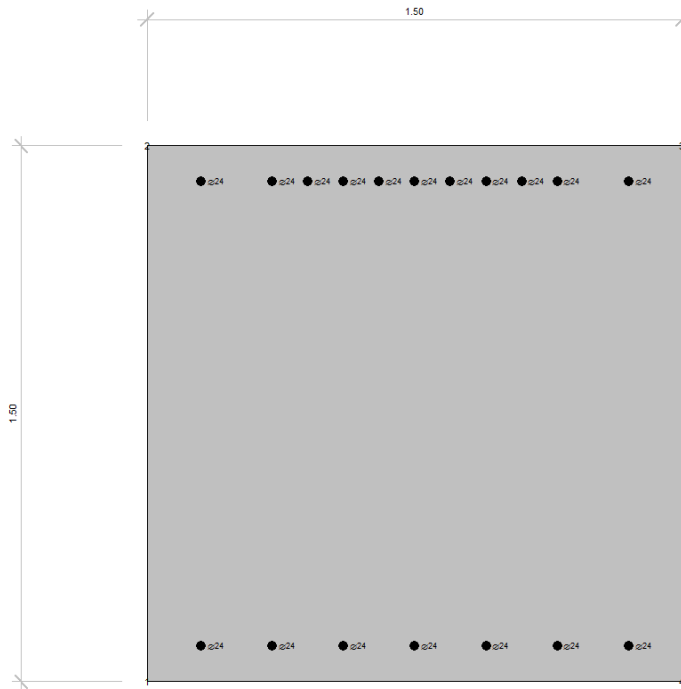
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M3max - Elem.179 - Comb.9-5A) c.1 M1 X-++	-0.99	0.00	69.76	-8.82
2	M3min - Elem.186 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-2.91	0.00	174.16	-28.10
3	Pmax Traz. - Elem.181 - Comb.10-5A) c.1 M1 X-++	-0.47	0.00	42.40	-3.53
4	Pmax Comp. - Elem.184 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-0.17	0.00	3.51	-2.14
5	smax - Elem.181 - Comb.10-5A) c.1 M1 X-++	-0.47	0.00	42.40	-3.53
6	smin - Elem.184 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-2.39	0.00	136.90	-23.53

6.5.3 ELEMENTI TRASVERSALI – S2.1

6.5.3.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI TRASVERSALI S2.1

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S2.1):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm2)	1Φ24/20	= 33.90
Copriferro estradosso c (cm)	5.20	
Armatura intradosso tipica(cm2)	1Φ24/20	= 33.90
Armatura aggiuntiva di intradosso (sotto i pali) (cm2)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro intradosso c' (cm)	5.20	



6.5.3.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-32228	-0.0035 (sez)	2478	0.01 (arm)
Mx	-1641	0.01 (arm)	2574	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.420 - Comb.18b-1A) Ila.1 V-A+ 2	-549	0.00	0.00	1157	0
2	M3min - Elem.414 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-469	0.00	0.00	1229	0
3	Pmax Traz. - Elem.196 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	1	0.00	0.00	137	0
4	Pmax Comp. - Elem.420 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-636	0.00	0.00	1115	0
5	smax - Elem.196 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	1	0.00	0.00	0	0
6	smin - Elem.420 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-636	0.00	0.00	889	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.1627	armatura
2	2.7804	armatura
3	18.6796	armatura
4	3.5392	armatura
5	2214.2950	armatura
6	5.0410	armatura

6.5.3.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-406	0.00	0.00	856	0
2	-348	0.00	0.00	910	0
3	1	0.00	0.00	102	0
4	-471	0.00	0.00	825	0
5	1	0.00	0.00	0	0
6	-471	0.00	0.00	658	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-389	0.00	0.00	783	0
2	-316	0.00	0.00	783	0
3	1	0.00	0.00	102	0
4	-412	0.00	0.00	745	0
5	1	0.00	0.00	0	0
6	-412	0.00	0.00	570	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-374	0.00	0.00	697	0
2	-4	0.00	0.00	699	0
3	1	0.00	0.00	102	0
4	-374	0.00	0.00	697	0
5	1	0.00	0.00	0	0
6	-374	0.00	0.00	514	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.420 - Comb.9b-2) IIa.1 V-A+	-2.60	0.00	95.73	-29.36
2	M3min - Elem.414 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-2.75	0.00	109.17	-30.57
3	Pmax Traz. - Elem.196 - Comb.15b-2) IID.1 V-A+	-0.30	0.00	15.80	-3.00
4	Pmax Comp. - Elem.420 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-2.51	0.00	85.50	-28.83
5	smax - Elem.196 - Comb.15b-2) IID.1 V-A+	0.01	0.00	0.13	0.09
6	smin - Elem.420 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-2.00	0.00	60.35	-23.53

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.420 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-2.38	0.00	86.11	-26.99
2	M3min - Elem.414 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.37	0.00	92.46	-26.44
3	Pmax Traz. - Elem.196 - Comb.11-3) IID.1 A+	-0.30	0.00	15.89	-3.01
4	Pmax Comp. - Elem.420 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.27	0.00	78.35	-25.96
5	smax - Elem.196 - Comb.11-3) IID.1 A+	0.01	0.00	0.16	0.10
6	smin - Elem.420 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.73	0.00	51.92	-20.40

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.12	0.00	74.27	-24.21
2	M3min - Elem.191 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.04	0.00	107.89	-20.77
3	Pmax Traz. - Elem.196 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.30	0.00	15.89	-3.01
4	Pmax Comp. - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.12	0.00	74.27	-24.21
5	smax - Elem.196 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.01	0.00	0.16	0.10
6	smin - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.56	0.00	46.62	-18.40

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.420 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=410.23$ a $x=750.00$ $y=410.23$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$$A_{cls,eff} = 389281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0128$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.11$$

$$\text{Copri ferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000252 \quad \text{Distanza fessure } \Delta s_{max} = 618.3675$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1558 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.414 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=389.10$ a $x=750.00$ $y=389.10$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$$A_{c_{ls,eff}} = 389281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0128$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 92.46$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000271 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 618.3675$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1673 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.196 - Comb.11-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=307.06$ a $x=750.00$ $y=307.06$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$$A_{c_{ls,eff}} = 389281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0128$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 15.89$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000047 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 618.3675$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0288 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.420 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=423.54$ a $x=750.00$ $y=423.54$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$$A_{c_{ls,eff}} = 389281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0128$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 78.35$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000229 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 618.3675$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1418 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.196 - Comb.11-3) IIc.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$$A_{c_{ls,eff}} = 389281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0128$$

Tensione baricentrica = 0.10

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.7959$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 807.2625$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0002$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.420 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 466.69$ a $x = 750.00$ $y = 466.69$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$A_{cs,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0128$

Tensione baricentrica = 51.92

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000152$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 618.3675$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0940$ (< 0.3000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 419.60$ a $x = 750.00$ $y = 419.60$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$A_{cs,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0128$

Tensione baricentrica = 74.27

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000217$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 618.3675$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1344$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.191 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 309.86$ a $x = 750.00$ $y = 309.86$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$A_{cs,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0128$

Tensione baricentrica = 107.89

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000316$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 618.3675$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1953$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.196 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 307.06$ a $x = 750.00$ $y = 307.06$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$A_{cls,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0128$

Tensione baricentrica = 15.89

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000047$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 618.3675$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0288$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 419.60$ a $x = 750.00$ $y = 419.60$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$A_{cls,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0128$

Tensione baricentrica = 74.27

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000217$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 618.3675$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1344$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.196 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$A_{cls,eff} = 389281.27$ $\rho_{eff} = 0.0128$

Tensione baricentrica = 0.10

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.7959$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 807.2625$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0002$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=467.98$ a $x=750.00$ $y=467.98$

Armature efficaci: Area totale = 4976.28

$$A_{cls,eff} = 389281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0128$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 46.62$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000136 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s \max = 618.3675$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0844 \quad (< 0.2000)$$

6.5.3.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-457	0.00	0.00	1891	0
2	-433	0.00	0.00	1541	0
3	17	0.00	0.00	1	0
4	-578	0.00	0.00	1547	0
5	17	0.00	0.00	1	0
6	-578	0.00	0.00	889	0

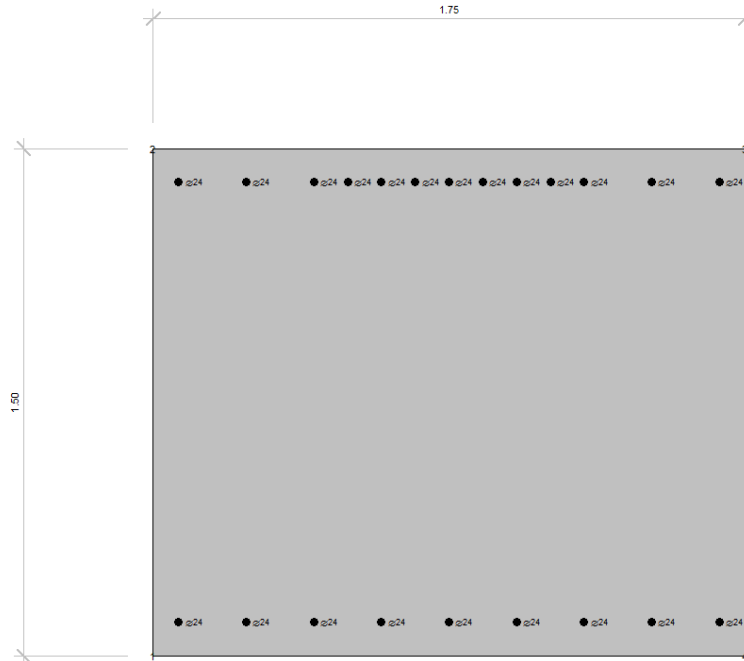
Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.411 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-5.68	0.00	250.67	-61.15
2	M3min - Elem.414 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.64	0.00	198.80	-50.41
3	Pmax Traz. - Elem.199 - Comb.18-5A) c.1 M1 Y-++	0.12	0.00	2.44	1.86
4	Pmax Comp. - Elem.420 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.68	0.00	186.77	-51.87
5	smax - Elem.199 - Comb.18-5A) c.1 M1 Y-++	0.12	0.00	2.44	1.86
6	smin - Elem.420 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-2.70	0.00	86.25	-31.49

6.5.4 ELEMENTI TRASVERSALI – S2.2**6.5.4.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI TRASVERSALI S2.2**

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S2.2):

Larghezza b (cm)	175.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1 Φ 24/20	= 39.55
Copriferro estradosso c (cm)	5.20	
Armatura intradosso tipica(cm ²)	1 Φ 24/20	= 39.55
Armatura aggiuntiva di intradosso (sotto i pali) (cm ²)	1 Φ 24/20	= 22.60
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	5.20	



6.5.4.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-37898	-0.0035 (sez)	3186	0.01 (arm)
Mx	-2108	0.01 (arm)	3042	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.408 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-339	0.00	0.00	678	0
2	M3min - Elem.190 - Comb.2-1A) Ic.1 V+A+ 2	0	0.00	0.00	171	0
3	Pmin Comp. - Elem.190 - Comb.5-1A) Id.1 V+A+ 1	0	0.00	0.00	127	0
4	Pmax Comp. - Elem.408 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	-342	0.00	0.00	651	0
5	smax - Elem.190 - Comb.57a-1A) IIIb.1 V+A+F- 1	0	0.00	0.00	1	0
6	smin - Elem.408 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	-342	0.00	0.00	52	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	6.5075	armatura
2	17.7667	armatura
3	23.9841	armatura
4	6.9174	armatura
5	3900.9650	armatura
6	86.8265	sezione

6.5.4.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-251	0.00	0.00	501	0
2	0	0.00	0.00	127	0
3	0	0.00	0.00	127	0
4	-253	0.00	0.00	480	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-253	0.00	0.00	39	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
-------	---	--------	--------	----	----

1	-211	0.00	0.00	398	0
2	0	0.00	0.00	127	0
3	0	0.00	0.00	127	0
4	-213	0.00	0.00	382	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-213	0.00	0.00	91	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-185	0.00	0.00	332	0
2	0	0.00	0.00	127	0
3	0	0.00	0.00	127	0
4	-187	0.00	0.00	318	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-187	0.00	0.00	130	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.408 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-1.29	0.00	46.50	-14.65
2	M3min - Elem.190 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-0.31	0.00	16.62	-3.19
3	Pmin Comp. - Elem.190 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-0.31	0.00	16.62	-3.19
4	Pmax Comp. - Elem.408 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-1.24	0.00	43.63	-14.12
5	smax - Elem.190 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	0.00	0.00	0.10	-0.03
6	smin - Elem.408 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.15	-0.04	-0.67	-2.09

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.408 - Comb.11-3) IId.1 A+	-1.03	0.00	36.06	-11.70
2	M3min - Elem.190 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.31	0.00	16.64	-3.19
3	Pmin Comp. - Elem.190 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.31	0.00	16.64	-3.19
4	Pmax Comp. - Elem.408 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.98	0.00	33.85	-11.29
5	smax - Elem.190 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	0.00	0.00	0.13	-0.03
6	smin - Elem.408 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.22	0.00	0.92	-2.94

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.408 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.86	0.00	29.43	-9.81
2	M3min - Elem.190 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.31	0.00	16.64	-3.19
3	Pmin Comp. - Elem.190 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.31	0.00	16.64	-3.19
4	Pmax Comp. - Elem.408 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.82	0.00	27.49	-9.45
5	smax - Elem.190 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.00	0.00	0.13	-0.03
6	smin - Elem.408 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.32	0.00	4.64	-4.10

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.408 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=418.53$ a $x=875.00$ $y=418.53$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cls,eff} = 454161.48 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 36.06$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000106 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 614.2756$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0648 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.190 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=308.90$ a $x=875.00$ $y=308.90$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.248799E11$ $S_{n-n} = 9.625211E7$ $b_{n-n} = 1750.00$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{c,ls,eff} = 454161.48 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 16.64$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000049 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 614.2756$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0299 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.190 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=308.90$ a $x=875.00$ $y=308.90$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.248799E11$ $S_{n-n} = 9.625211E7$ $b_{n-n} = 1750.00$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{c,ls,eff} = 454161.48 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 16.64$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000049 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 614.2756$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0299 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.408 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=425.14$ a $x=875.00$ $y=425.14$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{c,ls,eff} = 454161.48 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 33.85$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000099 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 614.2756$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0609 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.190 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=308.90$ a $x=875.00$ $y=308.90$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.248799E11$ $S_{n-n} = 9.625211E7$ $b_{n-n} = 1750.00$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cfs,eff} = 454161.48 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.13$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000000 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 614.2756$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0002 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.408 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 1091.50$ a $x = 875.00$ $y = 1091.50$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cfs,eff} = 413292.32 \quad \rho_{eff} = 0.0142$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.92$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000003 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 585.9225$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0016 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.408 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 425.05$ a $x = 875.00$ $y = 425.05$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cfs,eff} = 454161.48 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 29.43$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000086 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 614.2756$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0529 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.190 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 308.90$ a $x = 875.00$ $y = 308.90$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.248799E11$ $S_{n-n} = 9.625211E7$ $b_{n-n} = 1750.00$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cfs,eff} = 454161.48 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 16.64

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000049$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 614.2756$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0299$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.190 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 308.90$ a $x = 875.00$ $y = 308.90$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.248799E11$ $S_{n-n} = 9.625211E7$ $b_{n-n} = 1750.00$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 454161.48$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 16.64

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000049$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 614.2756$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0299$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.408 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 432.59$ a $x = 875.00$ $y = 432.59$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 454161.48$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 27.49

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000080$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 614.2756$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0494$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.190 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 308.90$ a $x = 875.00$ $y = 308.90$

parametri riferiti all'asse neutro: $J_{n-n} = 1.248799E11$ $S_{n-n} = 9.625211E7$ $b_{n-n} = 1750.00$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 454161.48$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 0.13

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 614.2756$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0002$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.408 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 709.97$ a $x = 875.00$ $y = 709.97$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 454161.48$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 4.64

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000014$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 614.2756$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0083$ (<0.2000)

6.5.4.4 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-258	0.00	0.00	1770	0
2	-258	0.00	0.00	624	0
3	6	0.00	0.00	29	0
4	-274	0.00	0.00	1633	0
5	6	0.00	0.00	0	0
6	-274	0.00	0.00	588	0

Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ_{\max}	σ_{\min}	$\sigma_{s \max}$	$\sigma_{s \min}$
1	M3max - Elem.408 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.46	0.00	211.65	-46.98
2	M3min - Elem.408 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.60	0.00	61.88	-17.90
3	Pmax Traz. - Elem.190 - Comb.32-5A) d.1 M1 Y---	-0.07	0.00	4.28	-0.66
4	Pmax Comp. - Elem.408 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-4.12	0.00	192.46	-43.67
5	smax - Elem.190 - Comb.32-5A) d.1 M1 Y---	0.03	0.00	0.74	0.51
6	smin - Elem.408 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-1.51	0.00	56.02	-17.06

6.5.5 VERIFICA A PUNZONAMENTO DELLA PLATEA

VERIFICA A PUNZONAMENTO DI PIASTRE PIANE IN C.A. SECONDO EC2-2005

MATERIALI			
CLS		Acciaio teso	
f_{ck} =	25 N/mm ²	f_{yk} =	450 N/mm ²
γ_c =	1.5	γ_s =	1.15
f_{cd} =	14.11 N/mm ²	f_{yd} =	391 N/mm ²

$$f_{cd} = \frac{0.85 f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

PILASTRO CIRCOLARE DI BORDO:

Diametro D = 1000 mm

DATI SOLETTA:

Spessore h = 1500 mm

Coprifero netto = 88 mm

Altezza utile d = 1388 mm ==> $d = \frac{dz + dy}{2}$

Perimetro pilastro u_0 = 2571 mm

Perimetro di base u_1 = 11292 mm ==> Perimetro di verifica a distanza costante dal bordo del pilastro pari a 2d

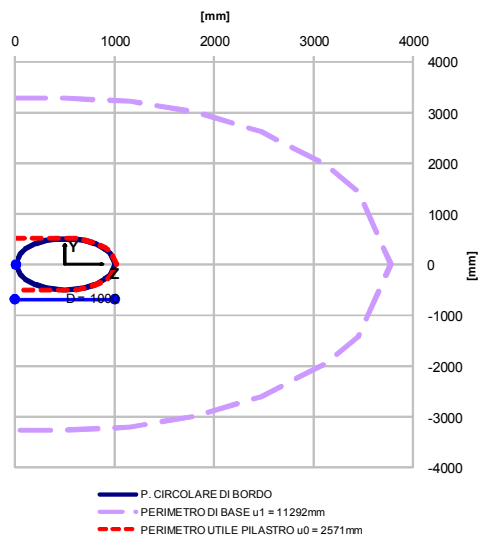
ARMATURA LONGITUDINALE SOLETTA:

La larghezza in cui l'armatura longitudinale serve ai fini del punzonamento è pari alla larghezza del pilastro + 3d per lato

ARMATURA LONGITUDINALE z					
l_z =		5164 [mm]			
ARM. BASE	AGGIUNTIVI SU l_z				
ϕ	Passo	ϕ	n°	$A_{sl,z}$	$\rho_{l,z}$
[mm]	[cm]	[mm]		[mm ²]	
24	10	20	0	23361	0.0033

ARMATURA LONGITUDINALE y					
l_y =		9328 [mm]			
ARM. BASE	AGGIUNTIVI SU l_y				
ϕ	Passo	ϕ	n°	$A_{sl,y}$	$\rho_{l,y}$
[mm]	[cm]	[mm]		[mm ²]	
24	10	20	0	42199	0.0033

RAPPRESENTAZIONE PERIMETRI DI VERIFICA



SOLLECITAZIONI ALLO SLU:

$V_{Ed} = 3563$ [kN]
 $M_{Sd,y} = 0$ [kNm]
 $M_{Sd,z} = 0$ [kNm]

METODO DI VERIFICA: SEMPLIFICATO

Il metodo semplificato che utilizza valori di β approssimati, si può utilizzare per strutture la cui stabilità trasversale non dipende dal funzionamento a telaio del complesso piastra-pilastri, e se le luci adiacenti non differiscono in lunghezza più del 25%.

PER PILASTRO CIRCOLARE DI BORDO: $\beta = 1.40$

a) $V_{Rd,max}$ Valore massimo di progetto di Taglio-Punzonamento EC2 - Par. 6.4.4

Lungo il perimetro del pilastro, o il perimetro dell'area caricata la massima tensione di taglio-punzonamento non deve essere superata:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

Coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio:

$v = 0.540 \implies v = 0.7 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$ EC2 - Par. 6.2.2

$V_{Rd,max} = 3.81$ [N/mm²]

Tensione di Taglio-Punzonamento lungo il perimetro del pilastro:

$v_{Ed} = 1.40$ [N/mm²] $\implies v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d}$

VERIFICA: OK

$v_{Ed}/V_{Rd,max} = 0.367$

b) $V_{Rd,c}$ Resistenza a punzonamento di piastre prive di armatura a taglio EC2 - Par. 6.4.5

N.B. In questo foglio di calcolo non è prevista la precompressione della piastra

$f_{ck} = 24.90$ [N/mm²]

$k = 1.38 \implies k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$

$\rho_l = 0.00$ Perc. Geom. di armatura $\implies \rho_l = \sqrt{\rho_{l,z} \cdot \rho_{l,y}} \leq 0.02$

$C_{Rd,c} = 0.12 \implies C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$

$v_{min} = 0.28$ [N/mm²] $\implies v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$

$V_{Rd,c} = 0.33$ [N/mm²]

$V_{Rd,c} = 0.33$ [N/mm²] $\implies v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}$

Tensione di Taglio-Punzonamento lungo il perimetro dei verifica:

$v_{Ed} = 0.32$ [N/mm²] $\implies v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_1 d}$

VERIFICA: OK

$v_{Ed}/V_{Rd,c} = 0.957$

6.6 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE

6.6.1 NUMERAZIONE ELEMENTI DEI PALI DI FONDAZIONE

Si riporta di seguito lo schema della numerazione dei pali individuata nel programma di calcolo.

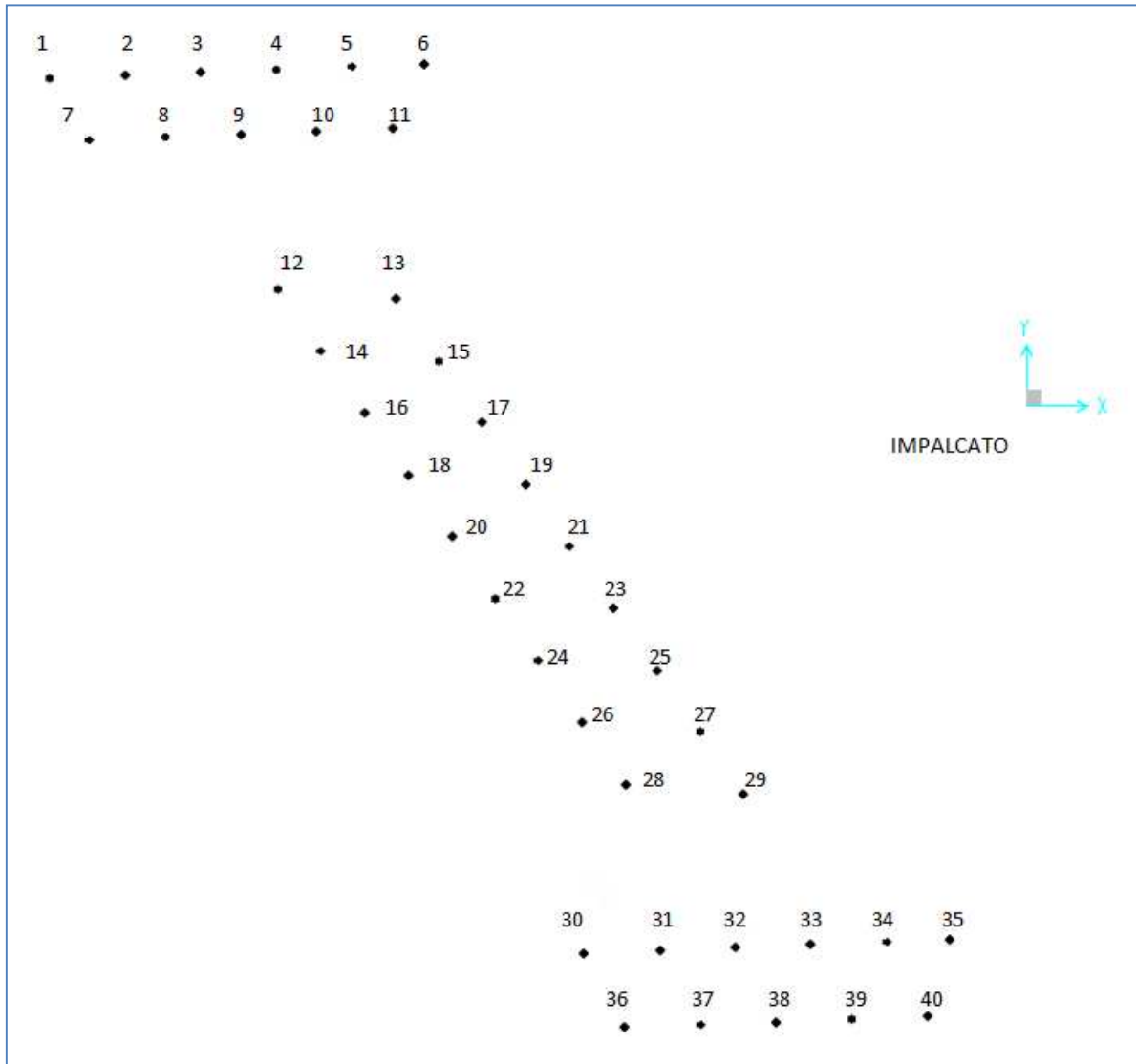


Figura 6.6 Numerazione pali come da modello

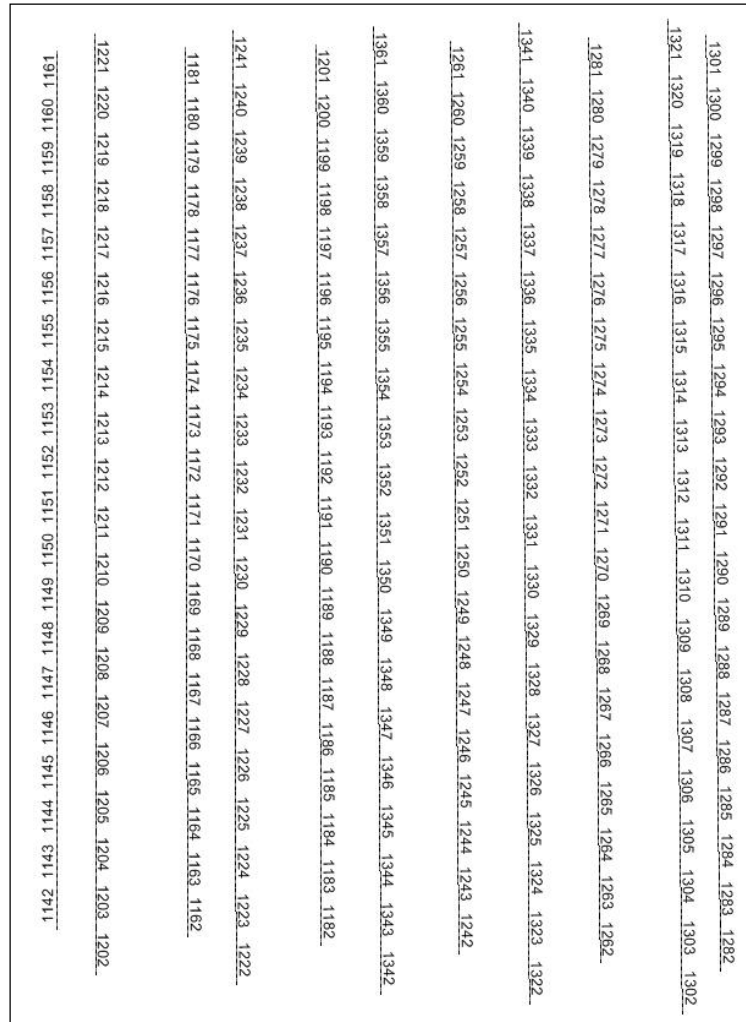


Figura 6.9. Numerazione frame Pali Risolto destro – L=20.00m

6.6.2 PALI DI FONDAZIONE DEL PARAGHIAIA

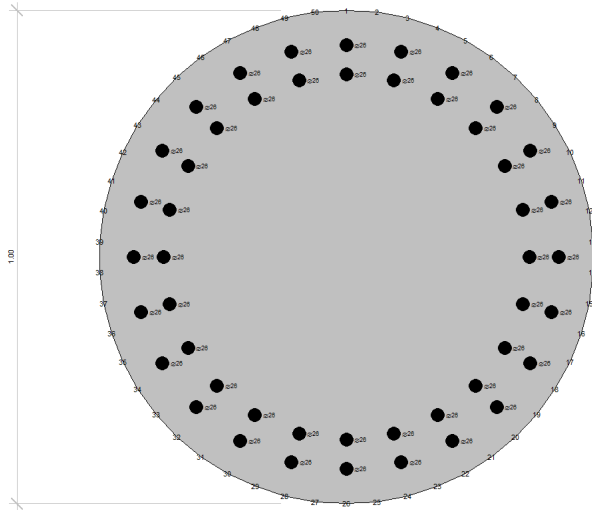
6.6.2.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

Diametro palo	$\phi=$	100,00	cm	
Area palo	$A_p=$	$\pi\phi^2/4=$	7850	cm ²
Armatura palo 0-3m	$A_{a1}=$	24+24 ϕ 26	254.40	cm ²
Copriferro	$C_1, C_2=$	70,130	mm	
Armatura palo 3-13m	$A_{a2}=$	12 ϕ 26	63.60	cm ²
Copriferro	$C_2=$	70	mm	
Armatura palo 13-25m	$A_{a3}=$	12 ϕ 20	37.68	cm ²
Copriferro	$C_3=$	70	mm	

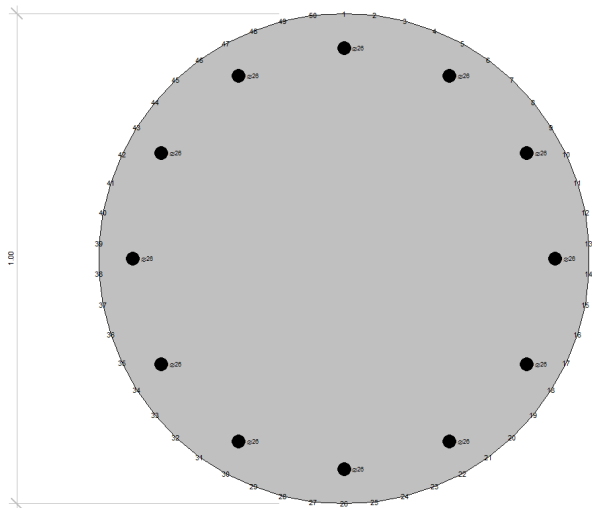
Di seguito si riportano le verifiche allo stato limite ultimo (SLU), le verifiche a stato limite di esercizio (SLE) raro, frequente e quasi permanente con controllo della fessurazione nonché le verifiche sismiche per le quali, secondo normativa, è necessario controllare che la struttura rimanga in campo elastico (per le tensioni di riferimento si faccia riferimento alle tabelle riportate nel Capitolo “Caratteristiche dei materiali”).

6.6.2.2 GEOMETRIA ADOTTATA PER LE VERIFICHE

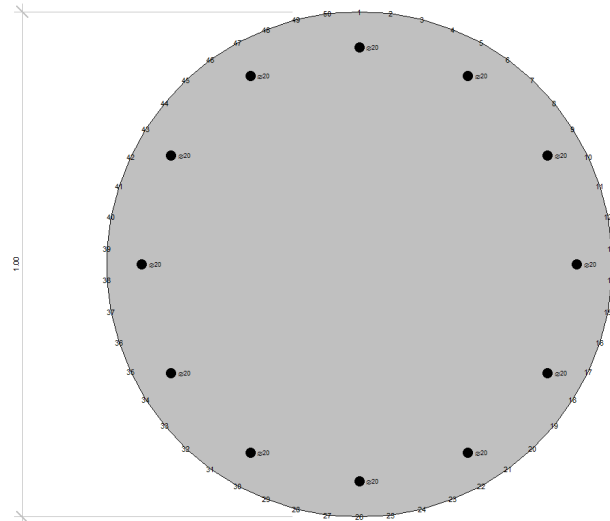
Da testa palo a -3m da testa palo



Da -3 a -13m



Da -13m a piede palo



6.6.2.3 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE*Da testa palo a -3m da testa palo*

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-21025	-0.0035 (sez)	9972	0.01 (arm)
Mx	-3007	-0.0035 (sez)	3007	-0.0035 (sez)
My	-3009	-0.0035 (sez)	3009	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1141 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	-2021	0.00	0.00	400	0
2	M2min - Elem.189 - Comb.28-1A) IID.1 V+A+ 2	-1344	0.00	0.00	1128	0
3	M3max - Elem.1066 - Comb.68b-1A) IIIa.2 V-A+F- 2	-1582	0.00	0.00	425	0
4	M3min - Elem.189 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	-1439	0.00	0.00	1098	0
5	Pmin Comp. - Elem.723 - Comb.23-1A) IIc.1 V+A+ 1	-306	0.00	0.00	349	0
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-2798	0.00	0.00	118	0
7	smax - Elem.1141 - Comb.30-1A) IID.1 V-A+ 2	-1608	0.00	0.00	393	0
8	smin - Elem.189 - Comb.28-1A) IID.1 V+A+ 2	-1344	0.00	0.00	1128	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.9071	sezione
2	2.9424	sezione
3	6.3108	sezione
4	3.0218	sezione
5	9.4067	sezione
6	6.6249	sezione
7	6.5807	sezione
8	2.9424	sezione

Da -3 a -13m

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-13546	-0.0035 (sez)	2493	0.01 (arm)
Mx	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)
My	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.163 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1549	0.00	0.00	316	0
2	M2min - Elem.1136 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	-1589	0.00	0.00	79	0
3	M3max - Elem.163 - Comb.40-1A) IIc.2 V+A+ 2	-1556	0.00	0.00	314	0
4	M3min - Elem.1135 - Comb.50a-1A) IIIa.1 V+A+F- 2	-2080	0.00	0.00	79	0
5	Pmin Comp. - Elem.720 - Comb.23-1A) IIc.1 V+A+ 1	-365	0.00	0.00	87	0
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-3063	0.00	0.00	9	0
7	smax - Elem.163 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1549	0.00	0.00	316	0
8	smin - Elem.1134 - Comb.18b-1A) IIa.1 V-A+ 2	-2668	0.00	0.00	59	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	4.7741	sezione
2	7.3852	sezione
3	4.7804	sezione
4	5.8423	sezione
5	18.2298	sezione
6	4.3890	sezione
7	4.7741	sezione
8	4.7709	sezione

Da -13 a piede palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-12528	-0.0035 (sez)	1475	0.01 (arm)
Mx	-569	0.01 (arm)	569	0.01 (arm)
My	-570	0.01 (arm)	570	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.155 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-1689	0.00	0.00	21	0
2	M2min - Elem.151 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1867	0.00	0.00	13	0
3	M3max - Elem.155 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-1706	0.00	0.00	21	0
4	M3min - Elem.1053 - Comb.68b-1A) IIIa.2 V-A+F- 2	-1926	0.00	0.00	10	0
5	Pmin Comp. - Elem.710 - Comb.23-1A) IIc.1 V+A+ 1	-562	0.00	0.00	6	0
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-3381	0.00	0.00	0	0
7	smax - Elem.473 - Comb.27-1A) IId.1 V+A+ 1	-564	0.00	0.00	8	0
8	smin - Elem.272 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-3381	0.00	0.00	0	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	7.1716	sezione
2	6.5859	sezione
3	7.1035	sezione
4	6.4149	sezione
5	21.7169	sezione
6	3.7053	sezione
7	21.3765	sezione
8	3.7053	sezione

6.6.2.4 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA TESTA PALO A - 3M DA TESTA PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1492	0.00	0.00	295	0
2	-995	0.00	0.00	838	0
3	-1172	0.00	0.00	316	0
4	-1062	0.00	0.00	816	0
5	-355	0.00	0.00	303	0
6	-2066	0.00	0.00	87	0
7	-1191	0.00	0.00	291	0
8	-995	0.00	0.00	838	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1423	0.00	0.00	275	0
2	-1076	0.00	0.00	636	0
3	-1134	0.00	0.00	267	0
4	-1076	0.00	0.00	636	0
5	-445	0.00	0.00	228	0
6	-1863	0.00	0.00	75	0
7	-1131	0.00	0.00	266	0
8	-1076	0.00	0.00	636	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1378	0.00	0.00	261	0
2	-1126	0.00	0.00	506	0
3	-1056	0.00	0.00	247	0
4	-1126	0.00	0.00	506	0
5	-502	0.00	0.00	173	0
6	-1616	0.00	0.00	62	0

7	-1088	0.00	0.00	251	0
8	-1126	0.00	0.00	506	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1141 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-3.17	0.00	5.79	-43.59
2	M2min - Elem.189 - Comb.14a-2) IID.1 V+A+	-7.49	0.00	108.33	-95.76
3	M3max - Elem.1066 - Comb.34b-2) IIIa.2 V-A+F-	-3.15	0.00	15.06	-42.53
4	M3min - Elem.189 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-7.33	0.00	101.75	-94.00
5	Pmin Comp. - Elem.723 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.70	0.00	39.27	-34.54
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-2.32	-1.22	-19.52	-33.67
7	smax - Elem.1141 - Comb.15b-2) IID.1 V-A+	-2.96	0.00	11.28	-40.20
8	smin - Elem.189 - Comb.14a-2) IID.1 V+A+	-7.49	0.00	108.33	-95.76

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1141 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.98	0.00	4.88	-41.02
2	M2min - Elem.189 - Comb.15-3) IID.2 A+	-5.81	0.00	69.88	-75.32
3	M3max - Elem.1066 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-2.74	0.00	9.45	-37.26
4	M3min - Elem.189 - Comb.15-3) IID.2 A+	-5.81	0.00	69.88	-75.32
5	Pmin Comp. - Elem.723 - Comb.15-3) IID.2 A+	-2.10	0.00	22.90	-27.47
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-2.07	-1.13	-17.90	-30.05
7	smax - Elem.1141 - Comb.15-3) IID.2 A+	-2.73	0.00	9.38	-37.13
8	smin - Elem.189 - Comb.15-3) IID.2 A+	-5.81	0.00	69.88	-75.32

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1141 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.85	0.00	4.17	-39.24
2	M2min - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+	-4.72	0.00	45.99	-62.03
3	M3max - Elem.1066 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.54	0.00	8.59	-34.54
4	M3min - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+	-4.72	0.00	45.99	-62.03
5	Pmin Comp. - Elem.723 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.66	0.00	12.00	-22.12
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.78	-1.00	-15.77	-25.82
7	smax - Elem.1141 - Comb.4-4) Id.2 A+	-2.59	0.00	8.42	-35.24
8	smin - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+	-4.72	0.00	45.99	-62.03

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1141 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-366.66$ $y=338.52$ a $x=366.66$ $y=338.52$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c,ls,eff} = 53825.00 \quad \rho_{eff} = 0.0296$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 4.36$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000013 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 343.1649$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0044 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.189 - Comb.15-3) IID.2 A+

asse neutro: da $x=-499.01$ $y=16.10$ a $x=499.01$ $y=16.10$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c,ls,eff} = 136899.29 \quad \rho_{eff} = 0.0465$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 58.33$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000171$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 288.7742$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0493$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1066 - Comb.8b-3) Ila.1 A+

asse neutro: da $x = -428.67$ $y = 256.08$ a $x = 428.67$ $y = 256.08$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$A_{cls,eff} = 74290.08$ $\rho_{eff} = 0.0572$

Tensione baricentrica = 7.07

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000021$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 271.1084$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0056$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.189 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = 16.10$ a $x = 499.01$ $y = 16.10$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 136899.29$ $\rho_{eff} = 0.0465$

Tensione baricentrica = 58.33

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000171$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 288.7742$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0493$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.723 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -498.05$ $y = 39.04$ a $x = 498.05$ $y = 39.04$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 130494.09$ $\rho_{eff} = 0.0488$

Tensione baricentrica = 18.89

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000055$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 284.3306$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0157$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 130494.09$ $\rho_{eff} = 0.0488$

Tensione baricentrica = -18.86

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000055$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 284.3306$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0157$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1141 - Comb.15-3) IIa.2 A+

asse neutro: da $x = -428.43$ $y = 256.52$ a $x = 428.43$ $y = 256.52$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$A_{cls,eff} = 74186.57$ $\rho_{eff} = 0.0573$

Tensione baricentrica = 7.02

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000021$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 271.0007$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0056$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.189 - Comb.15-3) IIa.2 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = 16.10$ a $x = 499.01$ $y = 16.10$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 136899.29$ $\rho_{eff} = 0.0465$

Tensione baricentrica = 58.33

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000171$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 288.7742$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0493$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1141 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x=-358.36$ $y=347.36$ a $x=358.36$ $y=347.36$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cfs,eff} = 52149.96 \quad \rho_{eff} = 0.0305$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 3.68$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000011 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 338.5166$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0036 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-494.91$ $y=63.86$ a $x=494.91$ $y=63.86$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cfs,eff} = 123658.66 \quad \rho_{eff} = 0.0515$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 37.40$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000109 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 279.5885$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0306 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1066 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-427.24$ $y=258.69$ a $x=427.24$ $y=258.69$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$$A_{cfs,eff} = 73670.61 \quad \rho_{eff} = 0.0577$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 6.40$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000019 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 270.4637$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0051 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-494.91$ $y=63.86$ a $x=494.91$ $y=63.86$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cfs,eff} = 123658.66 \quad \rho_{eff} = 0.0515$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 37.40$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000109$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 279.5885$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0306$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.723 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -482.45$ $y = 127.57$ a $x = 482.45$ $y = 127.57$

Armature efficaci: Area totale = 5309.29

$A_{cls,eff} = 106509.37$ $\rho_{eff} = 0.0498$

Tensione baricentrica = 9.74

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000029$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.4693$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0081$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 5309.29

$A_{cls,eff} = 106509.37$ $\rho_{eff} = 0.0498$

Tensione baricentrica = -16.44

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000048$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.4693$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0136$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1141 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -424.22$ $y = 264.17$ a $x = 424.22$ $y = 264.17$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$A_{cls,eff} = 72371.79$ $\rho_{eff} = 0.0587$

Tensione baricentrica = 6.20

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000018$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 269.1121$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0049$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -494.91$ $y = 63.86$ a $x = 494.91$ $y = 63.86$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cs,eff} = 123658.66$ $\rho_{eff} = 0.0515$

Tensione baricentrica = 37.40

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000109$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 279.5885$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0306$ (< 0.2000)

6.6.2.5 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -3 A -13M

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1145	0.00	0.00	234 0
2	-1178	0.00	0.00	58 0
3	-1150	0.00	0.00	233 0
4	-1532	0.00	0.00	59 0
5	-414	0.00	0.00	71 0
6	-2263	0.00	0.00	7 0
7	-1145	0.00	0.00	234 0
8	-1971	0.00	0.00	43 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1232	0.00	0.00	177 0
2	-1185	0.00	0.00	57 0
3	-1251	0.00	0.00	174 0
4	-1249	0.00	0.00	59 0
5	-504	0.00	0.00	34 0
6	-2059	0.00	0.00	6 0
7	-902	0.00	0.00	151 0
8	-1778	0.00	0.00	45 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1283	0.00	0.00	141 0
2	-1186	0.00	0.00	57 0
3	-1302	0.00	0.00	138 0
4	-1206	0.00	0.00	58 0
5	-561	0.00	0.00	24 0
6	-1812	0.00	0.00	6 0
7	-960	0.00	0.00	119 0
8	-1497	0.00	0.00	49 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.163 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.45	0.00	9.67	-47.10

2	M2min - Elem.1136 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-1.84	-0.84	-13.61	-26.60
3	M3max - Elem.163 - Comb.20a-2) IIc.2 V+A+	-3.44	0.00	9.32	-47.00
4	M3min - Elem.1135 - Comb.25a-2) IIIa.1 V+A+F-	-2.25	-1.23	-19.58	-32.72
5	Pmin Comp. - Elem.720 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.09	0.00	1.10	-15.10
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-2.63	-2.52	-37.87	-39.36
7	smax - Elem.163 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.45	0.00	9.67	-47.10
8	smin - Elem.1134 - Comb.9b-2) IIa.1 V-A+	-2.62	-1.87	-28.81	-38.46

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.163 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.94	0.00	-1.12	-40.89
2	M2min - Elem.1136 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-1.84	-0.85	-13.84	-26.60
3	M3max - Elem.162 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.93	0.00	-1.89	-40.81
4	M3min - Elem.1135 - Comb.11-3) IIc.1 A+	-1.93	-0.91	-14.73	-27.91
5	Pmin Comp. - Elem.720 - Comb.15-3) IIc.2 A+	-0.87	-0.28	-4.76	-12.45
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-2.40	-2.29	-34.43	-35.85
7	smax - Elem.266 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.35	0.00	1.90	-32.47
8	smin - Elem.1134 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-2.41	-1.63	-25.30	-35.39

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.163 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.69	-0.23	-6.07	-37.71
2	M2min - Elem.1136 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.84	-0.86	-13.89	-26.60
3	M3max - Elem.162 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.68	-0.28	-6.77	-37.69
4	M3min - Elem.1135 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.88	-0.87	-14.06	-27.11
5	Pmin Comp. - Elem.720 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.85	-0.43	-6.89	-12.25
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.12	-2.01	-30.21	-31.66
7	smax - Elem.266 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.13	-0.06	-3.03	-29.74
8	smin - Elem.1135 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.13	-1.28	-20.03	-31.07

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.163 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-206.52$ $y=454.32$ a $x=206.52$ $y=454.32$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 25711.78 \quad \rho_{eff} = 0.0206$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -1.12$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000003 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s max} = 407.8513$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0013 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.1136 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 25711.78 \quad \rho_{eff} = 0.0206$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -13.84$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000040$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 407.8513$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0165$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.162 - Comb.14-3) Ilc.2 A+

asse neutro: da $x = -162.87$ $y = 471.77$ a $x = 162.87$ $y = 471.77$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 23700.76$ $\rho_{eff} = 0.0224$

Tensione baricentrica = -1.89

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 391.1095$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0022$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1135 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 23700.76$ $\rho_{eff} = 0.0224$

Tensione baricentrica = -14.73

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000043$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 391.1095$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0169$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.720 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 23700.76$ $\rho_{eff} = 0.0224$

Tensione baricentrica = -4.76

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000014$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 391.1095$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0055$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c\text{ls,eff}} = 23700.76 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0224$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -34.43$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000101 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \text{ max}} = 391.1095$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0394 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.266 - Comb.14-3) IIc.2 A+asse neutro: da $x=-320.46$ $y=382.53$ a $x=320.46$ $y=382.53$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c\text{ls,eff}} = 33982.53 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0156$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 1.90$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000006 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \text{ max}} = 476.7055$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0026 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1134 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c\text{ls,eff}} = 33982.53 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0156$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -25.30$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000074 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \text{ max}} = 476.7055$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0353 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.163 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c\text{ls,eff}} = 33982.53 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0156$$

Tensione baricentrica = -6.07

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000018$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 476.7055$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0085$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1136 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 33982.53$ $\rho_{eff} = 0.0156$

Tensione baricentrica = -13.89

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000041$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 476.7055$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0194$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.162 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 33982.53$ $\rho_{eff} = 0.0156$

Tensione baricentrica = -6.77

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000020$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 476.7055$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0094$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1135 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 33982.53$ $\rho_{eff} = 0.0156$

Tensione baricentrica = -14.06

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000041$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 476.7055$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0196$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem. 720 - Comb. 4-4) Id. 2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 33982.53$ $\rho_{eff} = 0.0156$

Tensione baricentrica = -6.89

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000020$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 476.7055$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0096$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem. 284 - Comb. 3-4) Ic. 2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 33982.53$ $\rho_{eff} = 0.0156$

Tensione baricentrica = -30.21

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000088$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 476.7055$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0421$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem. 266 - Comb. 3-4) Ic. 2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 33982.53$ $\rho_{eff} = 0.0156$

Tensione baricentrica = -3.03

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000009$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 476.7055$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0042$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1135 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cs,eff} = 33982.53 \quad \rho_{eff} = 0.0156$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -20.03$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000059 \quad \text{Distanza fessure } \Delta s_{max} = 476.7055$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0279 \quad (<0.2000)$$

6.6.2.6 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -13 A PIEDE PALO**Sollecitazioni di progetto – rara**

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1250	0.00	0.00	15	0
2	-1381	0.00	0.00	10	0
3	-1263	0.00	0.00	15	0
4	-1427	0.00	0.00	7	0
5	-610	0.00	0.00	5	0
6	-2498	0.00	0.00	0	0
7	-617	0.00	0.00	7	0
8	-2498	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1331	0.00	0.00	12	0
2	-1467	0.00	0.00	7	0
3	-1331	0.00	0.00	12	0
4	-1390	0.00	0.00	6	0
5	-701	0.00	0.00	4	0
6	-2295	0.00	0.00	0	0
7	-710	0.00	0.00	5	0
8	-2295	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1381	0.00	0.00	9	0
2	-1518	0.00	0.00	6	0
3	-1381	0.00	0.00	9	0
4	-1311	0.00	0.00	6	0
5	-757	0.00	0.00	3	0
6	-2048	0.00	0.00	0	0
7	-757	0.00	0.00	3	0
8	-2048	0.00	0.00	0	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.155 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.63	-1.35	-20.49	-24.16
2	M2min - Elem.151 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.73	-1.56	-23.52	-25.80
3	M3max - Elem.155 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-1.64	-1.36	-20.74	-24.37
4	M3min - Elem.1053 - Comb.34b-2) IIIa.2 V-A+F-	-1.77	-1.63	-24.61	-26.36

5	Pmin Comp. - Elem.710 - Comb.12a-2) IId.1 V+A+	-0.77	-0.68	-10.31	-11.50
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-2.97	-2.97	-44.62	-44.62
7	smax - Elem.473 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.80	-0.67	-10.22	-11.83
8	smin - Elem.272 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-2.97	-2.97	-44.62	-44.62

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.155 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.69	-1.48	-22.37	-25.18
2	M2min - Elem.151 - Comb.14-3) IId.2 A+	-1.81	-1.68	-25.34	-27.06
3	M3max - Elem.155 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.69	-1.48	-22.37	-25.18
4	M3min - Elem.1053 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-1.71	-1.60	-24.05	-25.58
5	Pmin Comp. - Elem.710 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.87	-0.80	-12.02	-13.01
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-2.73	-2.73	-40.98	-40.98
7	smax - Elem.473 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.89	-0.80	-12.10	-13.26
8	smin - Elem.272 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-2.73	-2.73	-40.98	-40.98

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.155 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.73	-1.56	-23.54	-25.79
2	M2min - Elem.151 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.86	-1.75	-26.43	-27.81
3	M3max - Elem.155 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.73	-1.56	-23.54	-25.79
4	M3min - Elem.1053 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.61	-1.51	-22.73	-24.11
5	Pmin Comp. - Elem.710 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.93	-0.87	-13.13	-13.90
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.44	-2.44	-36.58	-36.58
7	smax - Elem.710 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.93	-0.87	-13.13	-13.90
8	smin - Elem.272 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.44	-2.44	-36.58	-36.58

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.155 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -22.50$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000066 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 601.3094$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0396 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.151 - Comb.14-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -25.42$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000074$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0447$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.155 - Comb.15-3) II.d.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -22.50$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000066$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0396$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1053 - Comb.8b-3) II.a.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -24.12$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000071$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0424$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.710 - Comb.15-3) II.d.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -12.06$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000035$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0212$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.12a-3) II.a.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -40.98$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000120 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 601.3094$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0721 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.473 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -12.15$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000036 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 601.3094$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0214 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.272 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -40.98$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000120 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 601.3094$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0721 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.155 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -23.64$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000069$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0416$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.151 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

Tensione baricentrica = -26.49

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000078$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0466$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.155 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

Tensione baricentrica = -23.64

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000069$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0416$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1053 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

Tensione baricentrica = -22.79

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000067$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0401$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem. 710 - Comb. 4-4) Id. 2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -13.17$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000039$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0232$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem. 272 - Comb. 3-4) Ic. 2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -36.58$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000107$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0644$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem. 710 - Comb. 4-4) Id. 2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -13.17$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000039$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 601.3094$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0232$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem. 272 - Comb. 3-4) Ic. 2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cs,eff} = 110133.91 \quad \rho_{eff} = 0.0086$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -36.58$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000107 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 601.3094$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0644 \quad (< 0.2000)$$

6.6.2.7 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Da testa palo a -3m da testa palo

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-651	0.00	0.00	1291	0
2	-366	0.00	0.00	1708	0
3	-828	0.00	0.00	682	0
4	-296	0.00	0.00	783	0
5	226	0.00	0.00	559	0
6	-1819	0.00	0.00	153	0
7	-651	0.00	0.00	1291	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.1141 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-11.15	0.00	202.81	-139.44
2	M2min - Elem.189 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-14.52	0.00	289.54	-179.59
3	M3max - Elem.1066 - Comb.9-5A) c.1 M1 X++	-6.11	0.00	87.46	-78.11
4	M3min - Elem.189 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-6.72	0.00	127.21	-83.61
5	Pmax Traz. - Elem.723 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-4.56	0.00	109.88	-54.98
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-2.52	-0.60	-10.99	-35.83
7	smax - Elem.1141 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-11.15	0.00	202.81	-139.44
8	smin - Elem.189 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-14.52	0.00	289.54	-179.59

Da -3 a -13m

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-484	0.00	0.00	436	0
2	-769	0.00	0.00	294	0
3	-310	0.00	0.00	301	0
4	-711	0.00	0.00	153	0
5	167	0.00	0.00	126	0
6	-2015	0.00	0.00	22	0
7	-464	0.00	0.00	435	0
8	-769	0.00	0.00	294	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.162 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-7.11	0.00	168.94	-85.93
2	M2min - Elem.1135 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.39	0.00	53.34	-56.94
3	M3max - Elem.163 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-4.93	0.00	120.78	-59.32
4	M3min - Elem.1135 - Comb.9-5A) c.1 M1 X++	-2.23	0.00	7.53	-30.36
5	Pmax Traz. - Elem.720 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.03	0.00	103.68	-20.31
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-2.49	-2.10	-31.90	-36.89
7	smax - Elem.163 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-7.10	0.00	171.44	-85.64

8 smin - Elem.1135 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+ -4.39 0.00 53.34 -56.94

Da -13 a piede palo

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-621	0.00	0.00	32	0
2	-906	0.00	0.00	26	0
3	-551	0.00	0.00	14	0
4	-705	0.00	0.00	22	0
5	-30	0.00	0.00	8	0
6	-2251	0.00	0.00	0	0
7	-30	0.00	0.00	8	0
8	-2114	0.00	0.00	14	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.155 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-1.04	-0.44	-7.27	-14.92
2	M2min - Elem.1128 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.32	-0.84	-13.12	-19.25
3	M3max - Elem.155 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-0.79	-0.52	-8.13	-11.57
4	M3min - Elem.1053 - Comb.18-5A) c.1 M1 Y++	-1.04	-0.64	-9.98	-15.20
5	Pmin Comp. - Elem.710 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.13	0.00	1.10	-1.78
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-2.68	-2.68	-40.20	-40.20
7	smax - Elem.710 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.13	0.00	1.10	-1.78
8	smin - Elem.278 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-2.64	-2.39	-36.12	-39.37

6.6.2.8 VERIFICHE A TAGLIO

Da testa palo a -3 da testa palo

La massima sollecitazione a taglio per i pali del fusto/paraghaia, nel tratto da testa a 3m di profondità, è stata individuata in condizione sismiche ed è pari a $T=866\text{kN}$.

Poichè da normativa si richiede che la sollecitazione di taglio in condizioni sismiche comporti una tensione nelle strutture che rimanga in campo elastico, si è provveduto alla riduzione della Resistenza di calcolo a "taglio trazione" (V_{rsd}) e della Resistenza di calcolo a "taglio compressione" (V_{rcd}) del coefficiente 1.25.

La verifica quindi porge:

V_{rd} = 1119.96 kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed} = 866.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd} = 1131.44 kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd} = 1119.96 kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed} = 0.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

θ = 21.80 °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w = 90.00 cm	Larghezza utile della sezione
d = 71.05 cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf} = 12 mm	Diametro staffe
2 n°	n° braccia staffe
A_{sw} = 226.08 mm ²	Area armatura trasversale
s = 10 cm	Intersasso tra due armature trasversali consecutive
α = 90 °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{vk} = 450 N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

Da -3 a piede palo

La massima sollecitazione a taglio per i pali del fusto/paraghiaia, nel tratto da 3m di profondità fino a piede palo, è stata individuata in condizione sismiche ed è pari a $T=219\text{kN}$.

Poiché da normativa si richiede che la sollecitazione di taglio in condizioni sismiche comporti una tensione nelle strutture che rimanga in campo elastico, si è provveduto alla riduzione della Resistenza di calcolo a "taglio trazione" (V_{rsd}) e della Resistenza di calcolo a "taglio compressione" (V_{rcd}) del coefficiente 1.25.

La verifica quindi porge:

V_{rd}	=	565.72	kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed}	=	219.00	kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd}	=	565.72	kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd}	=	1119.96	kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed}	=	0.00	kN	Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

θ	=	21.80	°	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w	=	90.00	cm	Larghezza utile della sezione
d	=	71.05	cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf}	=	12	mm	Diametro staffe
		2	n°	n°braccia staffe
A_{sw}	=	226.08	mm ²	Area armatura trasversale
s	=	20	cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α	=	90	°	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk}	=	450	N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

6.6.3 PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI – ARMATURA PALO TIPICO

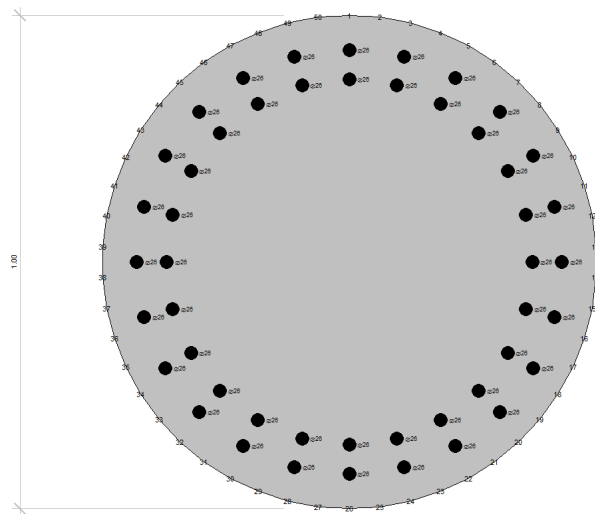
6.6.3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

Diametro palo	$\phi=$	100,00	cm	
Area palo	$A_p=$	$\pi\phi^2/4=$	7850	cm ²
Armatura palo 0-3m	$A_{a1}=$	24+24 ϕ 26	254.40	cm ²
Copriferro	$C_1, C_2=$	70,130	mm	
Armatura palo 3-12m	$A_{a2}=$	12 ϕ 26	63.60	cm ²
Copriferro	$C_2=$	70	mm	
Armatura palo 13-20m	$A_{a3}=$	12 ϕ 20	37.68	cm ²
Copriferro	$C_3=$	70	mm	

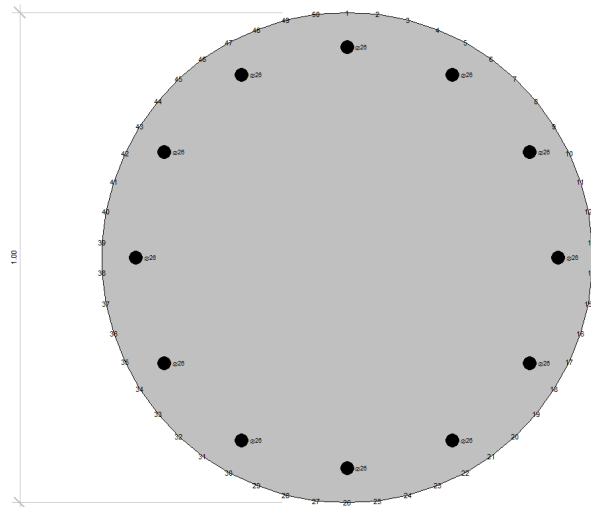
Di seguito si riportano le verifiche allo stato limite ultimo (SLU), le verifiche a stato limite di esercizio (SLE) raro, frequente e quasi permanente con controllo della fessurazione nonché le verifiche sismiche per le quali, secondo normativa, è necessario controllare che la struttura rimanga in campo elastico (per le tensioni di riferimento si faccia riferimento alle tabelle riportate nel Capitolo “Caratteristiche dei materiali”).

6.6.3.2 GEOMETRIA ADOTTATA PER LE VERIFICHE

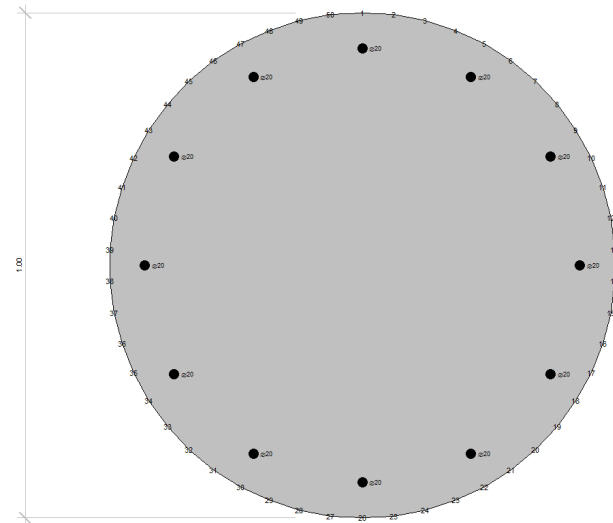
Da testa palo a -3m da testa palo



Da -3 a -12m



Da -12m a piede palo



6.6.3.3 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Da testa palo a -3m da testa palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-21025	-0.0035 (sez)	9972	0.01 (arm)
Mx	-3007	-0.0035 (sez)	3007	-0.0035 (sez)
My	-3009	-0.0035 (sez)	3009	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1201 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-1171	0.00	0.00	1004	0
2	M2min - Elem.1682 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-3473	0.00	0.00	1817	0
3	M3max - Elem.1201 - Comb.44-1A) IId.2 V+A+ 2	-1102	0.00	0.00	998	0
4	M3min - Elem.1481 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-2917	0.00	0.00	1536	0
5	Pmin Comp. - Elem.1261 - Comb.43-1A) IId.2 V+A+ 1	-417	0.00	0.00	738	0
6	Pmax Comp. - Elem.1685 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-3553	0.00	0.00	157	0
7	smax - Elem.1201 - Comb.44-1A) IId.2 V+A+ 2	-1102	0.00	0.00	998	0
8	smin - Elem.1682 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-3473	0.00	0.00	1817	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.3050	sezione

2	1.7520	sezione
3	3.3167	sezione
4	2.0737	sezione
5	4.3900	sezione
6	5.1878	sezione
7	3.3167	sezione
8	1.7520	sezione

Da -3m a -12m

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-13546	-0.0035 (sez)	2493	0.01 (arm)
Mx	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)
My	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1687 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-3606	0.00	0.00	459	0
2	M2min - Elem.1156 - Comb.30-1A) Iid.1 V-A+ 2	-2236	0.00	0.00	306	0
3	M3max - Elem.1556 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-2321	0.00	0.00	469	0
4	M3min - Elem.1156 - Comb.30-1A) Iid.1 V-A+ 2	-2236	0.00	0.00	306	0
5	Pmin Comp. - Elem.1258 - Comb.43-1A) Iid.2 V+A+ 1	-476	0.00	0.00	94	0
6	Pmax Comp. - Elem.1694 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-3791	0.00	0.00	73	0
7	smax - Elem.1536 - Comb.28-1A) Iid.1 V+A+ 2	-1348	0.00	0.00	440	0
8	smin - Elem.1216 - Comb.30-1A) Iid.1 V-A+ 2	-3359	0.00	0.00	294	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.5986	sezione
2	4.0634	sezione
3	3.2072	sezione
4	4.0634	sezione
5	15.8998	sezione
6	3.3838	sezione
7	3.8365	sezione
8	3.1285	sezione

Da -12m a piede palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-12528	-0.0035 (sez)	1475	0.01 (arm)
Mx	-569	0.01 (arm)	569	0.01 (arm)
My	-570	0.01 (arm)	570	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1695 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-3791	0.00	0.00	73	0
2	M2min - Elem.1189 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-1489	0.00	0.00	40	0
3	M3max - Elem.1469 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-3235	0.00	0.00	62	0
4	M3min - Elem.1189 - Comb.44-1A) Iid.2 V+A+ 2	-1420	0.00	0.00	40	0
5	Pmin Comp. - Elem.1249 - Comb.43-1A) Iid.2 V+A+ 1	-653	0.00	0.00	30	0
6	Pmax Comp. - Elem.1757 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-4003	0.00	0.00	0	0
7	smax - Elem.1529 - Comb.29-1A) Iid.1 V-A+ 1	-1128	0.00	0.00	46	0
8	smin - Elem.1757 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-4003	0.00	0.00	0	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.1286	sezione
2	7.7855	sezione
3	3.6690	sezione
4	8.1370	sezione
5	16.8088	sezione

6	3.1293	sezione
7	9.8719	sezione
8	3.1293	sezione

6.6.3.4 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA TESTA PALO A - 3M DA TESTA PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-865	0.00	0.00	743	0
2	-2572	0.00	0.00	1346	0
3	-822	0.00	0.00	740	0
4	-2158	0.00	0.00	1138	0
5	-471	0.00	0.00	690	0
6	-2631	0.00	0.00	116	0
7	-822	0.00	0.00	740	0
8	-2572	0.00	0.00	1346	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-943	0.00	0.00	654	0
2	-2198	0.00	0.00	1148	0
3	-892	0.00	0.00	649	0
4	-1963	0.00	0.00	958	0
5	-563	0.00	0.00	607	0
6	-2345	0.00	0.00	96	0
7	-892	0.00	0.00	649	0
8	-2198	0.00	0.00	1148	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-994	0.00	0.00	595	0
2	-1959	0.00	0.00	1022	0
3	-942	0.00	0.00	590	0
4	-1840	0.00	0.00	843	0
5	-624	0.00	0.00	553	0
6	-2278	0.00	0.00	87	0
7	-624	0.00	0.00	553	0
8	-1959	0.00	0.00	1022	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1201 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-6.63	0.00	96.67	-84.74
2	M2min - Elem.1682 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-12.40	0.00	137.08	-161.69
3	M3max - Elem.1201 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-6.59	0.00	97.90	-84.08
4	M3min - Elem.1481 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-10.48	0.00	116.55	-136.61
5	Pmin Comp. - Elem.1261 - Comb.22-2) IId.2 A+	-6.02	0.00	103.22	-75.68
6	Pmax Comp. - Elem.1685 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-2.99	-1.53	-24.44	-43.27
7	smax - Elem.1201 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-6.59	0.00	97.90	-84.08
8	smin - Elem.1682 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-12.40	0.00	137.08	-161.69

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1201 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-5.91	0.00	78.03	-76.12
2	M2min - Elem.1682 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-10.58	0.00	116.79	-137.96
3	M3max - Elem.1201 - Comb.15-3) IId.2 A+	-5.85	0.00	79.20	-75.22
4	M3min - Elem.1481 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-8.88	0.00	92.94	-116.17
5	Pmin Comp. - Elem.1261 - Comb.15-3) IId.2 A+	-5.36	0.00	84.82	-68.01
6	Pmax Comp. - Elem.1219 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.62	-1.41	-22.37	-37.97
7	smax - Elem.1201 - Comb.15-3) IId.2 A+	-5.85	0.00	79.20	-75.22
8	smin - Elem.1682 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-10.58	0.00	116.79	-137.96

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	M2max - Elem.1201 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-5.43	0.00	65.79	-70.32
2	M2min - Elem.1682 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-9.42	0.00	103.82	-122.79
3	M3max - Elem.1201 - Comb.4-4) Id.2 A+	-5.36	0.00	66.85	-69.37
4	M3min - Elem.1481 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-7.85	0.00	77.83	-103.06
5	Pmin Comp. - Elem.1261 - Comb.4-4) Id.2 A+	-4.93	0.00	72.66	-62.86
6	Pmax Comp. - Elem.1219 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.50	-1.41	-22.28	-36.36
7	smax - Elem.1261 - Comb.4-4) Id.2 A+	-4.93	0.00	72.66	-62.86
8	smin - Elem.1682 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-9.42	0.00	103.82	-122.79

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.1201 - Comb.10-3) Ic.1 A+**

asse neutro: da x=-499.01 y=-5.32 a x=499.01 y=-5.32

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{cls,eff} = 142949.57 \quad \rho_{eff} = 0.0520$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 63.21$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000185 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 278.8042$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0516 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.1682 - Comb.10-3) Ic.1 A+

asse neutro: da x=-498.47 y=35.73 a x=498.47 y=35.73

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cls,eff} = 131414.57 \quad \rho_{eff} = 0.0485$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 96.53$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000283 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 284.9692$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0805 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3max - Elem.1201 - Comb.15-3) Id.2 A+

asse neutro: da x=-499.01 y=-11.08 a x=499.01 y=-11.08

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{cls,eff} = 144584.79 \quad \rho_{eff} = 0.0514$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 64.35$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000188$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 279.7766$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0527$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1481 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -496.94$ $y = 47.78$ a $x = 496.94$ $y = 47.78$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 128076.15$ $\rho_{eff} = 0.0497$

Tensione baricentrica = 76.31

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000223$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.6531$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0631$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1261 - Comb.15-3) IIId.2 A+

asse neutro: da $x = -497.01$ $y = -47.29$ a $x = 497.01$ $y = -47.29$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 70.13

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000205$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0579$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1219 - Comb.11-3) IIId.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -23.87

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000070$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0197$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1201 - Comb.15-3) II.d.2 A+

asse neutro: da $x=-499.01$ $y=-11.08$ a $x=499.01$ $y=-11.08$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c_{ls,eff}} = 144584.79 \quad \rho_{eff} = 0.0514$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 64.35$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000188 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 279.7766$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0527 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1682 - Comb.10-3) II.c.1 A+

asse neutro: da $x=-498.47$ $y=35.73$ a $x=498.47$ $y=35.73$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c_{ls,eff}} = 131414.57 \quad \rho_{eff} = 0.0485$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 96.53$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000283 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 284.9692$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0805 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1201 - Comb.1-4) I.c.1 A+

asse neutro: da $x=-499.01$ $y=14.30$ a $x=499.01$ $y=14.30$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c_{ls,eff}} = 137406.50 \quad \rho_{eff} = 0.0464$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 54.97$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000161 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 289.1261$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0465 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1682 - Comb.1-4) I.c.1 A+

asse neutro: da $x=-498.43$ $y=36.00$ a $x=498.43$ $y=36.00$

Verifica a fessurazione

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c,ls,eff} = 131338.86 \quad \rho_{eff} = 0.0485$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 85.80$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000251 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 284.9166$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0715 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1201 - Comb.4-4) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -499.01 \quad y = 7.96 \quad \text{a } x = 499.01 \quad y = 7.96$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 6371.15$$

$$A_{c,ls,eff} = 139192.53 \quad \rho_{eff} = 0.0458$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 56.02$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000164 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 290.3651$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0476 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1481 - Comb.1-4) Ic.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -495.40 \quad y = 59.97 \quad \text{a } x = 495.40 \quad y = 59.97$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 6371.15$$

$$A_{c,ls,eff} = 124723.22 \quad \rho_{eff} = 0.0511$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 63.44$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000186 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 280.3270$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0521 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1261 - Comb.4-4) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -499.01 \quad y = -31.09 \quad \text{a } x = 499.01 \quad y = -31.09$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 7433.01$$

$$A_{c,ls,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 59.63$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000175$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0492$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1219 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -23.63

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000069$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0195$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1261 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = -31.09$ a $x = 499.01$ $y = -31.09$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 59.63

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000175$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0492$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1682 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -498.43$ $y = 36.00$ a $x = 498.43$ $y = 36.00$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 131338.86$ $\rho_{eff} = 0.0485$

Tensione baricentrica = 85.80

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000251$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 284.9166$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0715$ (< 0.2000)

6.6.3.5 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -3M A -12M

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2670	0.00	0.00	340 0
2	-1655	0.00	0.00	227 0
3	-1718	0.00	0.00	347 0
4	-1655	0.00	0.00	227 0
5	-530	0.00	0.00	87 0
6	-2807	0.00	0.00	54 0
7	-1001	0.00	0.00	326 0
8	-2487	0.00	0.00	218 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2296	0.00	0.00	287 0
2	-1687	0.00	0.00	198 0
3	-1567	0.00	0.00	292 0
4	-1687	0.00	0.00	198 0
5	-622	0.00	0.00	75 0
6	-2521	0.00	0.00	26 0
7	-996	0.00	0.00	272 0
8	-2384	0.00	0.00	190 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2077	0.00	0.00	255 0
2	-1715	0.00	0.00	179 0
3	-1476	0.00	0.00	256 0
4	-2278	0.00	0.00	87 0
5	-683	0.00	0.00	67 0
6	-2455	0.00	0.00	23 0
7	-997	0.00	0.00	237 0
8	-2318	0.00	0.00	171 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1687 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-5.99	-0.09	-7.54	-83.60
2	M2min - Elem.1156 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-3.85	0.00	-2.85	-53.64
3	M3max - Elem.1556 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-5.13	0.00	13.71	-70.07
4	M3min - Elem.1156 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-3.85	0.00	-2.85	-53.63
5	Pmin Comp. - Elem.1258 - Comb.22-2) IId.2 A+	-1.36	0.00	0.83	-18.82
6	Pmax Comp. - Elem.1694 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-3.66	-2.72	-41.84	-53.98
7	smax - Elem.1536 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-4.76	0.00	44.97	-62.66
8	smin - Elem.1216 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-4.72	-0.94	-18.12	-66.78

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1687 - Comb.10-3) Iic.1 A+	-5.10	-0.13	-7.12	-71.25
2	M2min - Elem.1156 - Comb.15-3) IId.2 A+	-3.64	-0.20	-6.62	-50.94
3	M3max - Elem.1556 - Comb.14-3) Iic.2 A+	-4.40	0.00	7.98	-60.38
4	M3min - Elem.1156 - Comb.15-3) IId.2 A+	-3.64	-0.20	-6.62	-50.94
5	Pmin Comp. - Elem.1258 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.35	-0.06	-2.26	-18.96
6	Pmax Comp. - Elem.1210 - Comb.11-3) IId.1 A+	-3.09	-2.65	-40.17	-45.90
7	smax - Elem.1536 - Comb.15-3) IId.2 A+	-3.92	0.00	26.13	-52.44
8	smin - Elem.1216 - Comb.11-3) IId.1 A+	-4.36	-1.07	-19.47	-61.90

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1688 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-4.57	-0.16	-6.97	-63.92

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO				FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX				182 DI 380
2	M2min - Elem.1156 - Comb.4-4) Id.2 A+	-3.50	-0.40	-9.26	-49.28	
3	M3max - Elem.1556 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-3.94	0.00	4.48	-54.32	
4	M3min - Elem.1218 - Comb.2-4) Id.1 A+	-3.35	-1.84	-29.17	-48.60	
5	Pmin Comp. - Elem.1258 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.36	-0.20	-4.19	-19.13	
6	Pmax Comp. - Elem.1210 - Comb.2-4) Id.1 A+	-3.00	-2.59	-39.28	-44.52	
7	smax - Elem.1536 - Comb.4-4) Id.2 A+	-3.43	0.00	16.05	-46.33	
8	smin - Elem.1216 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.12	-1.15	-20.40	-58.71	
Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente						
Combinazione frequente: M2max - Elem.1687 - Comb.10-3) IIc.1 A+						
Sezione tutta compressa						
Armature efficaci: Area totale = 530.93						
$A_{cls,eff} = 27791.98 \quad \rho_{eff} = 0.0191$						
Tensione baricentrica = -7.12						
Copriferro = 57.00						
$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$						
Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00						
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$						
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$						
Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000021$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 425.1690$						
Ampiezza fessure $w_d = -0.0089$ (<0.2000)						
Combinazione frequente: M2min - Elem.1156 - Comb.15-3) IIc.2 A+						
Sezione tutta compressa						
Armature efficaci: Area totale = 530.93						
$A_{cls,eff} = 27791.98 \quad \rho_{eff} = 0.0191$						
Tensione baricentrica = -6.62						
Copriferro = 57.00						
$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$						
Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00						
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$						
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$						
Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000019$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 425.1690$						
Ampiezza fessure $w_d = -0.0082$ (<0.2000)						
Combinazione frequente: M3max - Elem.1556 - Comb.14-3) IIc.2 A+						
asse neutro: da $x = -375.00$ $y = 329.63$ a $x = 375.00$ $y = 329.63$						
Armature efficaci: Area totale = 530.93						
$A_{cls,eff} = 40076.63 \quad \rho_{eff} = 0.0132$						
Tensione baricentrica = 7.98						
Copriferro = 57.00						
$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$						
Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00						
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$						
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$						

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000023$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 527.4390$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0123$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1156 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 40076.63 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -6.62$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000019$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 527.4390$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0102$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1258 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 40076.63 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -2.26$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000007$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 527.4390$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0035$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1210 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 40076.63 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -40.17$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000118$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 527.4390$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0620$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1536 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -478.22$ $y = 144.03$ a $x = 478.22$ $y = 144.03$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 102254.55 \quad \rho_{eff} = 0.0156$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 22.62$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000066 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 477.5573$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0316 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1216 - Comb.11-3) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 102254.55 \quad \rho_{eff} = 0.0156$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -21.37$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000063 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 477.5573$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0299 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1688 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 102254.55 \quad \rho_{eff} = 0.0156$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -9.51$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000028 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 477.5573$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0133 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1156 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 102254.55 \quad \rho_{eff} = 0.0156$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -11.05$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000032$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 477.5573$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0154$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1556 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -342.30$ $y = 364.45$ a $x = 342.30$ $y = 364.45$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 36064.90 \quad \rho_{eff} = 0.0147$$

Tensione baricentrica = 4.48

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000013$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 494.0413$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0065$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1218 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 36064.90 \quad \rho_{eff} = 0.0147$$

Tensione baricentrica = -29.17

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000085$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 494.0413$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0422$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1258 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 36064.90 \quad \rho_{eff} = 0.0147$$

Tensione baricentrica = -4.19

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000012$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 494.0413$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0061$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1210 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 36064.90 \quad \rho_{eff} = 0.0147$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -39.28$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000115$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 494.0413$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0568$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1536 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -454.06$ $y = 208.73$ a $x = 454.06$ $y = 208.73$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 85797.81 \quad \rho_{eff} = 0.0186$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 13.26$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000039$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 431.8897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0168$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1216 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 85797.81 \quad \rho_{eff} = 0.0186$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -22.11$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000065$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 431.8897$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0279$ (< 0.2000)

6.6.3.6 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -12M A PIEDE PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2807	0.00	0.00	54 0
2	-1101	0.00	0.00	30 0
3	-2394	0.00	0.00	46 0
4	-1057	0.00	0.00	30 0
5	-1	0.00	0.00	22 0
6	-2964	0.00	0.00	0 0
7	-53	0.00	0.00	38 0
8	-2964	0.00	0.00	0 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2433	0.00	0.00	46 0
2	-1178	0.00	0.00	26 0
3	-2199	0.00	0.00	39 0
4	-1127	0.00	0.00	26 0
5	-799	0.00	0.00	24 0
6	-2679	0.00	0.00	0 0
7	-1133	0.00	0.00	36 0
8	-2521	0.00	0.00	26 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2195	0.00	0.00	41 0
2	-1229	0.00	0.00	24 0
3	-2076	0.00	0.00	34 0
4	-1178	0.00	0.00	24 0
5	-860	0.00	0.00	22 0
6	-2612	0.00	0.00	0 0
7	-1134	0.00	0.00	32 0
8	-2455	0.00	0.00	23 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1695 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.84	-2.84	-43.69	-56.58
2	M2min - Elem.1189 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-1.59	-1.03	-16.08	-23.24
3	M3max - Elem.1469 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.28	-2.42	-37.27	-48.24
4	M3min - Elem.1189 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.54	-0.98	-15.30	-22.46
5	Pmin Comp. - Elem.1289 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.48	0.00	20.29	-5.19
6	Pmax Comp. - Elem.1757 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.53	-3.53	-52.94	-52.94
7	smax - Elem.1409 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-0.76	0.00	19.87	-9.04
8	smin - Elem.1757 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.53	-3.53	-52.94	-52.94

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1695 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-3.33	-2.47	-37.94	-48.98
2	M2min - Elem.1189 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-1.65	-1.16	-17.90	-24.19
3	M3max - Elem.1469 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-2.98	-2.26	-34.66	-43.88
4	M3min - Elem.1189 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.58	-1.10	-17.01	-23.26
5	Pmin Comp. - Elem.1249 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.18	-0.72	-11.34	-17.18
6	Pmax Comp. - Elem.1781 - Comb.11-3) IId.1 A+	-3.19	-3.19	-47.84	-47.84
7	smax - Elem.1529 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.68	-1.02	-15.95	-24.53
8	smin - Elem.1209 - Comb.11-3) IId.1 A+	-3.24	-2.77	-41.97	-48.09

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1695 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.99	-2.23	-34.28	-44.11
2	M2min - Elem.1189 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.69	-1.24	-19.09	-24.81

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO				FOGLIO	
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX				188 DI 380	
3	M3max - Elem.1469 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.79	-2.16	-33.01	-41.12		
4	M3min - Elem.1189 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.62	-1.18	-18.19	-23.87		
5	Pmin Comp. - Elem.1249 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.23	-0.82	-12.70	-18.02		
6	Pmax Comp. - Elem.1781 - Comb.2-4) Id.1 A+	-3.11	-3.11	-46.65	-46.65		
7	smax - Elem.1529 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.64	-1.06	-16.46	-24.05		
8	smin - Elem.1209 - Comb.2-4) Id.1 A+	-3.14	-2.71	-41.05	-46.64		
Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente							
Combinazione frequente: M2max - Elem.1695 - Comb.10-3) IIc.1 A+							
Sezione tutta compressa							
Armature efficaci: Area totale = 942.48							
$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$							
Tensione baricentrica = -38.43							
Copriferro = 60.00							
$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$							
Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00							
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$							
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$							
Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000112$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$							
Ampiezza fessure $w_d = -0.0694$ (<0.2000)							
Combinazione frequente: M2min - Elem.1189 - Comb.10-3) IIc.1 A+							
Sezione tutta compressa							
Armature efficaci: Area totale = 942.48							
$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$							
Tensione baricentrica = -18.18							
Copriferro = 60.00							
$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$							
Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00							
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$							
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$							
Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000053$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$							
Ampiezza fessure $w_d = -0.0328$ (<0.2000)							
Combinazione frequente: M3max - Elem.1469 - Comb.10-3) IIc.1 A+							
Sezione tutta compressa							
Armature efficaci: Area totale = 942.48							
$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$							
Tensione baricentrica = -35.08							
Copriferro = 60.00							
$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$							
Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00							
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$							
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$							
Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000103$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$							

Ampiezza fessure $w_d = -0.0633$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1189 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -17.29$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000051$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0312$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1249 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -11.60$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000034$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0210$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1781 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -47.84$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000140$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0864$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1529 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -16.33$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000048 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s \max = 616.9794$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0295 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1209 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta compressa

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 942.48$$

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -42.25$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000124 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s \max = 616.9794$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0763 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1695 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 942.48$$

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -34.72$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000102 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s \max = 616.9794$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0627 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1189 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 942.48$$

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -19.35$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000057$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0349$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1469 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff} = 114477.62$ $\rho_{eff} = 0.0082$

Tensione baricentrica = -33.37

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000098$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0603$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1189 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff} = 114477.62$ $\rho_{eff} = 0.0082$

Tensione baricentrica = -18.45

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000054$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0333$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1249 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff} = 114477.62$ $\rho_{eff} = 0.0082$

Tensione baricentrica = -12.94

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000038$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0234$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1781 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -46.65$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000137$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0842$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1529 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -16.80$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000049$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0303$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1209 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 114477.62 \quad \rho_{eff} = 0.0082$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -41.30$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000121$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 616.9794$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0746$ (<0.2000)

6.6.3.7 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Da testa palo a -3m da testa palo

Parametri di sollecitazione :

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2145	0.00	0.00	1093 0
2	-3025	0.00	0.00	1621 0
3	-67	0.00	0.00	706 0
4	-3025	0.00	0.00	1621 0
5	373	0.00	0.00	908 0
6	-3084	0.00	0.00	210 0
7	-349	0.00	0.00	1080 0
8	-3025	0.00	0.00	1621 0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1221 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-10.09	0.00	109.28	-131.73
2	M2min - Elem.1682 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-14.91	0.00	167.82	-194.23
3	M3max - Elem.1261 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-5.95	0.00	123.25	-73.30
4	M3min - Elem.1682 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-14.91	0.00	167.82	-194.23
5	Pmax Traz. - Elem.1261 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-7.40	0.00	178.65	-89.16
6	Pmax Comp. - Elem.1685 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-3.96	-1.33	-22.68	-56.68
7	smax - Elem.1181 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-9.24	0.00	178.04	-114.76
8	smin - Elem.1682 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-14.91	0.00	167.82	-194.23

Da -3m a -12m

Parametri di sollecitazione :

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-3123	0.00	0.00	459 0
2	-812	0.00	0.00	351 0
3	-1101	0.00	0.00	466 0
4	-184	0.00	0.00	197 0
5	314	0.00	0.00	158 0
6	-3260	0.00	0.00	65 0
7	-229	0.00	0.00	452 0
8	-2243	0.00	0.00	335 0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1687 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-7.54	0.00	-1.79	-104.70
2	M2min - Elem.1156 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-5.34	0.00	75.66	-68.43
3	M3max - Elem.1556 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-7.07	0.00	97.58	-90.68
4	M3min - Elem.1255 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-3.24	0.00	81.94	-38.72
5	Pmax Traz. - Elem.1258 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-2.41	0.00	150.16	-22.15
6	Pmax Comp. - Elem.1694 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-4.28	-3.14	-48.33	-62.95
7	smax - Elem.1536 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-7.52	0.00	220.93	-87.74
8	smin - Elem.1216 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-5.47	0.00	-0.55	-75.91

Da -12m a piede palo

Parametri di sollecitazione :

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-3260	0.00	0.00	65 0
2	-2381	0.00	0.00	44 0
3	-3260	0.00	0.00	65 0
4	-302	0.00	0.00	28 0
5	137	0.00	0.00	37 0
6	-3417	0.00	0.00	0 0
7	-154	0.00	0.00	46 0
8	-3358	0.00	0.00	7 0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1695 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-4.48	-3.28	-50.47	-65.98
2	M2min - Elem.1209 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-3.24	-2.43	-37.27	-47.77
3	M3max - Elem.1695 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-4.48	-3.28	-50.47	-65.98

4	M3min - Elem.1249 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.62	-0.10	-2.05	-8.73
5	Pmax Traz. - Elem.1249 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-0.59	0.00	79.40	-2.18
6	Pmax Comp. - Elem.1757 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-4.07	-4.07	-61.03	-61.03
7	smax - Elem.1529 - Comb.22-5A) d.1 M1 Y++	-0.74	0.00	6.79	-9.73
8	smin - Elem.1699 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-4.06	-3.93	-59.14	-60.81

6.6.3.8 VERIFICHE A TAGLIO

La massima sollecitazione a taglio per i pali del risvolto sinistro, nel tratto da testa a 3m di profondità, è stata individuata in condizione statiche ed è pari a T=903kN.

La verifica quindi porge:

V_{rd} = 1399.95 kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed} = 903.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd} = 1414.30 kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd} = 1399.95 kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed} = 0.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo normale
sezione verificata a taglio	

θ = 21.80 °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w = 90.00 cm	Larghezza utile della sezione
d = 71.05 cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf} = 12 mm	Diametro staffe
2 n°	n°braccia staffe
A_{sw} = 226.08 mm ²	Area armatura trasversale
s = 10 cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α = 90 °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk} = 450 N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

La massima sollecitazione a taglio per i pali del risvolto sinistro, nel tratto da 3m di profondità fino a piede palo, è stata individuata in condizione statiche ed è pari a T=221kN.

La verifica quindi porge:

V_{rd} = 707.15 kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed} = 221.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd} = 707.15 kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd} = 1399.95 kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed} = 0.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo normale
sezione verificata a taglio	

θ = 21.80 °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w = 90.00 cm	Larghezza utile della sezione
d = 71.05 cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf} = 12 mm	Diametro staffe
2 n°	n°braccia staffe
A_{sw} = 226.08 mm ²	Area armatura trasversale
s = 20 cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α = 90 °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk} = 450 N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

6.6.4 PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI – ARMATURA PALI N° 7-8-9-34-35

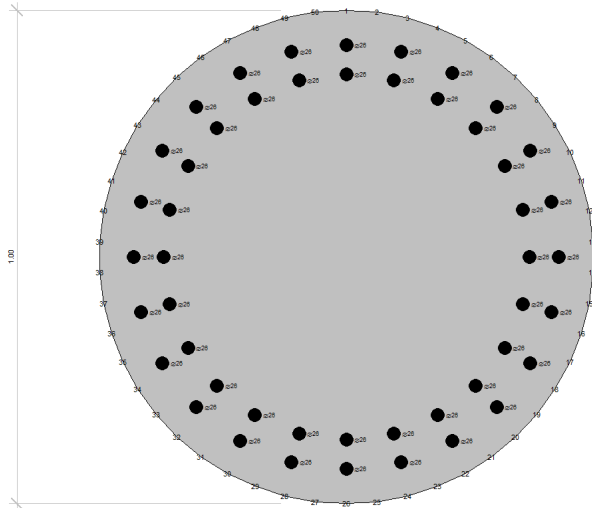
6.6.4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

Diametro palo	$\phi=$	100,00	cm	
Area palo	$A_p=$	$\pi\phi^2/4=$	7850	cm ²
Armatura palo 0-3m	$A_{a1}=$	24+24 ϕ 26	254.40	cm ²
Copriferro	$C_1, C_2=$	70,130	mm	
Armatura palo 3-12m	$A_{a2}=$	24 ϕ 26	127.20	cm ²
Copriferro	$C_2=$	70	mm	
Armatura palo 13-20m	$A_{a3}=$	24 ϕ 20	75.36	cm ²
Copriferro	$C_3=$	70	mm	

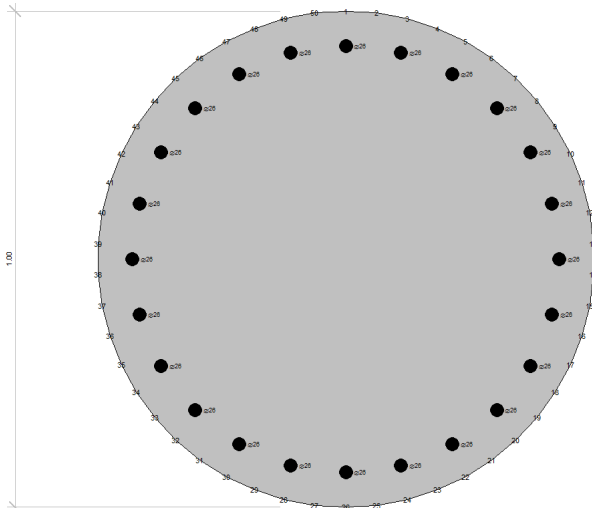
Di seguito si riportano le verifiche allo stato limite ultimo (SLU), le verifiche a stato limite di esercizio (SLE) raro, frequente e quasi permanente con controllo della fessurazione nonché le verifiche sismiche per le quali, secondo normativa, è necessario controllare che la struttura rimanga in campo elastico (per le tensioni di riferimento si faccia riferimento alle tabelle riportate nel Capitolo “Caratteristiche dei materiali”).

6.6.4.2 GEOMETRIA ADOTTATA PER LE VERIFICHE

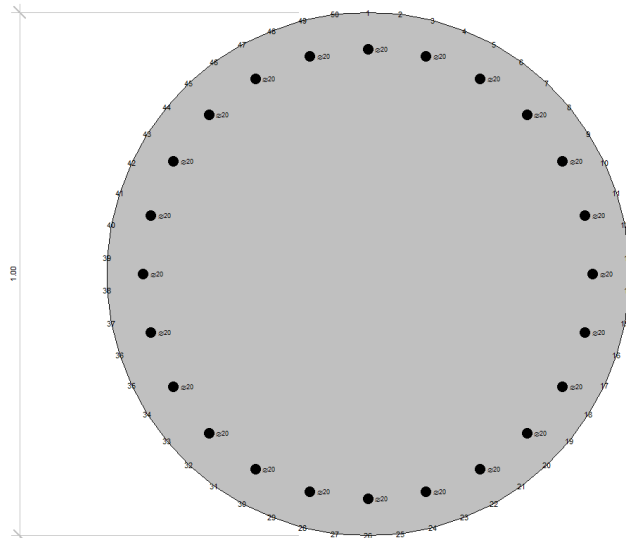
Da testa palo a -3m da testa palo



Da -3 a -12m



Da -12m a piede palo



6.6.4.3 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE*Da testa palo a -3m da testa palo*

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-21025	-0.0035 (sez)	9972	0.01 (arm)
Mx	-3007	-0.0035 (sez)	3007	-0.0035 (sez)
My	-3009	-0.0035 (sez)	3009	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1281 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-313	0.00	0.00	844	0
2	M2min - Elem.1501 - Comb.40-1A) Iic.2 V+A+ 2	-769	0.00	0.00	1321	0
3	M3max - Elem.1301 - Comb.44-1A) Iid.2 V+A+ 2	313	0.00	0.00	730	0
4	M3min - Elem.1421 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	245	0.00	0.00	1288	0
5	Pmax Traz. - Elem.1421 - Comb.39-1A) Iic.2 V+A+ 1	444	0.00	0.00	1036	0
6	Pmax Comp. - Elem.1499 - Comb.20a-1A) Iib.1 V+A+ 2	-1281	0.00	0.00	171	0
7	smax - Elem.1281 - Comb.44-1A) Iid.2 V+A+ 2	-124	0.00	0.00	823	0
8	smin - Elem.1501 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-774	0.00	0.00	1323	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.7367	sezione
2	2.4573	sezione
3	3.8205	sezione
4	2.2702	sezione
5	2.6908	sezione
6	11.1266	sezione
7	3.7234	sezione
8	2.4545	sezione

Da -3m a -12m

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-16039	-0.0035 (sez)	4986	0.01 (arm)
Mx	-1749	-0.0035 (sez)	1749	-0.0035 (sez)
My	-1749	-0.0035 (sez)	1749	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1496 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-906	0.00	0.00	428	0
2	M2min - Elem.1276 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-446	0.00	0.00	257	0
3	M3max - Elem.1496 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-906	0.00	0.00	428	0
4	M3min - Elem.1296 - Comb.30-1A) Iid.1 V-A+ 2	180	0.00	0.00	250	0
5	Pmax Traz. - Elem.1418 - Comb.39-1A) Iic.2 V+A+ 1	385	0.00	0.00	189	0
6	Pmax Comp. - Elem.1490 - Comb.20a-1A) Iib.1 V+A+ 2	-1520	0.00	0.00	39	0
7	smax - Elem.1416 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	113	0.00	0.00	407	0
8	smin - Elem.1276 - Comb.18b-1A) Iia.1 V-A+ 2	-933	0.00	0.00	214	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.3452	sezione
2	8.9378	sezione
3	5.3452	sezione
4	5.8203	armatura
5	5.6602	armatura
6	9.8123	sezione
7	4.0483	sezione
8	9.0171	sezione

Da -12m a piede palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-14003	-0.0035 (sez)	2950	0.01 (arm)
Mx	-1096	-0.0035 (sez)	1096	-0.0035 (sez)
My	-1095	-0.0035 (sez)	1095	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1489 - Comb.40-1A) IIc.2 V+A+ 2	-1087	0.00	0.00	53	0
2	M2min - Elem.1269 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	-631	0.00	0.00	34	0
3	M3max - Elem.1409 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-73	0.00	0.00	52	0
4	M3min - Elem.1289 - Comb.44-1A) IId.2 V+A+ 2	-5	0.00	0.00	29	0
5	Pmax Traz. - Elem.1409 - Comb.39-1A) IIc.2 V+A+ 1	208	0.00	0.00	42	0
6	Pmax Comp. - Elem.1726 - Comb.20a-1A) IIb.1 V+A+ 2	-1732	0.00	0.00	0	0
7	smax - Elem.1409 - Comb.23-1A) IIc.1 V+A+ 1	208	0.00	0.00	42	0
8	smin - Elem.1726 - Comb.20a-1A) IIb.1 V+A+ 2	-1732	0.00	0.00	0	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	11.1842	sezione
2	18.9821	sezione
3	30.9848	sezione
4	39.6251	armatura
5	9.4404	armatura
6	8.0856	sezione
7	9.4398	armatura
8	8.0856	sezione

6.6.4.4 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA TESTA PALO A - 3M DA TESTA PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-230	0.00	0.00	625	0
2	-568	0.00	0.00	979	0
3	235	0.00	0.00	541	0
4	183	0.00	0.00	955	0
5	235	0.00	0.00	541	0
6	-947	0.00	0.00	126	0
7	-91	0.00	0.00	610	0
8	-572	0.00	0.00	980	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-804	0.00	0.00	39	0
2	-466	0.00	0.00	25	0
3	-53	0.00	0.00	38	0
4	-1	0.00	0.00	22	0
5	-1	0.00	0.00	22	0
6	-1281	0.00	0.00	0	0
7	-53	0.00	0.00	38	0
8	-1281	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-406	0.00	0.00	507	0
2	-795	0.00	0.00	721	0
3	20	0.00	0.00	437	0
4	-567	0.00	0.00	719	0
5	20	0.00	0.00	437	0
6	-854	0.00	0.00	124	0

7	-278	0.00	0.00	492	0
8	-795	0.00	0.00	721	0

Verifiche alle tensioni – rara

comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1281 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-5.36	0.00	101.83	-66.69
2	M2min - Elem.1501 - Comb.20a-2) IIc.2 V+A+	-8.49	0.00	150.68	-106.47
3	M3max - Elem.1301 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-4.40	0.00	106.94	-52.94
4	M3min - Elem.1421 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-7.90	0.00	178.64	-96.17
5	Pmax Traz. - Elem.1301 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-4.40	0.00	106.94	-52.94
6	Pmax Comp. - Elem.1499 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.61	-0.02	-1.96	-22.43
7	smax - Elem.1281 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-5.16	0.00	105.08	-63.72
8	smin - Elem.1501 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-8.51	0.00	150.78	-106.64

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1281 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-4.82	0.00	84.89	-60.41
2	M2min - Elem.1501 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-7.24	0.00	117.27	-91.64
3	M3max - Elem.1301 - Comb.15-3) IId.2 A+	-3.95	0.00	90.15	-48.07
4	M3min - Elem.1421 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-6.95	0.00	133.41	-86.39
5	Pmax Traz. - Elem.1301 - Comb.15-3) IId.2 A+	-3.95	0.00	90.15	-48.07
6	Pmax Comp. - Elem.1499 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.57	0.00	-1.64	-21.90
7	smax - Elem.1281 - Comb.15-3) IId.2 A+	-4.63	0.00	87.61	-57.56
8	smin - Elem.1501 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-7.24	0.00	117.27	-91.64

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1281 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-4.45	0.00	73.52	-56.24
2	M2min - Elem.1501 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.42	0.00	95.56	-81.85
3	M3max - Elem.1301 - Comb.4-4) Id.2 A+	-3.66	0.00	79.09	-44.78
4	M3min - Elem.1421 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.31	0.00	104.55	-79.64
5	Pmax Traz. - Elem.1301 - Comb.4-4) Id.2 A+	-3.66	0.00	79.09	-44.78
6	Pmax Comp. - Elem.1499 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.51	0.00	-0.92	-21.06
7	smax - Elem.1281 - Comb.4-4) Id.2 A+	-4.27	0.00	76.07	-53.44
8	smin - Elem.1501 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.42	0.00	95.56	-81.85

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1281 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da x=-493.83 y=-72.46 a x=493.83 y=-72.46

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,ls,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 70.92$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \epsilon_{sm} = 0.000208 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0586 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.1501 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da x=-496.31 y=-52.76 a x=496.31 y=-52.76

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,ls,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 97.18$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000284$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0803$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1301 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -481.59$ $y = -130.91$ a $x = 481.59$ $y = -130.91$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 76.86

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000225$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0635$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1421 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -491.36$ $y = -91.98$ a $x = 491.36$ $y = -91.98$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 112.28

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000349$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0985$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1301 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -481.59$ $y = -130.91$ a $x = 481.59$ $y = -130.91$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 76.86

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000225$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0635$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1499 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

asse neutro: da $x = -7.87$ $y = 499.51$ a $x = 7.87$ $y = 499.51$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 20505.82$ $\rho_{eff} = 0.0259$

Tensione baricentrica = -1.64

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000005$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 364.5115$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0017$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1281 - Comb.15-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x = -491.74$ $y = -89.01$ a $x = 491.74$ $y = -89.01$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 73.65

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000216$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0608$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1501 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -496.31$ $y = -52.76$ a $x = 496.31$ $y = -52.76$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 97.18

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000284$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0803$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1281 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-495.75$ $y=-57.26$ a $x=495.75$ $y=-57.26$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 61.05$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000179 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0504 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1501 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-498.78$ $y=-33.25$ a $x=498.78$ $y=-33.25$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 78.51$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000230 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0648 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1301 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-484.61$ $y=-119.12$ a $x=484.61$ $y=-119.12$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 67.18$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000197 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0555 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1421 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-495.63$ $y=-58.14$ a $x=495.63$ $y=-58.14$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.84$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000254$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0717$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1301 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -484.61$ $y = -119.12$ a $x = 484.61$ $y = -119.12$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 67.18

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000197$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0555$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1499 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -169.83$ $y = 469.51$ a $x = 169.83$ $y = 469.51$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 23961.19$ $\rho_{eff} = 0.0222$

Tensione baricentrica = -0.92

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000003$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 393.2776$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0011$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1281 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -493.49$ $y = -75.15$ a $x = 493.49$ $y = -75.15$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 63.62

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000186$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0525$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1501 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -498.78$ $y = -33.25$ a $x = 498.78$ $y = -33.25$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cs,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 78.51

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000230$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0648$ (< 0.2000)

6.6.4.5 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -3M A -12M

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-670	0.00	0.00	317	0
2	-328	0.00	0.00	191	0
3	-670	0.00	0.00	317	0
4	137	0.00	0.00	185	0
5	176	0.00	0.00	106	0
6	-1124	0.00	0.00	29	0
7	85	0.00	0.00	301	0
8	-689	0.00	0.00	159	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-801	0.00	0.00	263	0
2	-429	0.00	0.00	166	0
3	-823	0.00	0.00	252	0
4	7	0.00	0.00	161	0
5	46	0.00	0.00	90	0
6	-1091	0.00	0.00	29	0
7	-365	0.00	0.00	245	0
8	-619	0.00	0.00	153	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-890	0.00	0.00	228	0
2	-501	0.00	0.00	150	0
3	-685	0.00	0.00	203	0
4	-78	0.00	0.00	146	0
5	-38	0.00	0.00	80	0
6	-1031	0.00	0.00	29	0
7	-726	0.00	0.00	219	0
8	-504	0.00	0.00	150	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.1496 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.77	0.00	45.76	-48.86

2	M2min - Elem.1276 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-2.26	0.00	32.47	-28.95
3	M3max - Elem.1496 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.77	0.00	45.76	-48.86
4	M3min - Elem.1296 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-2.04	0.00	68.89	-23.13
5	Pmax Traz. - Elem.1298 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.07	0.00	48.24	-11.21
6	Pmax Comp. - Elem.1490 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.37	-0.93	-14.48	-20.13
7	smax - Elem.1416 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.42	0.00	100.04	-39.91
8	smin - Elem.1276 - Comb.9b-2) IIa.1 V-A+	-1.98	0.00	6.89	-26.89

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1496 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-3.15	0.00	24.29	-41.87
2	M2min - Elem.1276 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.98	0.00	19.35	-26.02
3	M3max - Elem.1495 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-3.03	0.00	20.67	-40.46
4	M3min - Elem.1296 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.85	0.00	50.17	-21.90
5	Pmax Traz. - Elem.1298 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.01	0.00	31.86	-11.66
6	Pmax Comp. - Elem.1490 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.34	-0.90	-13.99	-19.61
7	smax - Elem.1416 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.91	0.00	45.89	-36.88
8	smin - Elem.1276 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-1.89	0.00	8.09	-25.55

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1496 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.79	0.00	13.07	-37.73
2	M2min - Elem.1276 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.81	0.00	11.83	-24.17
3	M3max - Elem.1415 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.45	0.00	15.76	-32.75
4	M3min - Elem.1296 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.70	0.00	38.12	-20.75
5	Pmin Comp. - Elem.1298 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.94	0.00	21.43	-11.41
6	Pmax Comp. - Elem.1490 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.28	-0.84	-13.05	-18.69
7	smax - Elem.1456 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.63	0.00	17.42	-35.19
8	smin - Elem.1276 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.81	0.00	11.72	-24.18

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1496 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da x=-485.85 y=114.30 a x=485.85 y=114.30

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c,s,eff} = 110078.05 \quad \rho_{eff} = 0.0338$$

Tensione baricentrica = 19.93

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000058$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 324.7147$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0189$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.1276 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da x=-495.00 y=63.19 a x=495.00 y=63.19

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c,s,eff} = 123842.46 \quad \rho_{eff} = 0.0300$$

Tensione baricentrica = 16.36

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000048$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 341.0846$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0163$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1495 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -479.46$ $y = 139.20$ a $x = 479.46$ $y = 139.20$

Armature efficaci: Area totale = 2654.65

$A_{cls,eff} = 103502.90$ $\rho_{eff} = 0.0256$

Tensione baricentrica = 18.61

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000054$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 366.1329$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0199$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1296 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -469.92$ $y = -168.68$ a $x = 469.92$ $y = -168.68$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0250$

Tensione baricentrica = 45.43

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000133$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0493$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1298 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -457.69$ $y = -199.55$ a $x = 457.69$ $y = -199.55$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0250$

Tensione baricentrica = 28.99

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000085$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0314$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1490 - Comb.9a-3) Iib.1 A+

Sezione tutta compressa

Armagure efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c_{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -14.36$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000042 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 370.4784$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0156 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.1416 - Comb.14-3) Iic.2 A+asse neutro: da $x=-497.07$ $y=-46.81$ a $x=497.07$ $y=-46.81$

Armagure efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c_{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 40.44$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000118 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 370.4784$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0438 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1276 - Comb.8b-3) Iia.1 A+asse neutro: da $x=-446.74$ $y=223.22$ a $x=446.74$ $y=223.22$

Armagure efficaci: Area totale = 2654.65

$$A_{c_{ls,eff}} = 82226.26 \quad \rho_{eff} = 0.0323$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 6.96$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000020 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 330.7072$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0067 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1496 - Comb.3-4) Ic.2 A+asse neutro: da $x=-454.05$ $y=208.76$ a $x=454.05$ $y=208.76$

Armagure efficaci: Area totale = 2654.65

$$A_{c_{ls,eff}} = 85790.45 \quad \rho_{eff} = 0.0309$$

Tensione baricentrica = 11.36

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000033$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 336.6416$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0112$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1276 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -477.36$ $y = 147.36$ a $x = 477.36$ $y = 147.36$

Armature efficaci: Area totale = 2654.65

$A_{cls,eff} = 101391.86$ $\rho_{eff} = 0.0262$

Tensione baricentrica = 10.62

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000031$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 362.6180$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0113$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1415 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -476.53$ $y = 150.60$ a $x = 476.53$ $y = 150.60$

Armature efficaci: Area totale = 2654.65

$A_{cls,eff} = 100555.53$ $\rho_{eff} = 0.0264$

Tensione baricentrica = 14.13

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000041$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 361.2255$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0149$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1296 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -482.61$ $y = -126.95$ a $x = 482.61$ $y = -126.95$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0250$

Tensione baricentrica = 34.25

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000100$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0371$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1298 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -481.51$ $y = -131.19$ a $x = 481.51$ $y = -131.19$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0250$

Tensione baricentrica = 19.27

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000056$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0209$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1490 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0250$

Tensione baricentrica = -13.42

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000039$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0146$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1456 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -477.92$ $y = 145.21$ a $x = 477.92$ $y = 145.21$

Armature efficaci: Area totale = 2654.65

$A_{cls,eff} = 101949.78$ $\rho_{eff} = 0.0260$

Tensione baricentrica = 15.65

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000046$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 363.5469$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0167$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1276 - Comb.1-4) Ic.1 A+asse neutro: da $x=-476.87$ $y=149.29$ a $x=476.87$ $y=149.29$

Armature efficaci: Area totale = 2654.65

$$A_{cls,eff} = 100892.96 \quad \rho_{eff} = 0.0263$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 10.51$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000031 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 361.7873$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0111 \quad (<0.2000)$$

6.6.4.6 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -12M A PIEDE PALO**Sollecitazioni di progetto – rara**

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-804	0.00	0.00	39	0
2	-466	0.00	0.00	25	0
3	-53	0.00	0.00	38	0
4	-1	0.00	0.00	22	0
5	-1	0.00	0.00	22	0
6	-1281	0.00	0.00	0	0
7	-53	0.00	0.00	38	0
8	-1281	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-941	0.00	0.00	33	0
2	-568	0.00	0.00	22	0
3	-509	0.00	0.00	33	0
4	-131	0.00	0.00	19	0
5	-131	0.00	0.00	19	0
6	-1248	0.00	0.00	0	0
7	-502	0.00	0.00	33	0
8	-1248	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1031	0.00	0.00	29	0
2	-641	0.00	0.00	20	0
3	-802	0.00	0.00	29	0
4	-215	0.00	0.00	18	0
5	-215	0.00	0.00	18	0
6	-1188	0.00	0.00	0	0
7	-274	0.00	0.00	1	0
8	-1188	0.00	0.00	0	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.1489 - Comb.20a-2) IIc.2 V+A+	-1.23	-0.56	-9.16	-17.74
2	M2min - Elem.1269 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.73	-0.31	-5.05	-10.53
3	M3max - Elem.1409 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.58	0.00	11.61	-7.12
4	M3min - Elem.1289 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.33	0.00	10.67	-3.82

5	Pmin Comp. - Elem.1289 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.33	0.00	10.67	-3.82
6	Pmax Comp. - Elem.1726 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.43	-1.43	-21.44	-21.44
7	smax - Elem.1409 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.58	0.00	11.61	-7.12
8	smin - Elem.1726 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.43	-1.43	-21.44	-21.44

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1489 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.33	-0.77	-12.14	-19.35
2	M2min - Elem.1269 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.82	-0.45	-7.08	-11.94
3	M3max - Elem.1409 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.84	-0.29	-4.95	-12.07
4	M3min - Elem.1289 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.31	0.00	-0.08	-4.29
5	Pmin Comp. - Elem.1289 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.31	0.00	-0.08	-4.29
6	Pmax Comp. - Elem.1726 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.39	-1.39	-20.89	-20.89
7	smax - Elem.1409 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-0.84	-0.28	-4.84	-11.96
8	smin - Elem.1726 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.39	-1.39	-20.89	-20.89

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1489 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.39	-0.90	-14.09	-20.41
2	M2min - Elem.1269 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.89	-0.54	-8.51	-12.96
3	M3max - Elem.1409 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.14	-0.65	-10.27	-16.58
4	M3min - Elem.1289 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.39	-0.09	-1.68	-5.52
5	Pmin Comp. - Elem.1289 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.39	-0.09	-1.68	-5.52
6	Pmax Comp. - Elem.1726 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.33	-1.33	-19.88	-19.88
7	smax - Elem.1286 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.32	-0.29	-4.43	-4.74
8	smin - Elem.1726 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.33	-1.33	-19.88	-19.88

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.1489 - Comb.10-3) IIc.1 A+**

Sezione tutta compressa

Arnature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c,ls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -12.62$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000037 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.7253$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0158 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.1269 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Arnature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c,ls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -7.40$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000022$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0092$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1409 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{cls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -5.42$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000016$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0068$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1289 - Comb.15-3) II d.2 A+

asse neutro: da $x = -223.61$ $y = 446.28$ a $x = 223.61$ $y = 446.28$

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -0.13$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0001$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1289 - Comb.15-3) II d.2 A+

asse neutro: da $x = -223.61$ $y = 446.28$ a $x = 223.61$ $y = 446.28$

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -0.13$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0001$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1726 - Comb.9a-3) II b.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -20.89$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000061 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 321.2970$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0196 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.1409 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -4.92$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000014 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 321.2970$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0046 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1726 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -20.89$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000061 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 321.2970$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0196 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1489 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -14.16$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000041$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0133$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1269 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

Tensione baricentrica = -8.56

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000025$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0080$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1409 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

Tensione baricentrica = -10.34

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000030$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0097$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1289 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

Tensione baricentrica = -1.73

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000005$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0016$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1289 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -1.73$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000005$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0016$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1726 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -19.88$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000058$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0187$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1286 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -4.43$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000013$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 321.2970$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0042$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1726 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cs,eff} = 32514.66 \quad \rho_{eff} = 0.0290$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -19.88$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000058 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 321.2970$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0187 \quad (< 0.2000)$$

6.6.4.7 VERIFICHE IN CAMPO ELASTICO (SISMA)

Da testa palo a -3m da testa palo

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	461	0.00	0.00	767	0
2	630	0.00	0.00	1217	0
3	341	0.00	0.00	631	0
4	630	0.00	0.00	1217	0
5	2278	0.00	0.00	1121	0
6	-861	0.00	0.00	29	0
7	688	0.00	0.00	810	0
8	630	0.00	0.00	1217	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.1281 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y+-+	-6.16	0.00	157.37	-73.53
2	M2min - Elem.1501 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-9.84	0.00	245.26	-117.98
3	M3max - Elem.1281 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-5.09	0.00	127.85	-61.02
4	M3min - Elem.1501 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-9.84	0.00	245.26	-117.98
5	Pmax Traz. - Elem.1421 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-7.74	0.00	302.90	-84.52
6	Pmax Comp. - Elem.1299 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.92	-0.56	-8.75	-13.41
7	smax - Elem.1281 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-6.37	0.00	175.27	-75.13
8	smin - Elem.1501 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-9.84	0.00	245.26	-117.98

Da -3m a -12m

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	2179	0.00	0.00	446	0
2	363	0.00	0.00	280	0
3	531	0.00	0.00	445	0
4	612	0.00	0.00	185	0
5	2219	0.00	0.00	308	0
6	-1037	0.00	0.00	16	0
7	2179	0.00	0.00	446	0
8	590	0.00	0.00	292	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.1416 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-1.11	0.00	333.26	9.63
2	M2min - Elem.1276 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y+-+	-2.95	0.00	118.37	-31.98
3	M3max - Elem.1496 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-4.74	0.00	184.15	-51.84
4	M3min - Elem.1296 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-1.37	0.00	112.58	-10.54
5	Pmax Traz. - Elem.1418 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	2.88	0.00	286.70	61.53
6	Pmax Comp. - Elem.1290 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.18	-0.95	-14.45	-17.49

7	smax - Elem.1416 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	-1.11	0.00	333.26	9.63
8	smin - Elem.1276 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-2.82	0.00	142.85	-28.37

Da -12m a piede palo

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	394	0.00	0.00	49	0
2	225	0.00	0.00	31	0
3	394	0.00	0.00	49	0
4	105	0.00	0.00	25	0
5	2042	0.00	0.00	45	0
6	-1194	0.00	0.00	0	0
7	2042	0.00	0.00	45	0
8	-1194	0.00	0.00	0	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1489 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	1.14	0.00	82.48	22.03
2	M2min - Elem.1269 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	0.52	0.00	48.94	10.87
3	M3max - Elem.1489 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	1.14	0.00	82.48	22.03
4	M3min - Elem.1269 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.20	0.00	29.26	-0.60
5	Pmax Traz. - Elem.1409 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	15.90	0.00	298.65	242.98
6	Pmax Comp. - Elem.1837 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.33	-1.33	-19.99	-19.99
7	smax - Elem.1409 - Comb.17-5A) c.1 M1 Y+++	15.90	0.00	298.65	242.98
8	smin - Elem.1837 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.33	-1.33	-19.99	-19.99

6.6.4.8 VERIFICHE A TAGLIO

La massima sollecitazione a taglio per i pali del risvolto destro, nel tratto da testa palo a 3m di profondità, è stata individuata in condizione sismiche ed è pari a $T=607\text{kN}$.

Poiché da normativa si richiede che la sollecitazione di taglio in condizioni sismiche comporti una tensione nelle strutture che rimanga in campo elastico, si è provveduto alla riduzione della Resistenza di calcolo a "taglio trazione" (V_{rsd}) e della Resistenza di calcolo a "taglio compressione" (V_{rcd}) del coefficiente 1.25.

La verifica quindi porge:

V_{rd} = 1119.96 kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed} = 607.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd} = 1131.44 kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd} = 1119.96 kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed} = 0.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

θ = 21.80 °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w = 90.00 cm	Larghezza utile della sezione
d = 71.05 cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf} = 12 mm	Diametro staffe
2 n°	n° braccia staffe
A_{sw} = 226.08 mm ²	Area armatura trasversale
s = 10 cm	Intersasse tra due armature trasversali consecutive
α = 90 °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk} = 450 N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

La massima sollecitazione a taglio per i pali del risvolto destro, nel tratto di palo da 3m di profondità fino a piede palo, è stata individuata in condizione sismiche ed è pari a $T=120\text{kN}$.

Poiché da normativa si richiede che la sollecitazione di taglio in condizioni sismiche comporti una tensione nelle strutture che rimanga in campo elastico, si è provveduto alla riduzione della Resistenza di calcolo a "taglio trazione" (V_{rsd}) e della Resistenza di calcolo a "taglio compressione" (V_{rcd}) del coefficiente 1.25.

La verifica quindi porge:

V_{rd} = 565.72 kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed} = 120.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd} = 565.72 kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd} = 1119.96 kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed} = 0.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo normale
sezione verificata a taglio	

θ = 21.80 °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w = 90.00 cm	Larghezza utile della sezione
d = 71.05 cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf} = 12 mm	Diametro staffe
2 n°	n° braccia staffe
A_{sw} = 226.08 mm ²	Area armatura trasversale
s = 20 cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α = 90 °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk} = 450 N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

6.6.5 VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE DEI PALI

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le combinazioni di carico risultate più critiche.

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D.M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2); risultano i seguenti tipi di verifiche:

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 1 – A1M1).

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 2 – A2M1).

Verifiche delle azioni Sismiche (Approccio 1, combinazione 2 – A2M1).

Si prevede una lunghezza dei pali di fondazione pari a:

risolto sinistra	L_{sx} =	20.00m
risolto destra	L_{dx} =	20.00m
fusto	L_s =	25.00m

Di seguito le tabelle di verifica riportate fanno riferimento ai parametri geotecnici del terreno individuati nella "Relazione Geotecnica" Cod.Elabor. BRVpe-0903R8.

6.6.5.1 PALI DEI RISVOLTI

Lunghezza dei pali: L=20.00m.

CARICO DI PROGETTO Ed

	Ed,Compressione kN	Ed,Trazione kN
APP.1-COMB1 SLU	3377	375
APP.1-COMB2 SLU	2594	277
APP.1-COMB2 SLV	2946	2209

CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 1 (A1-M1-R1) - SLU

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd} - W_p$$

in cui:

$R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$:	Resistenza alla punta di progetto
$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$:	Resistenza laterale di progetto
$R_{bk} = R_{bm} / \zeta$:	Resistenza alla punta caratteristica
$R_{sk} = R_{sm} / \zeta$:	Resistenza laterale caratteristica
$R_{bm} = Q_b$:	Resistenza media alla punta
$R_{sm} = Q_s$:	Resistenza media laterale
W_p :	peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽⁷⁾:

$$q_b = N_q^* \times \sigma'v$$

con:

N_q^* : coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)

N_q^* è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di q_b,lim .

Terreni coesivi (c > 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

$$q_s = K \tan \delta \sigma'v$$

con:

K assunto pari a 1 - sen f'
 $\tan \delta = \tan \phi$

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_l,lim .

Terreni coesivi (c > 0)

$$q_s = \alpha c_u$$

con:

α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_l,lim .

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

unità

Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	-------------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

Tensione totale in testa palo	kN/m ²	95,0
Tensione efficace in testa palo		95,0

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,00
coefficiente γ_s		1,00
coefficiente γ_{st}		1,00
coefficiente ζ		1,48

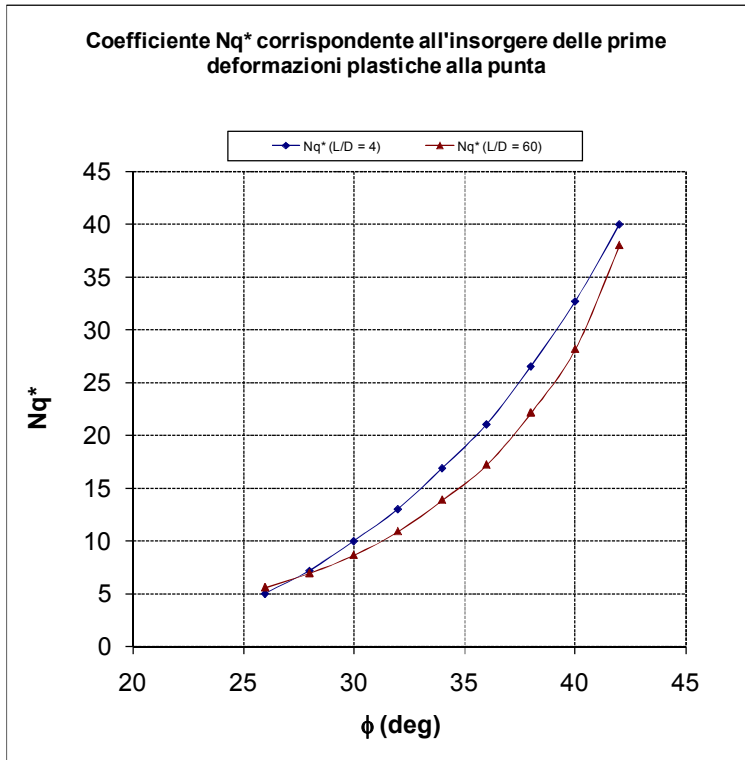
CARICO DI PROGETTO Ed

Ed, Corr Ed, Trazione
kN kN

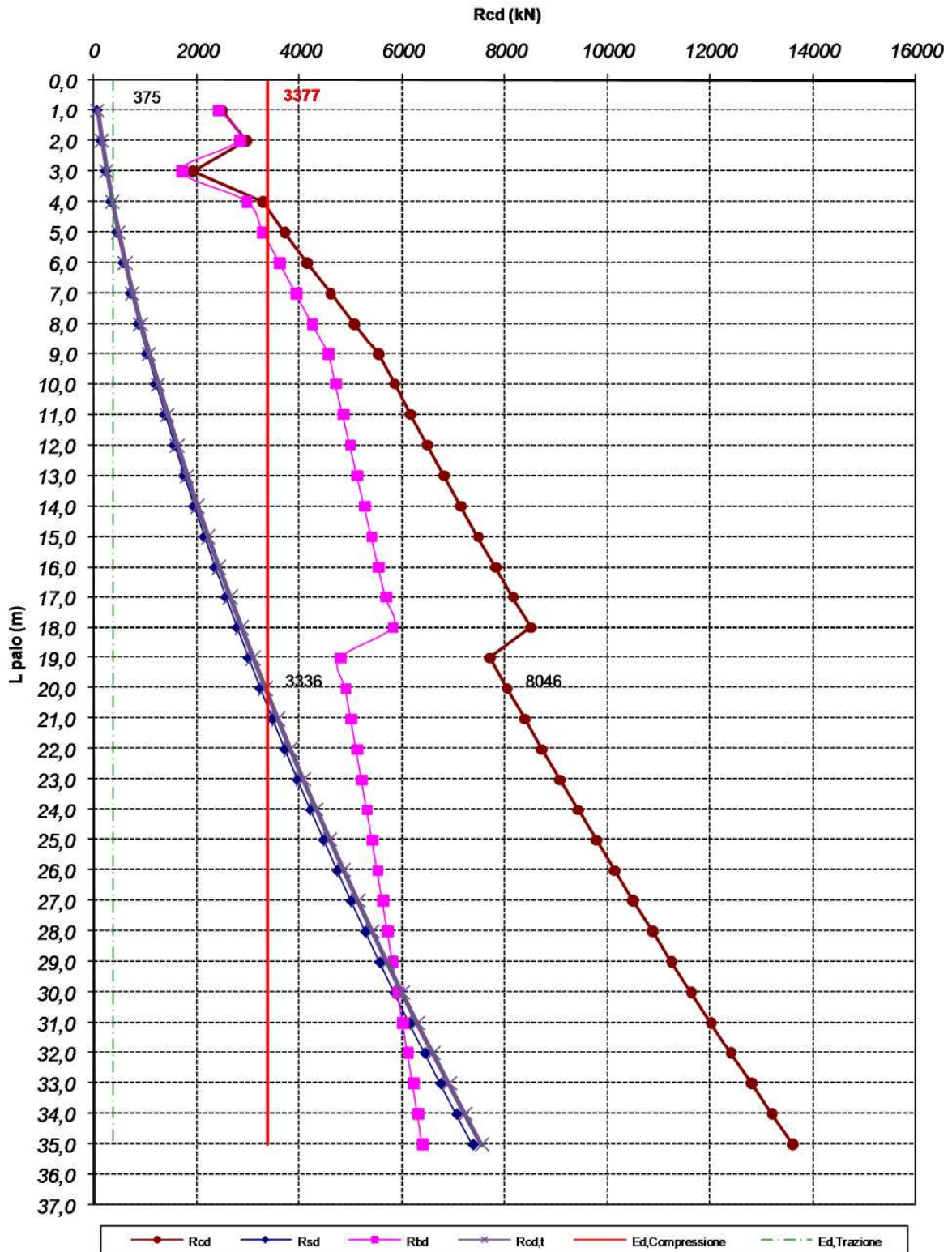
APP.1-COMB1 SLU	3377	375
APP.1-COMB2 SLU	2594	277
APP.1-COMB2 SLV	2946	2209

PROFONDITA' INDAGATA

quota minima	0,00
quota massima	35,00



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.1 - SLU (A1-M1-R1)**



CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2-M1-R2) - SLU-SLE

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd} - W_p$$

in cui:

- $R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$: Resistenza alla punta di progetto
- $R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$: Resistenza laterale di progetto
- $R_{bk} = R_{bm} / \zeta$: Resistenza alla punta caratteristica
- $R_{sk} = R_{sm} / \zeta$: Resistenza laterale caratteristica
- $R_{bm} = Q_b$: Resistenza media alla punta
- $R_{sm} = Q_s$: Resistenza media laterale
- W_p : peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari ($c = 0, \phi < 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽⁷⁾:

$$q_b = N_q^* \times \alpha^v \quad \text{con:} \quad N_q^*: \text{coefficiente di capacit\`a portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)}$$



N_q^* \u00e8 dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di $q_{b,lim}$.

Terreni coesivi ($c > 0$)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \alpha v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari ($c = 0, \phi < 0$)

$$q_s = K \tan \delta \alpha^v \quad \text{con:} \quad K \text{ assunto pari a } 1 - \text{sen } f$$

$$\tan \delta = \tan \phi$$

In ogni caso non viene superato il valore limite di $q_{l,lim}$.

Terreni coesivi ($c > 0$)

$q_s = \alpha c_u$ con: α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
≤ 25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
> 75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di $q_{l,lim}$.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	unit\`a	
Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

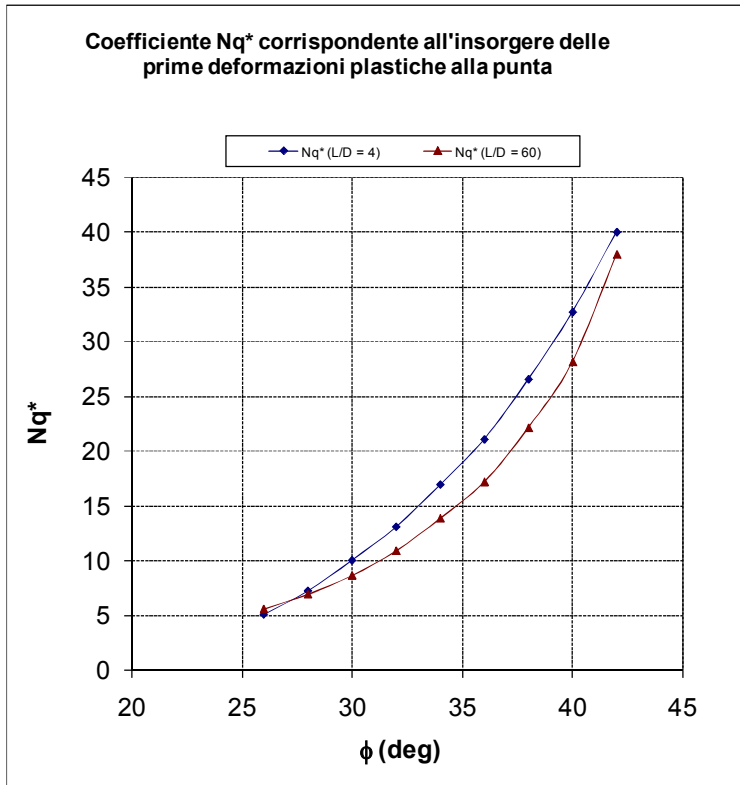
	unit\`a	
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00

SOVRACCARICO A Q.T.P.

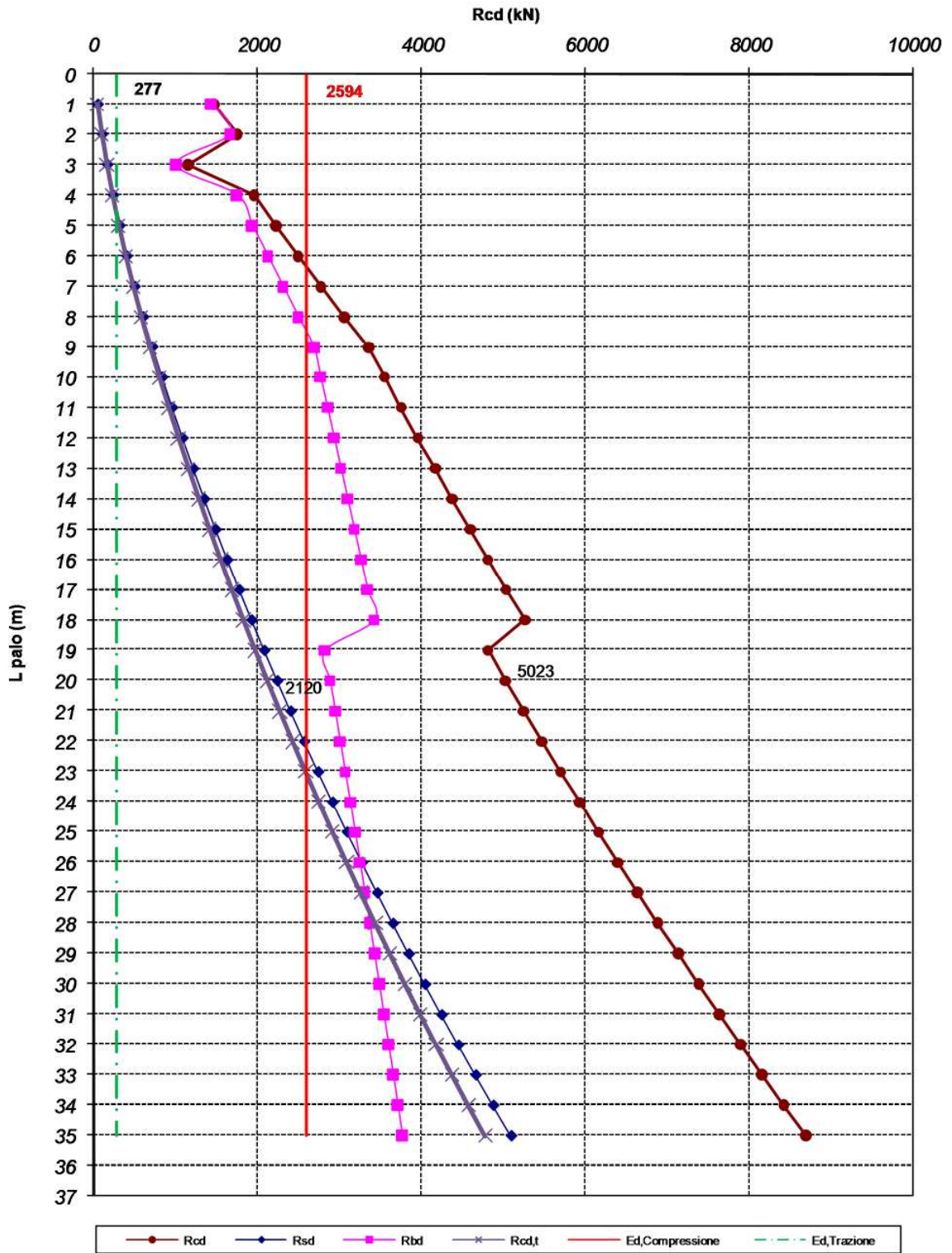
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	95,0
Tensione efficace in testa palo		95,0

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,70
coefficiente γ_s		1,45
coefficiente γ_{st}		1,60
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.2 - SLU-SLE (A2-M1-R2)**



CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2-M1-R3) - SIS

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$$

in cui:

Rbd = Rbk / γ_b :	Resistenza alla punta di progetto
Rsd = Rsk / γ_s :	Resistenza laterale di progetto
Rbk = Rbm / ζ :	Resistenza alla punta caratteristica
Rsk = Rsm / ζ :	Resistenza laterale caratteristica
Rbm = Qb:	Resistenza media alla punta
Rsm = Qs:	Resistenza media laterale
Wp:	peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev^(*):

$$q_b = Nq^* \times \sigma_v$$

con:

Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)



Nq* è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per qb il valore limite di qb,lim.

Terreni coesivi (c > 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma_v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

$$q_s = K \tan \delta \sigma_v$$

con:

K assunto pari a 1 - sen f
tan δ = tan ϕ

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,lim.

Terreni coesivi (c > 0)

$$q_s = \alpha c_u$$

con:

α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,lim.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

unità

Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	mq	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	mq	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

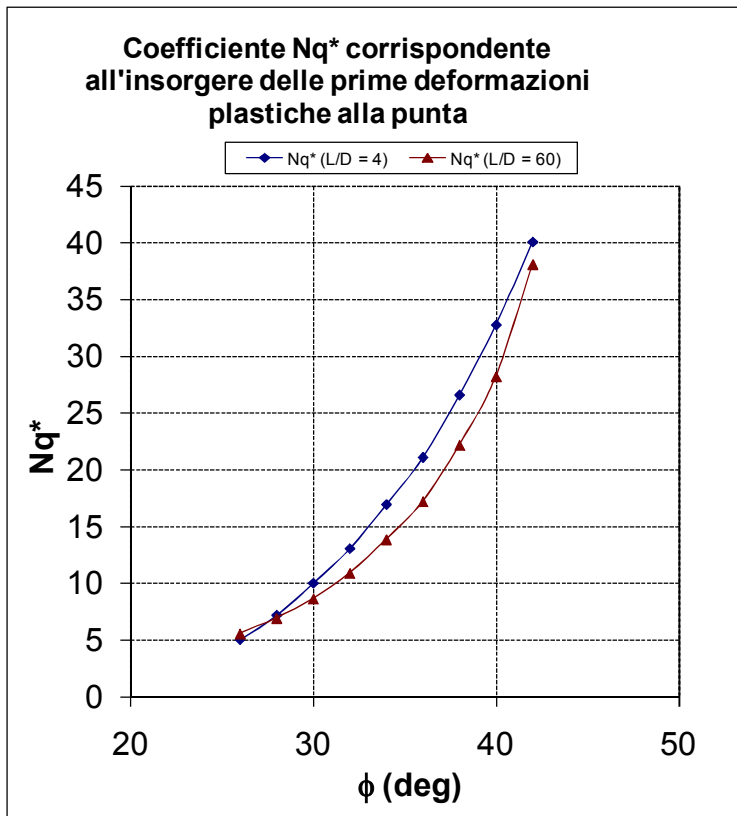
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

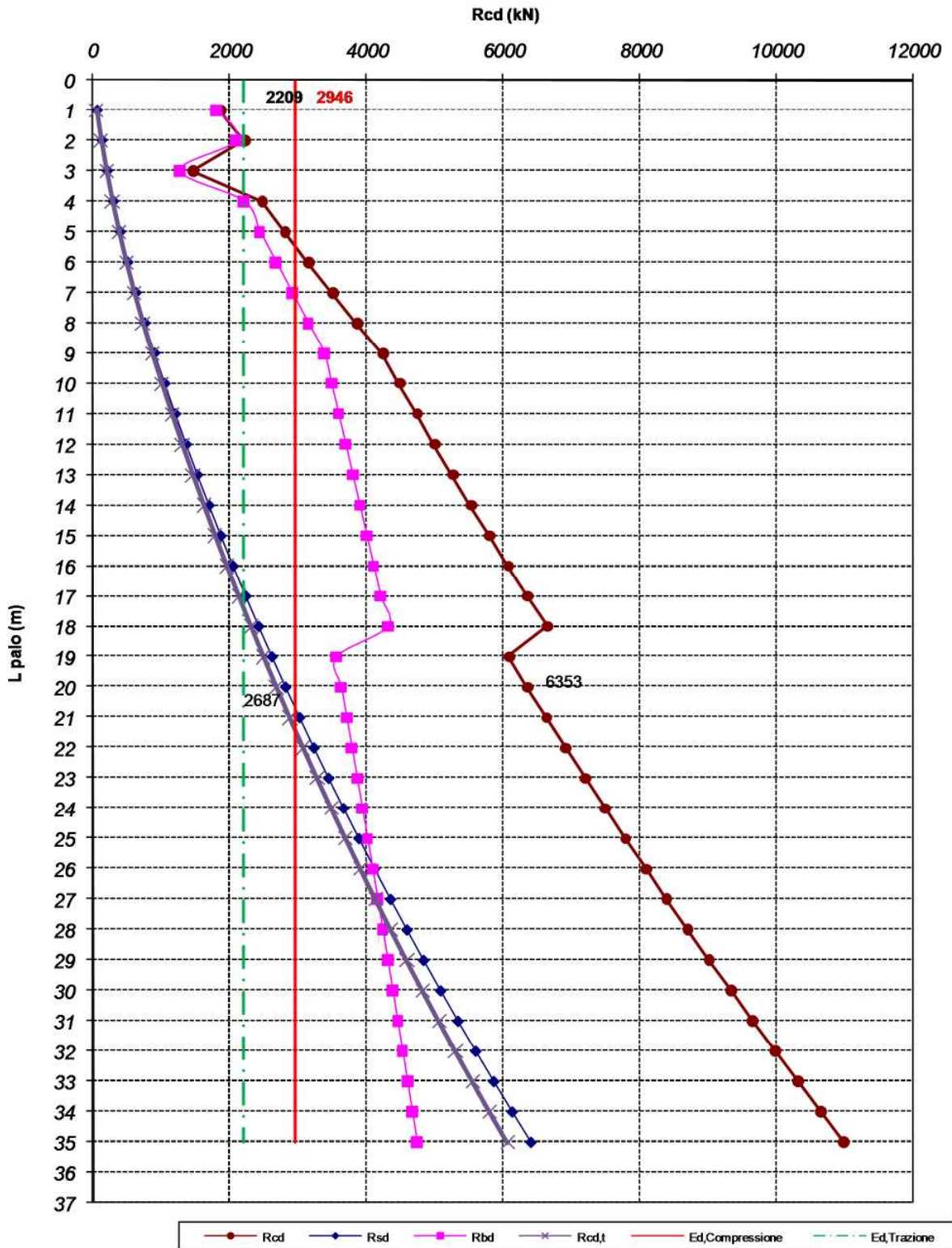
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	95,0
Tensione efficace in testa palo		95,0

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,35
coefficiente γ_s		1,15
coefficiente γ_{st}		1,25
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.2 - SIS (A2-M1-R3)**



6.6.5.2 PALI DEL FUSTO

Lunghezza dei pali: L=25.00m.

CARICHI DI PROGETTO Ed

	Ed,Compressione	Ed,Trazione
	kN	kN
APP.1-COMB1 SLU	2979	
APP.1-COMB2 SLU	2151	
APP.1-COMB2 SLV	1803	234

CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 1 (A1-M1-R1) - SLU

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$$

in cui:

Rbd = Rbk / γ_b :	Resistenza alla punta di progetto
Rsd = Rsk / γ_s :	Resistenza laterale di progetto
Rbk = Rbm / ζ :	Resistenza alla punta caratteristica
Rsk = Rsm / ζ :	Resistenza laterale caratteristica
Rbm = Qb:	Resistenza media alla punta
Rsm = Qs:	Resistenza media laterale
Wp:	peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev^(*):

$$qb = Nq^* \times \sigma'v$$

con:

Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)

Nq* è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per qb il valore limite di qb,lim.

Terreni coesivi (c > 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$qb = \sigma v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

$$qs = K \tan \delta \sigma'v$$

con:

K assunto pari a 1 - sen f
tan δ = tan ϕ

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,lim.

Terreni coesivi (c > 0)

$$qs = \alpha cu$$

con:

α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,lim.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	unità	
Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

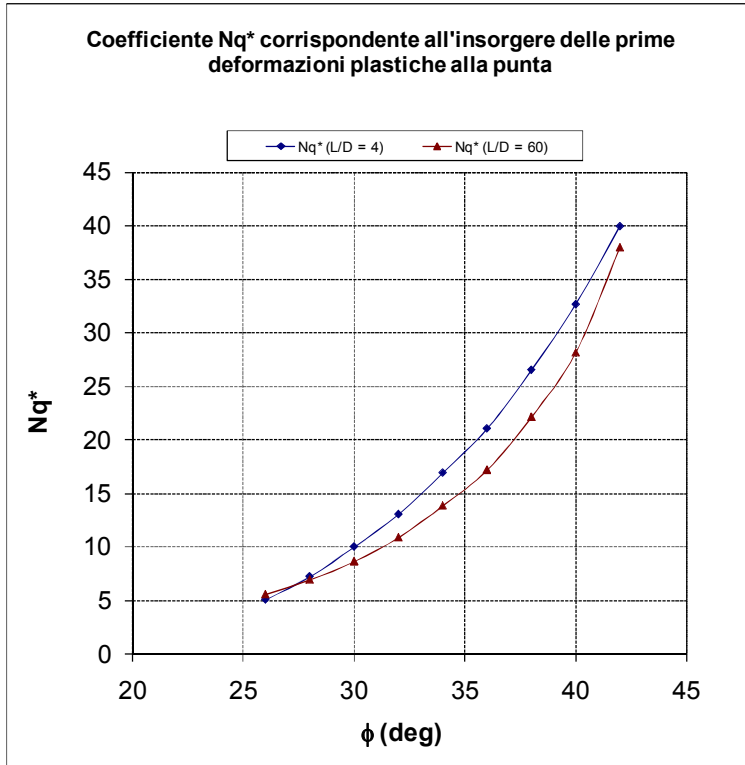
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

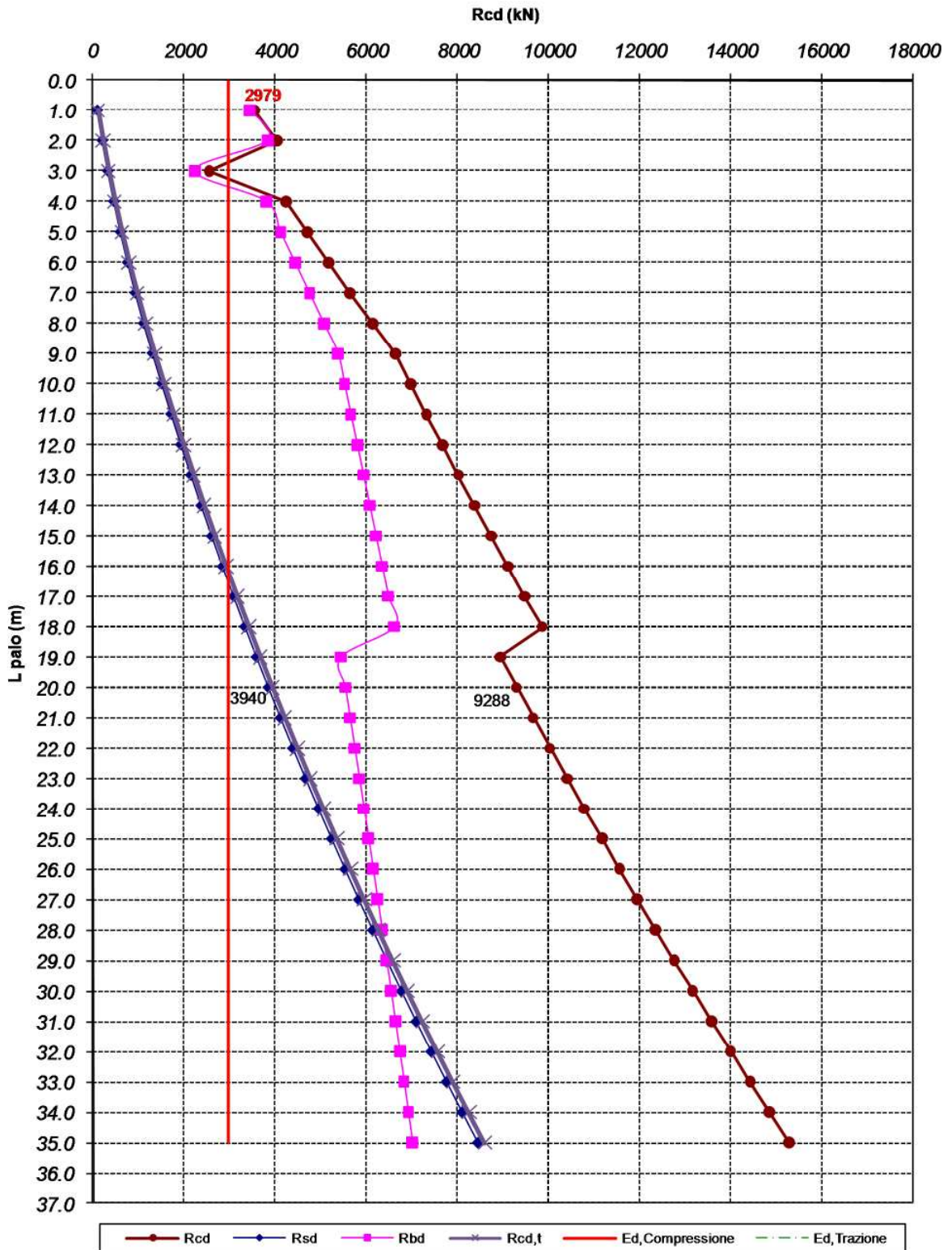
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	142,5
Tensione efficace in testa palo		142,5

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,00
coefficiente γ_s		1,00
coefficiente γ_{st}		1,00
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.1 - SLU (A1-M1-R1)**



CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2-M1-R2) - SLU-SLE

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$$

in cui:

- Rbd = Rbk / γ_b : Resistenza alla punta di progetto
- Rsd = Rsk / γ_s : Resistenza laterale di progetto
- Rbk = Rbm / ζ : Resistenza alla punta caratteristica
- Rsk = Rsm / ζ : Resistenza laterale caratteristica
- Rbm = Qb: Resistenza media alla punta
- Rsm = Qs: Resistenza media laterale
- Wp: peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, $\phi <> 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:

$$q_b = Nq^* \times \sigma'v$$

con:

Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)



Nq* è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di q_{b,lim}.

Terreni coesivi (c > 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, $\phi <> 0$)

$$q_s = K \tan \delta \sigma'v$$

con:

K assunto pari a 1 - sen f
tan δ = tan ϕ

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_{l,lim}.

Terreni coesivi (c > 0)

$$q_s = \alpha c_u$$

con:

α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_{l,lim}.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

unità

Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

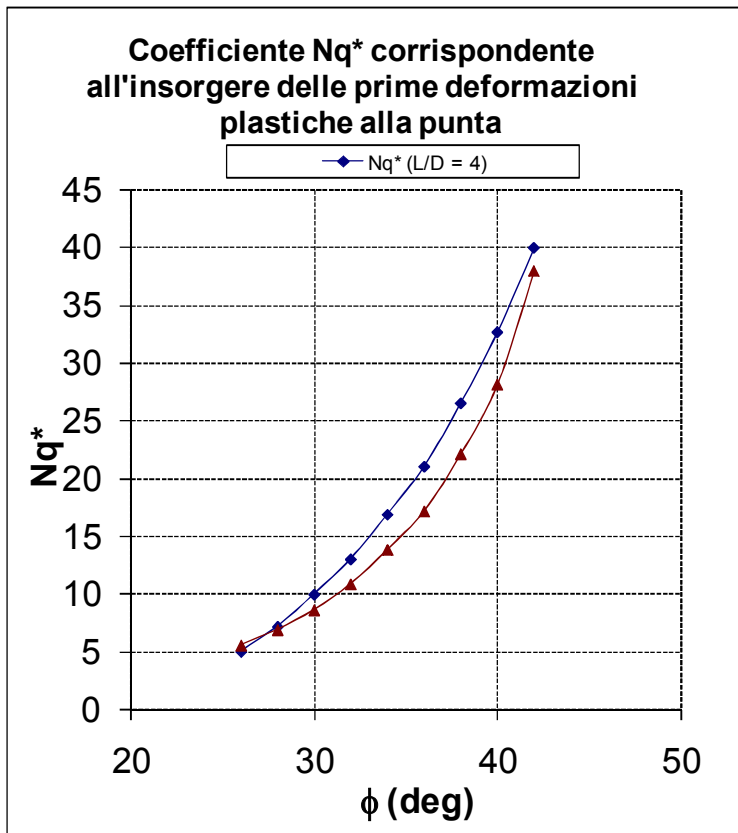
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

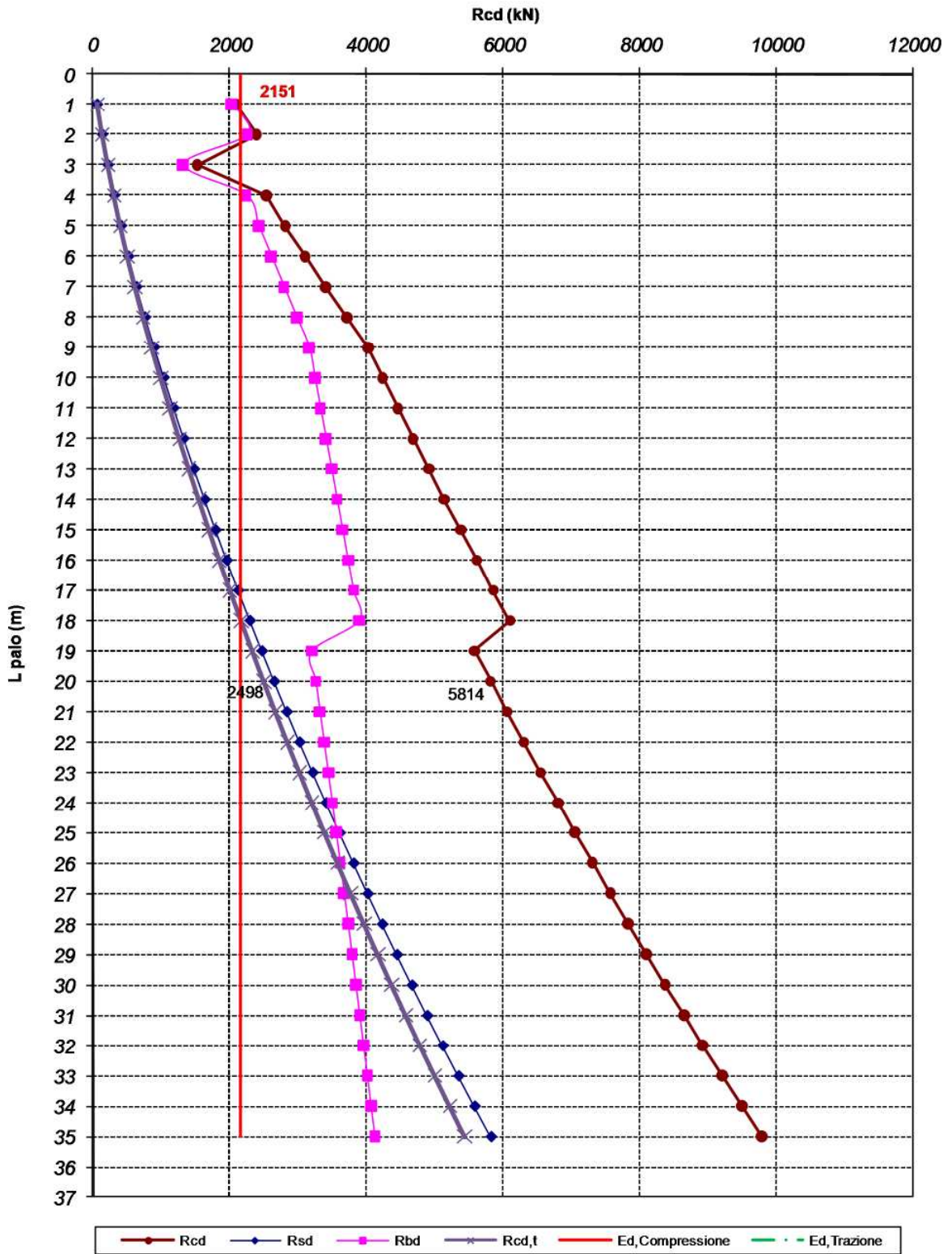
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	142,5
Tensione efficace in testa palo		142,5

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,70
coefficiente γ_s		1,45
coefficiente γ_{st}		1,60
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.2 - SLU-SLE (A2-M1-R2)**



CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2-M1-R3) - SIS

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd} - W_p$$

in cui:

- R_{bd} = R_{bk} / γ_b: Resistenza alla punta di progetto
- R_{sd} = R_{sk} / γ_s: Resistenza laterale di progetto
- R_{bk} = R_{bm} / ζ: Resistenza alla punta caratteristica
- R_{sk} = R_{sm} / ζ: Resistenza laterale caratteristica
- R_{bm} = Q_b: Resistenza media alla punta
- R_{sm} = Q_s: Resistenza media laterale
- W_p: peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, φ <> 0)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:

$$q_b = N_q^* \times \sigma'_v$$

con:

N_q*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)



N_q* è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di q_{b,lim}.

Terreni coesivi (c > 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma'_v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, φ <> 0)

$$q_s = K \tan \delta \sigma'_v$$

con:

K assunto pari a 1 - sen φ
tan δ = tan φ

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_{l,lim}.

Terreni coesivi (c > 0)

$$q_s = \alpha c_u$$

con:

α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

c _u (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_{l,lim}.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

unità

Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

Tensione totale in testa palo	kN/m ²	142,5
Tensione efficace in testa palo		142,5

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ _b		1,35
coefficiente γ _s		1,15
coefficiente γ _{st}		1,25
coefficiente ζ		1,48

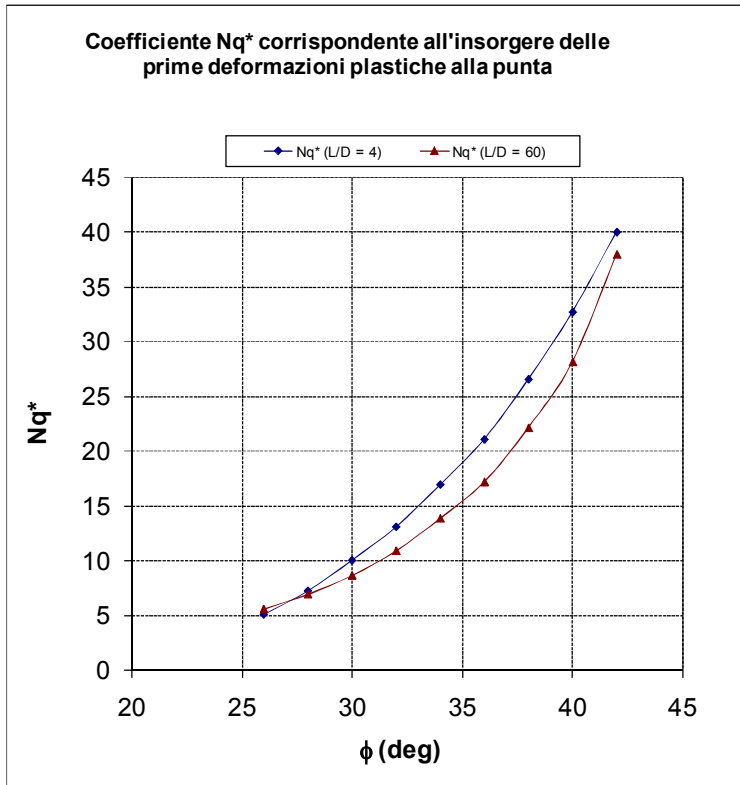
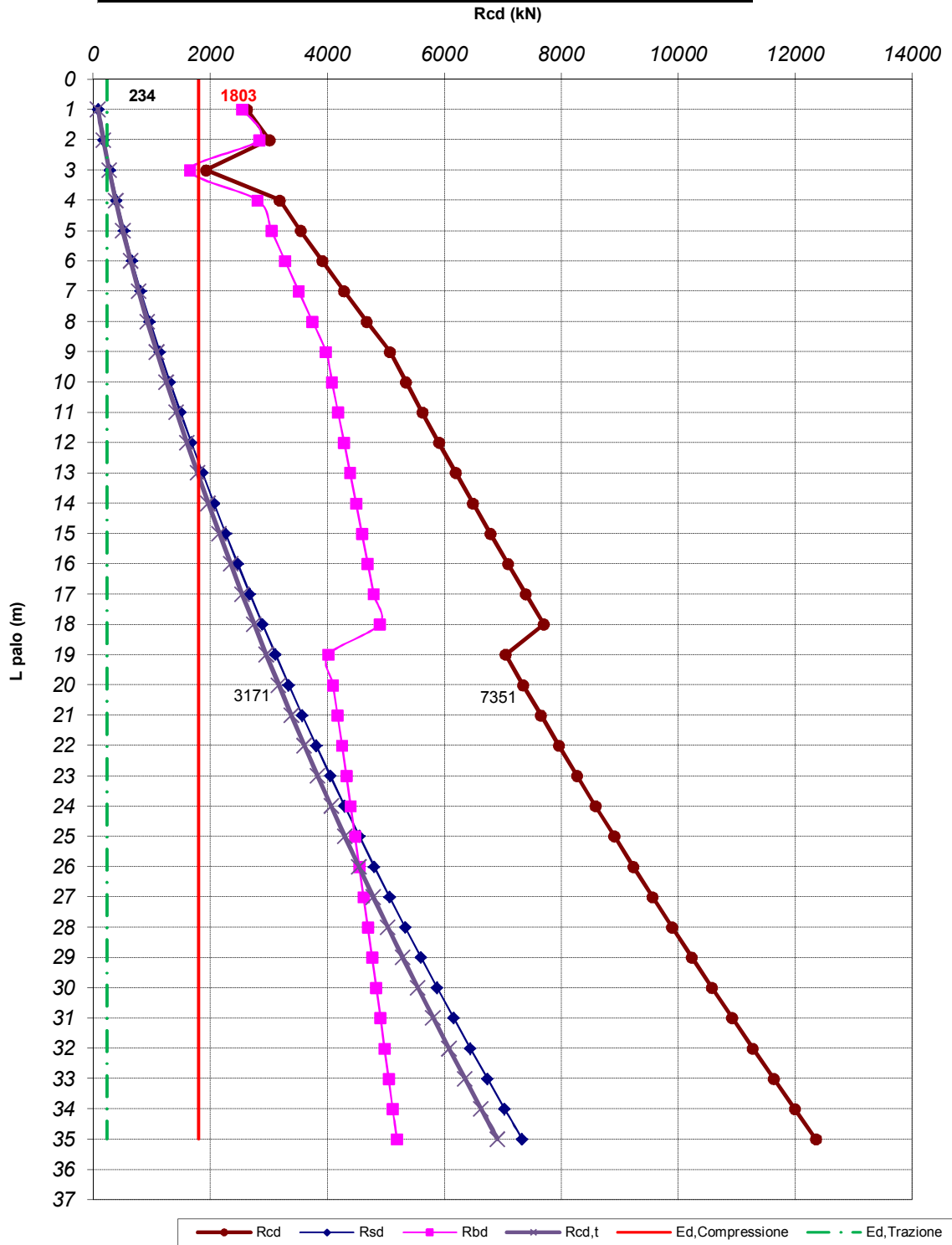


Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.2 - SIS (A2-M1-R3)



6.6.6 VERIFICA CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI

Dalla caratterizzazione del suolo risulta che lo strato prevalente risulterebbe del tipo 3 o 4: a favore di sicurezza si assumono i parametri dello strato 2.

n.	DESCRIZIONE	DA	A	cu	ϕ'	γ
2	Sabbia da grossa a fine ghiaiosa	-1.5	-3.6	0.0	38.0	19.0
		-12.0	-13.6			
3	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa f5-6cm	-3.6	-12.0	0.0	42.0	19.0
4	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa f3-4cm	-13.6	-19.0	0.0	40.0	20.0
5	Ghiaia sabbiosa I	-19.0	25.0	0.0	41.0	19.0

La verifica del carico limite laterale dei pali viene svolta con il metodo di Broms con le ipotesi di palo flessibile incastrato in sommità e terreno incoerente.

Nel caso di palo flessibile il carico ultimo si ottiene per la formazione di cerniere plastiche nel palo. La formula di equilibrio delle azioni da cui ricavare il carico ultimo orizzontale per pali incastrati in sommità è la seguente:

$$H_{ult} \left(h + \sqrt{\frac{2H_{ult}}{\gamma DK_{p\delta}}} \right) - \frac{1}{3} H_{ult} \sqrt{\frac{2H_{ult}}{\gamma DK_{p\delta}}} = 2M_{ult}$$

In cui:

H_{ult} = carico ultimo orizzontale;

M_{ult} = Momento ultimo palo o momento plastico;

gli altri parametri sono descritti nella tabella riassuntivo di verifica

Per il calcolo della resistenza dei pali soggetti a carichi trasversali si considera il coefficiente parziale $R_2=1.6$ come indicato nel par. 6.4.3.1.2 del D.M. 14 Gennaio 2008.

Pali dei risvolti (L=20.00m):

Il taglio massimo in sommità dei pali è dovuto all'azione statica ed è pari a:

			CORRISPONDENTE V3	QUADRATURA	
V2	max	499.536	567.279	756	kN
	min	-130.651	-397.423	418	kN
			CORRISPONDENTE V2		
V3	max	762.25	483.341	903	kN
	min	-527.7	-61.385	531	kN
			VALORE MASSIMO	903	kN

Pali del fusto (L=25.00m):

Il taglio massimo in sommità dei pali è dovuto all'azione sismica ed è pari a:

			CORRISPONDENTE V3	QUADRATURA	
V2	max	409.491	378.096	557	kN
	min	-318.722	75.868	328	kN

		CORRISPONDENTE V2			
V3	max	814.604	293.74	866	kN
	min	-601.833	-149.273	620	kN
		VALORE MASSIMO		866	kN

Siccome le fondazioni in condizioni sismiche devono rimanere in campo elastico, si è scelto di mantenere tali anche i pali.

(*) Il momento ultimo considerato nell'equazione di equilibrio è il momento ultimo elastico del palo, cioè quello che determina nei materiali le tensioni della condizione di carico rara pari a:

NOME MATERIALE	SIGMA AMM. TRAZIONE (N/mm ²)	SIGMA AMM. COMPRESIONE (N/mm ²)
B450C	360	-
C25/30	0	15

Calcolo del Momento Ultimo:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

Sezione circolare cava N° barre: 48 Zoom

Raggio esterno: 50 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 2.6 [cm]
 Copriferro (baric.): 7 [cm]

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 1965 kNm
 M_{yEd}: 0

P.to applicazione N:
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C25/30

ε_{su}: 67.5 % ε_{c2}: 2 %
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 %
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 14.17
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8 [?]
 ε_{syd}: 1.957 % σ_{c,adm}: 9.75
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
 τ_{c1}: 1.829

Vertici: 52
 Verifica

Precompresso

Verifica Pali dei risvolti:

Terreno Incoerente e palo flessibile	
Angolo di attrito terreno	φ = 40 °
Coefficiente GEO	γ _{M2} = 1
Angolo di attrito fattorizzato	φ' = 40.00
Coefficiente di spinta passiva	k _p = 4.60
Coefficiente di spinta passiva fattorizzata	k _{pδ} = 13.80

Peso specifico terreno	$\gamma_{\text{ter}} =$	20.00	kN/mc
Diametro del palo	$D =$	1.00	m
Lunghezza del palo	$L =$	20.00	m
Altezza fuori terra	$h =$	0.00	m
Coefficiente portanza laterale (6.4.3.1.2 DM)	$R_2 (\gamma_T) =$	1.6	
Momento ultimo sezione palo (*)	$M_{\text{ult}} =$	1965	kNm
Sezione incastrata in sommità			
Momento ultimo teoria di Broms	$M_{\text{ult}} =$	3930.00	kNm
Taglio ultimo	$H_{\text{ult}} =$	1686.22	kN
Taglio ultimo fattorizzato	$H_{\text{ult,d}} =$	1053.89	kN
Taglio di calcolo in testa al palo	$V_{\text{Ed}} =$	903.00	kN
VERIFICA SODDISFATTA			

Verifica Pali del fusto:

Terreno Incoerente e palo flessibile			
Angolo di attrito terreno	$\phi =$	40	°
Coefficiente GEO	$\gamma_{M2} =$	1	
Angolo di attrito fattorizzato	$\phi' =$	40.00	
Coefficiente di spinta passiva	$k_p =$	4.60	
Coefficiente di spinta passiva fattorizzata	$k_{p\delta} =$	13.80	
Peso specifico terreno	$\gamma_{\text{ter}} =$	20.00	kN/mc
Diametro del palo	$D =$	1.00	m
Lunghezza del palo	$L =$	25.00	m
Altezza fuori terra	$h =$	0.00	m
Coefficiente portanza laterale (6.4.3.1.2 DM)	$R_2 (\gamma_T) =$	1.6	
Momento ultimo sezione palo (*)	$M_{\text{ult}} =$	1965	kNm
Sezione incastrata in sommità			
Momento ultimo teoria di Broms	$M_{\text{ult}} =$	3930.00	kNm
Taglio ultimo	$H_{\text{ult}} =$	1686.22	kN
Taglio ultimo fattorizzato	$H_{\text{ult,d}} =$	1053.89	kN
Taglio di calcolo in testa al palo	$V_{\text{Ed}} =$	866.00	kN
VERIFICA SODDISFATTA			

COMMITTENTE AUTOSTRADA DEL BRENNERO		CODIFICA DOCUMENTO AI_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX		FOGLIO 241 DI 380
6.7 VERIFICHE TIRANTI SU MURO DI RISVOLTO SUD IN PROGETTO				
6.7.1 DATI INIZIALI DI PROGETTAZIONE				
Caratteristiche tiranti				
Tipologia (scegliere se attivi o passivi):			attivi	
(scegliere il tipo di iniezione: IGU o IRS):			IRS	
			Iniezione ripetitiva e selettiva	
(scegliere se definitivi o provvisori):			definitivi	
Diametro perforazione:		140		mm
Inclinazione tirante rispetto alla verticale:		14.0		°
Acciaio (scegliere il tipo di cavo):	<i>Cavo</i>	3T15		
(in automatico il numero di trefoli):		3		
(in automatico il diametro nominale del singolo trefolo):		15.2		mm
(in automatico l'area nominale del singolo trefolo):		140		mm ²
(scegliere il tipo normativa):	<i>Norme</i>	Pr EN 10138		
(scegliere il tipo - ALGA):	<i>Tipo</i>	Y1860S7		
(scegliere il tiro caratteristico a rottura):	<i>F_{pk}</i>	= 260		kN
(in automatico la tensione caratteristica a rottura):	<i>f_{pk}</i>	= 1860		N/mm ²
(in automatico il tiro caratteristico allo 0.1% di deformazione):	<i>F_{p(0.1)k}</i>	= 224		kN
(in automatico la tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione):	<i>f_{p(0.1)k}</i>	= 1600		N/mm ²
(in automatico il tiro caratteristico all' 1% di deformazione):	<i>F_{p(1)k}</i>	= 234		kN
(in automatico la tensione caratteristica all' 1% di deformazione):	<i>f_{p(1)k}</i>	= 1670		N/mm ²
Caratteristiche paratia				
Altezza della paratia:	<i>h_{paratia}</i>	= 31.00		m
Quota del tirante rispetto alla sommità della paratia:	<i>h_{tirante}</i>	= 7.00		m
Caratteristiche terreno				
Angolo di attrito interno medio:	<i>φ_{attr}</i>	= 36		°
Resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica:	<i>τ_{ak}</i>	= 240		kN/m ²
Coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione (1÷1.5):	<i>α</i>	= 1.2		
Caratteristiche sismiche del sito				
Accelerazione massima al suolo:	<i>a_{max}/g</i>	= 0.291		
Sollecitazione				
Tiro massimo (come da calcolo se tiranti passivi):	<i>T</i>	= 228*		kN
Tiro resistente (se tiranti attivi):	<i>T</i>	= 610		kN
*Il valore è ottenuto dal calcolo agli elementi finiti svolto con il Sap2000.				

6.7.2 CALCOLO LUNGHEZZA LIBERA

La lunghezza libera dei tiranti viene calcolata in fase statica imponendo che l'ancoraggio possa sviluppare interamente la spinta passiva, vale a dire che l'ancoraggio deve essere posizionato al di là della linea ideale di spinta dal fondo della paratia inclinata di $45^\circ + \varphi/2$ sull'orizzontale.

L'affondamento del tirante è stato prudenzialmente aumentato del 20% rispetto a quello calcolato geometricamente, come suggeriscono numerose raccomandazioni disponibili in bibliografia.

La lunghezza libera i tiranti è pari a:

$$L_{lib-stat} = (h_{PARATIA} - h_{TIRANTE}) \cdot \frac{\text{sen}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}{\text{sen}\left(45 + \frac{\varphi}{2} + \alpha\right)} \cdot 1.2$$

dove:

α = inclinazione del tirante sull'orizzontale;

$h_{PARATIA}$ = altezza della paratia;

$h_{TIRANTE}$ = quota del tirante rispetto alla testa della paratia;

φ = angolo d'attrito dei livelli in sito.

La normativa prevede un allungamento della lunghezza libera dei tiranti rispetto alla lunghezza calcolata in fase statica in funzione della sismicità ed in particolare dell'accelerazione sismica di progetto a_{max} . La seguente relazione è stata adottata per il calcolo della minima lunghezza libera dei tiranti, tenendo conto anche della fase sismica.

$$L_{lib-sism} = L_{lib-stat} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \frac{a_{max}}{g}\right)$$

Il calcolo quindi porge:

α	= 14 °	Angolo di inclinazione tiranti rispetto alla orizzontale
$h_{paratia}$	= 31.00 m	Altezza della paratia
$h_{tirante}$	= 7.00 m	Quota del tirante riapetto alla sommità della paratia
ϕ_{attr}	= 36 °	Angolo di attrito medio del terreno coinvolto
a_{max}/g	= 0.291 g	Accelerazione sismica di progetto

$L_{lib-stat} = 13.42 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante in condizione statica

$L_{lib-sism} = 19.28 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante in condizione sismica

$L_{lib-min} = 19.28 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante

$L_{lib-adot} = 20.00 \text{ m}$ Lunghezza libera adottata del tirante

6.7.3 CALCOLO LUNGHEZZA DI FONDAZIONE

La lunghezza di ancoraggio della fondazione dei tiranti viene calcolata mediante due condizioni e assumendo quindi la lunghezza maggiore delle due.

Prima condizione:

La lunghezza di ancoraggio dei tiranti attivi è stata calcolata secondo la seguente formula:

$$T \cdot \gamma_{Ra,p} = \pi \cdot \phi_{perf} \cdot L_{fond} \cdot \tau_{ak} \cdot \alpha$$

in cui:

T = tiro massimo del tirante;

ϕ_{perf} = diametro medio del bulbo;

L_{fond} = lunghezza di ancoraggio;

τ_{ak} = resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica;

α = coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione in funzione del terreno e delle modalità esecutive del tirante.

	Simbolo (γ_R)	coefficiente parziale
temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
definitivi	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Svolgendo il calcolo si ottiene:

T	= 610.43 kN	Tiro massimo del tirante - Tiro resistente
$\gamma_{Ra,p}$	= 1.20	Coefficiente di resistenza del materiale
ϕ_{perf}	= 140 mm	Diametro di perforazione
τ_{ak}	= 240.00 kN/m ²	Resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica (si veda di seguito)
α	= 1.2	Coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione (1÷1.5)

$L_{fond} = 5.78 \text{ m}$ Lunghezza minima fondazione tiranti

Seconda condizione:

Per quanto riguarda la seconda condizione, la lunghezza necessaria atta a garantire l'aderenza malta-armatura è data dalla relazione:

$$L_f = \frac{N}{(d * \pi * f_{bd})}$$

Dove d è la somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante, f_{bd} è la tensione di aderenza ultima della malta.

Per la valutazione della tensione di aderenza ultima della malta si fa riferimento al punto 8.4.2 dell'eurocodice 2.

Svolgendo il calcolo si ottiene:

N	=	610.43	kN
$n^{\circ} \text{trefoli}$	=	3	
ϕ_{trefoli}	=	15.2	mm
d	=	45.60	mm
f_{bd}	=	1.67	N/mm ²

L_{fond}	=	2.55	m
------------	---	------	---

La lunghezza massima tra le due condizioni di cui precedentemente è la minima lunghezza di fondazione da adottare per i tiranti:

$L_{fond-min}$	=	5.78	m
----------------	---	------	---

In conclusione si è adottata la lunghezza di fondazione pari a:
Che comporta una portata massima del tirante (per fondazione) pari a:

$L_{fond-adopt}$	=	6.00	m
T_{port}	=	633.02	kN

6.7.4 GERARCHIA DELLE RESISTENZE

Dalla N.T.C.2008 - Il Par.6.6.2. porge:

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli di acciaio armonico, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, si deve verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

Calcolo resistenza caratteristica allo sfilamento di ciascun tirante:

$L_{fond} \text{ adottata}$	=	6.00	m
ϕ_{perf}	=	140.00	mm
τ_{ak}	=	240.00	kN/m ²
R_{sfilam}	=	633.35	kN

Calcolo resistenza caratteristica a snervamento di ciascun tirante:

Tipo di tirante	=	Pr EN 10138	Y1860S7
F_{pk}	=	260	kN
$n^{\circ} \text{trefoli}$	=	3	

$$R_{snervam} = 672.00 \text{ kN}$$

GERARCHIA DELLE RESISTENZE RISPETTATA

6.7.5 VERIFICA TRAVE DI CORREA

Come trave di correa si è stabilito di utilizzare due profilati HEB220 di cui di seguito si riporta la verifica.

La massima azione agente è quella ottenuta dal modello agli elementi finiti: $R_{max}=228\text{kN}$.

Lo schema statico da considerare per il calcolo delle sollecitazioni sulle travi di correa è quello di trave su due appoggi (corrispondenti ai due tiranti) e due sbalzi laterali. La trave di correa è lunga 4m e i tiranti distano 2m l'uno dall'altro quindi i due sbalzi laterali sono di 1m ciascuno.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella sottostante.

Tirante	Azione q sulla trave di correa (kN/m)
3T15	$228 \times 2 / 4 \text{m} = 114 \text{kN/m}$

Si ottiene:

$$M = q \cdot l^2 / 8 = 57 \text{ kNm}$$

$$T = q \cdot l / 2 = 114 \text{ kN}$$

Poiché la trave di correa è costituita da 2 profilati avremo per ogni HEB 220:

$$M = 28.5 \text{ kNm}$$

$$T = 57 \text{ kN}$$

A favore di sicurezza si considera che le massime sollecitazioni flessionali e taglianti avvengano nella medesima sezione. Si riporta di seguito la verifica del profilato:

DATI GENERALI

Tipo di Acciaio:

S 355

Tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 355 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = 510 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Modulo elastico:

$$E = 210000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Modulo di elasticità trasversale:

$$G = 80769 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Coefficiente di Poisson:

$$\nu = 0.3$$

Tipo di Verifica:

Elastica per sezioni di classe 1, 2 e 3.

Coefficienti di sicurezza:

Resistenza delle sezioni di Classe 1-2-3-4:

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

Resistenza all'instabilità delle membrature:

$$\gamma_{M1} = 1.05$$

Resistenza giunzioni:

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Caratteristiche profilo

Tipo di profilo:

HEB

Profilo:

HE 220 B

Peso:	g =	71.5	[kg/m]
Altezza:	h =	220	[mm]
Larghezza	b =	220	[mm]
Spessore Anima:	t _w =	9.5	[mm]
Spessore Ali:	t _f =	16	[mm]
Raggio di raccordo Ali/Anima:	r =	18	[mm]
Area:	A =	91.0	[cm ²]
Momento d'inerzia asse y-y:	J _y =	8091.0	[cm ⁴]
Modulo di resistenza Elastico y-y:	W _{el,y} =	735.5	[cm ³]
Modulo di resistenza Plastico y-y:	W _{pl,y} =	827.0	[cm ³]
Raggio d'inerzia y-y:	ρ _y =	9.4	[cm]
Momento d'inerzia asse z-z:	J _z =	2843.0	[cm ⁴]
Modulo di resistenza Elastico z-z:	W _{el,z} =	258.5	[cm ³]
Modulo di resistenza Plastico z-z:	W _{pl,z} =	393.9	[cm ³]
Raggio d'inerzia z-z:	ρ _z =	5.6	[cm]
Momento d'inerzia torsionale:	I _T =	76.6	[cm ⁴]
Fattore d'ingobbamento:	I _w =	295400	[cm ⁶]

Classe Sezione: **1**

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_{yk}} = 0.81$$

Ala:	c = 87.25	t = 16
Flessione Mz	c/t ≤ 9ε	Classe: 1
Compressione	c/t ≤ 9ε	Classe: 1
Anima:	c = 152	t = 9.5
Flessione My	c/t ≤ 72ε	Classe: 1
Compressione	c/t ≤ 33ε	Classe: 1

RESISTENZA DELLE MEMBRATURE

4.2.4.1.2 NTC

Sforzo normale di compressione:	N _{Ed} =	0.00	[kN]
Momento sollecitante y-y:	M _{y,Ed} =	57.00	[kNm]
Momento sollecitante z-z:	M _{z,Ed} =	0.00	[kNm]
Taglio sollecitante anima z-z:	V _{z,Ed} =	114.00	[kN]
Taglio sollecitante ali y-y:	V _{y,Ed} =	0.00	[kN]
Lunghezza libera di inflessione:	l ₀ =	1	[m]

-
-

Taglio resistente in assenza di torsione:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

dove A_v è l'area resistente a taglio:

Profilati ad I o ad H nel piano dell'anima:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f = 2792.0 \quad [\text{mm}^2]$$

Profilati ad I, ad H, a C o ad Unel piano delle ali:

$$A_v = 2 \cdot b \cdot t_f = 7040 \quad [\text{mm}^2]$$

Taglio sollecitante anima z-z:

$$V_{z,Ed} = 114.00 \quad [\text{kN}]$$

Taglio sollecitante ali y-y:

$$V_{y,Ed} = 0.00 \quad [\text{kN}]$$

Taglio Resistente z-z:

$$V_{c,z,Rd} = 545.00 \quad [\text{kN}]$$

Taglio Resistente y-y:

$$V_{c,y,Rd} = 1374.20 \quad [\text{kN}]$$

VERIFICA:

$$V_{z,Ed} \leq V_{c,z,Rd} \quad \text{OK}$$

$$V_{y,Ed} \leq V_{c,y,Rd} \quad \text{OK}$$

Coeff. Riduttivo in caso di flessione e taglio se $V_{Ed} \geq 0.5 V_{c,Rd}$:

anima
$$\rho = \left[\frac{2V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right]^2 = 1.00$$

ali
$$\rho = 1.00$$

Momento resistente con eventuale riduzione per taglio:

Momento sollecitante y-y:

$$M_{y,Ed} = 57.00 \quad [\text{kNm}]$$

Momento sollecitante z-z:

$$M_{z,Ed} = 0.00 \quad [\text{kNm}]$$

Momento resistente Elastico y-y:

$$M_{y,V,Rd} = 248.67 \quad [\text{kNm}]$$

Momento resistente Elastico z-z:

$$M_{z,V,Rd} = 87.40 \quad [\text{kNm}]$$

VERIFICA:

$$M_{y,Ed} \leq M_{y,V,Rd} \quad \text{OK}$$

$$M_{z,Ed} \leq M_{z,V,Rd} \quad \text{OK}$$

Presso o tensoflessione biassiale con eventuale riduzione per taglio:

Sforzo normale sollecitante:

$$N_{Ed} = 0.00 \quad [\text{kN}]$$

Sforzo normale resistente:

$$N_{pl,Rd} = 3078.02 \quad [\text{kN}]$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.00$$

$$a = (A - 2 b t_f) / A = 0.23 \leq 0.5$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0,5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \text{ per } n \leq a,$$

$$\text{o } M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right] \text{ per } n > a,$$

Momento resistente ridotto y-y:

$$M_{N,y,Rd} = 248.67 \text{ [kNm]}$$

Momento resistente ridotto z-z:

$$M_{N,z,Rd} = 87.40 \text{ [kNm]}$$

Momento sollecitante y-y:

$$M_{y,Ed} = 57.00 \text{ [kNm]}$$

Momento sollecitante z-z:

$$M_{z,Ed} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1.$$

$$0.229 + 0.000 = 0.229 \leq 1$$

OK

6.7.6 RIASSUNTO PROGETTO TIRANTI

I tiranti a sostegno dei risvolti esistenti sono in numero di 2 a risvolto e disposti su singolo ordine.

Si riassumono di seguito i dati di progetto e verifica.

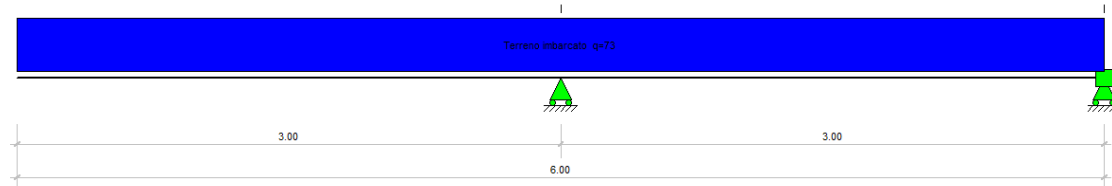
Per il progetto si utilizzano tiranti aventi le seguenti caratteristiche:

Tipo ALGA:	Pr EN 10138	Y1860S7
F_{pk}	260	kN
f_{pk}	1860	N/mm ²
$F_{p(0.1)k}$	672	kN
$f_{p(0.1)k}$	1600	N/mm ²
$F_{p(1)k}$	234	kN
$f_{p(1)k}$	1671	N/mm ²
da:	3	trefoli
$\phi_{trefoli}$	15.20	mm
$A_{trefoli}$	140.00	mm ²
$L_{fondazione}$	6.00	m
L_{libera}	20.00	m
L_{TOT}	26.00	m
$\phi_{perforazione}$	140.00	mm
Trave di correa:	2HEB220	

6.8 VERIFICHE TIRANTI A SUPPORTO DEI RISVOLTI ESISTENTI

6.8.1 CALCOLO DEL TIRO MASSIMO

L'azione esterna p sul muro esistente corrisponde all'azione del terreno imbarcato è stata calcolata rispettivamente al muro di risvolto esistente lato dx essendo quello da cui si ricava il maggior tiro sui tiranti poiché si tratta di tiranti inclinati anche in pianta di un angolo pari a 34° (oltre che in sezione in cui l'inclinazione è di 10°). E' stato considerato il seguente schema statico:



Il calcolo porge:

$$p=20\text{kN/m}^3 \cdot 4.50\text{m} \cdot 2.80\text{m} \cdot 0.291 a_g/g = 73.33\text{kN/m.}$$

(4.50m è la larghezza di competenza del muro per ciascun tirante in senso orizzontale e 2.80m è la larghezza della ciabatta sulla quale giace il terreno che si imbarca).

Il calcolo porge: $R_{\max}=467\text{kN}$ ma considerando l'inclinazione orizzontale del tirante di 56° si ottiene:

$$R'_{\max}=467/(\cos(34))=563\text{kN.}$$

6.8.2 DATI INIZIALI DI PROGETTAZIONE

Caratteristiche tiranti			
Tipologia (scegliere se attivi o passivi):		passivi	
(scegliere il tipo di iniezione: IGU o IRS):		IRS	
		Iniezione ripetitiva e selettiva	
(scegliere se definitivi o provvisori):		definitivi	
Diametro perforazione:		140	mm
Inclinazione tirante rispetto alla verticale:		10.0	°
Acciaio (scegliere il tipo di cavo):	Cavo	3T15	
(in automatico il numero di trefoli):		3	
(in automatico il diametro nominale del singolo trefolo):		15.2	mm
(in automatico l'area nominale del singolo trefolo):		140	mm ²
(scegliere il tipo normativa):	Norme	Pr EN 10138	
(scegliere il tipo - ALGA):	Tipo	Y1860S7	
(scegliere il tiro caratteristico a rottura):	F_{pk}	= 260	kN
(in automatico la tensione caratteristica a rottura):	f_{pk}	= 1860	N/mm ²
(in automatico il tiro caratteristico allo 0.1% di deformazione):	$F_{p(0.1)k}$	= 224	kN
(in automatico la tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione):	$f_{p(0.1)k}$	= 1600	N/mm ²
(in automatico il tiro caratteristico all' 1% di deformazione):	$F_{p(1)k}$	= 234	kN
(in automatico la tensione caratteristica all' 1% di deformazione):	$f_{p(1)k}$	= 1670	N/mm ²

Caratteristiche paratia

Altezza della paratia:	$h_{paratia}$	=	6.00	m
Quota del tirante rispetto alla sommità della paratia:	$h_{tirante}$	=	3.00	m

Caratteristiche terreno

Angolo di attrito interno medio:	ϕ_{attr}	=	35	°
Resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica:	τ_{ak}	=	240	kN/m ²
Coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione (1÷1.5):	α	=	1.2	

Caratteristiche sismiche del sito

Accelerazione massima al suolo:	a_{max}/g	=	0.291	
---------------------------------	-------------	---	--------------	--

Sollecitazione

Tiro massimo (come da calcolo se tiranti passivi):	T	=	563	kN
Tiro resistente (se tiranti attivi):	T	=	610	kN

6.8.3 CALCOLO LUNGHEZZA LIBERA

La lunghezza libera dei tiranti viene calcolata in fase statica imponendo che l'ancoraggio possa sviluppare interamente la spinta passiva, vale a dire che l'ancoraggio deve essere posizionato al di là della linea ideale di spinta dal fondo della paratia inclinata di $45^\circ + \varphi/2$ sull'orizzontale.

L'affondamento del tirante è stato prudenzialmente aumentato del 20% rispetto a quello calcolato geometricamente, come suggeriscono numerose raccomandazioni disponibili in bibliografia.

La lunghezza libera i tiranti è pari a:

$$L_{lib-stat} = (h_{PARATIA} - h_{TIRANTE}) \cdot \frac{\text{sen}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}{\text{sen}\left(45 + \frac{\varphi}{2} + \alpha\right)} \cdot 1.2$$

dove:

α = inclinazione del tirante sull'orizzontale;

$h_{PARATIA}$ = altezza della paratia;

$h_{TIRANTE}$ = quota del tirante rispetto alla testa della paratia;

φ = angolo d'attrito dei livelli in sito.

La normativa prevede un allungamento della lunghezza libera dei tiranti rispetto alla lunghezza calcolata in fase statica in funzione della sismicità ed in particolare dell'accelerazione sismica di progetto a_{max} . La seguente relazione è stata adottata per il calcolo della minima lunghezza libera dei tiranti, tenendo conto anche della fase sismica.

$$L_{lib-sism} = L_{lib-stat} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \frac{a_{max}}{g}\right)$$

Il calcolo quindi porge:

α	= 10	°	Angolo di inclinazione tiranti rispetto alla orizzontale
$h_{paratia}$	= 6.00	m	Altezza della paratia
$h_{tirante}$	= 3.00	m	Quota del tirante riapetto alla sommità della paratia
ϕ_{attr}	= 35	°	Angolo di attrito medio del terreno coinvolto
a_{max}/g	= 0.291	g	Accelerazione sismica di progetto

$L_{lib-stat} = 1.74 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante in condizione statica

$L_{lib-sism} = 2.50 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante in condizione sismica

$L_{lib-min} = 2.50 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante

$L_{lib-adot} = 5.00 \text{ m}$ Lunghezza libera adottata del tirante

6.8.4 CALCOLO LUNGHEZZA DI FONDAZIONE

La lunghezza di ancoraggio della fondazione dei tiranti viene calcolata mediante due condizioni e assumendo quindi la lunghezza maggiore delle due.

Prima condizione:

La lunghezza di ancoraggio dei tiranti attivi è stata calcolata secondo la seguente formula:

$$T \cdot \gamma_{Ra,p} = \pi \cdot \phi_{perf} \cdot L_{fond} \cdot \tau_{ak} \cdot \alpha$$

in cui:

- T = tiro massimo del tirante;
- ϕ_{perf} = diametro medio del bulbo;
- L_{fond} = lunghezza di ancoraggio;
- τ_{ak} = resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica;
- α = coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione in funzione del terreno e delle modalità esecutive del tirante.

	Simbolo (γ_R)	coefficiente parziale
temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
definitivi	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Svolgendo il calcolo si ottiene:

T	= 563.00 kN	Tiro massimo del tirante - Tiro resistente
$\gamma_{Ra,p}$	= 1.20	Coefficiente di resistenza del materiale
ϕ_{perf}	= 140 mm	Diametro di perforazione
τ_{ak}	= 240.00 kN/m ²	Resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica (si veda di seguito)
α	= 1.2	Coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione (1÷1.5)

L_{fond}	= 5.33 m	Lunghezza minima fondazione tiranti
------------	----------	-------------------------------------

Seconda condizione:

Per quanto riguarda la seconda condizione, la lunghezza necessaria atta a garantire l'aderenza malta-armatura è data dalla relazione:

$$L_f = \frac{N}{(d \cdot \pi \cdot f_{bd})}$$

Dove d è la somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante, f_{bd} è la tensione di aderenza ultima della malta.

Per la valutazione della tensione di aderenza ultima della malta si fa riferimento al punto 8.4.2 dell'eurocodice 2.

Svolgendo il calcolo si ottiene:

N	=	563.00	kN
$n^{\circ} \text{trefoli}$	=	3	
ϕ_{trefoli}	=	15.2	mm
d	=	45.60	mm
f_{bd}	=	1.67	N/mm ²

L_{fond}	=	2.35	m
------------	---	-------------	----------

La lunghezza massima tra le due condizioni di cui precedentemente è la minima lunghezza di fondazione da adottare per i tiranti:

$L_{fond-min}$	=	5.33	m
----------------	---	-------------	----------

In conclusione si è adottata la lunghezza di fondazione pari a:
Che comporta una portata massima del tirante (per fondazione) pari a:

$L_{fond-adot}$	=	6.00	m
T_{port}	=	633.02	kN

6.8.5 RESISTENZA DELL'ACCIAIO

$f_{p(t)k}$	=	1671	N/mm ²
γ_M	=	1.15	
f_{yd}	=	1453.42	N/mm²
N_{max}	=	563.00	kN
$n^{\circ} \text{trefoli}$	=	3	
A_{trefolo}	=	140	mmq
A_{tirante}	=	420.00	mmq
f_{ys}	=	1340.48	N/mm²

TIRANTE VERIFICATO

N_{max}	=	610.43	kN
-----------	---	---------------	-----------

6.8.6 GERARCHIA DELLE RESISTENZE

Dalla N.T.C.2008 - Il Par.6.6.2. porge:

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli di acciaio armonico, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, si deve verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

Calcolo resistenza caratteristica allo sfilamento di ciascun tirante:

$L_{fond\ adottata}$	=	6.00	m
ϕ_{perf}	=	140.00	mm
τ_{ak}	=	240.00	kN/m ²
R_{sfilam}	=	633.35	kN

Calcolo resistenza caratteristica a snervamento di ciascun tirante:

Tipo di tirante	=	Pr EN 10138	Y1860S7
F_{pk}	=	260	kN
$n^{\circ}trefoli$	=	3	
$R_{snervam}$	=	672.00	kN

GERARCHIA DELLE RESISTENZE RISPETTATA

6.8.7 VERIFICA TRAVE DI CORREA

Come trave di correa si è stabilito di utilizzare due profilati HEB220 di cui di seguito si riporta la verifica.

Il calcolo porgeva: $R'_{max} = 467 / (\cos(34)) = 563\text{kN}$.

Il nuovo schema statico da considerare per il calcolo delle sollecitazioni sulle travi di correa è quello di trave su due appoggi (corrispondenti ai due tiranti) e due sbalzi laterali. La trave di correa è lunga 5m e i tiranti distano 3m l'uno dall'altro quindi i due sbalzi laterali sono di 1m ciascuno.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella sottostante.

Tirante	Azione q sulla trave di correa (kN/m)
3T15	$563 \times 2 / 5\text{m} = 225.2\text{kN/m}$

Si ottiene:

$$M = q \cdot l^2 / 8 = 253.4 \text{ kNm}$$

$$T = q \cdot l / 2 = 337.8 \text{ kN}$$

Poiché la trave di correa è costituita da 2 profilati avremo per ogni HEB 220:

$$M = 127 \text{ kNm}$$

$$T = 169 \text{ kN}$$

A favore di sicurezza si considera che le massime sollecitazioni flessionali e taglianti avvengano nella medesima sezione. Si riporta di seguito la verifica del profilato:

DATI GENERALI**Tipo di Acciaio:****S 355**

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} =$	355 [N/mm ²]
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} =$	510 [N/mm ²]
Modulo elastico:	$E =$	210000 [N/mm ²]
Modulo di elasticità trasversale:	$G =$	80769 [N/mm ²]
Coefficiente di Poisson:	$\nu =$	0.3

Tipo di Verifica:**Elastica** per sezioni di classe 1, 2 e 3.**Coefficienti di sicurezza:**

Resistenza delle sezioni di Classe 1-2-3-4:	$\gamma_{M0} =$	1.05
Resistenza all'instabilità delle membrature:	$\gamma_{M1} =$	1.05
Resistenza giunzioni:	$\gamma_{M2} =$	1.25

Caratteristiche profilo

Tipo di profilo:

HEB

Profilo:

HE 220 B

Peso:	$g =$	71.5 [kg/m]
Altezza:	$h =$	220 [mm]
Larghezza	$b =$	220 [mm]
Spessore Anima:	$t_w =$	9.5 [mm]
Spessore Ali:	$t_f =$	16 [mm]
Raggio di raccordo Ali/Anima:	$r =$	18 [mm]
Area:	$A =$	91.0 [cm ²]
Momento d'inerzia asse y-y:	$J_y =$	8091.0 [cm ⁴]
Modulo di resistenza Elastico y-y:	$W_{el,y} =$	735.5 [cm ³]
Modulo di resistenza Plastico y-y:	$W_{pl,y} =$	827.0 [cm ³]
Raggio d'inerzia y-y:	$\rho_y =$	9.4 [cm]
Momento d'inerzia asse z-z:	$J_z =$	2843.0 [cm ⁴]
Modulo di resistenza Elastico z-z:	$W_{el,z} =$	258.5 [cm ³]
Modulo di resistenza Plastico z-z:	$W_{pl,z} =$	393.9 [cm ³]
Raggio d'inerzia z-z:	$\rho_z =$	5.6 [cm]
Momento d'inerzia torsionale:	$I_T =$	76.6 [cm ⁴]
Fattore d'ingobbamento:	$I_w =$	295400 [cm ⁶]

Classe Sezione:**1**

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_{yk}} =$$

0.81

Ala:	c = 87.25	t = 16
Flessione Mz	c/t ≤ 9ε	Classe: 1
Compressione	c/t ≤ 9ε	Classe: 1
Anima:	c = 152	t = 9.5
Flessione My	c/t ≤ 72ε	Classe: 1
Compressione	c/t ≤ 33ε	Classe: 1

RESISTENZA DELLE MEMBRATURE

4.2.4.1.2 NTC

Sforzo normale di compressione:	N _{Ed} =	0.00	[kN]
Momento sollecitante y-y:	M _{y,Ed} =	127.00	[kNm]
Momento sollecitante z-z:	M _{z,Ed} =	0.00	[kNm]
Taglio sollecitante anima z-z:	V _{z,Ed} =	170.00	[kN]
Taglio sollecitante ali y-y:	V _{y,Ed} =	0.00	[kN]
Lunghezza libera di inflessione:	l ₀ =	1	[m]

Taglio resistente in assenza di torsione:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

dove A_v è l'area resistente a taglio:

Profilati ad I o ad H nel piano dell'anima:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f = 2792.0 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Profilati ad I, ad H, a C o ad Unel piano delle ali:

$$A_v = 2 \cdot b \cdot t_f = 7040 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Taglio sollecitante anima z-z:	V _{z,Ed} =	170.00	[kN]
Taglio sollecitante ali y-y:	V _{y,Ed} =	0.00	[kN]
Taglio Resistente z-z:	V _{c,z,Rd} =	545.00	[kN]
Taglio Resistente y-y:	V _{c,y,Rd} =	1374.20	[kN]

VERIFICA: V_{z,Ed} ≤ V_{c,z,Rd} **OK**

V_{y,Ed} ≤ V_{c,y,Rd} **OK**

Coeff. Riduttivo in caso di flessione e taglio se V_{Ed} ≥ 0.5 V_{c,Rd}:

anima $\rho = \left[\frac{2V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right]^2 = 1.00$

ali $\rho = 1.00$

Momento resistente con eventuale riduzione per taglio:

Momento sollecitante y-y:	$M_{y,Ed} =$	127.00	[kNm]
Momento sollecitante z-z:	$M_{z,Ed} =$	0.00	[kNm]
Momento resistente Elastico y-y:	$M_{y,V,Rd} =$	248.67	[kNm]
Momento resistente Elastico z-z:	$M_{z,V,Rd} =$	87.40	[kNm]

VERIFICA: $M_{y,Ed} \leq M_{y,V,Ed}$ **OK** $M_{z,Ed} \leq M_{z,V,Ed}$ **OK**

Presso o tensoflessione biassiale con eventuale riduzione per taglio:

Sforzo normale sollecitante:	$N_{Ed} =$	0.00	[kN]
Sforzo normale resistente:	$N_{pl,Rd} =$	3078.02	[kN]

$$n = N_{Ed}/N_{pl,Rd} = 0.00$$

$$a = (A - 2 b t_f) / A = 0.23 \leq 0.5$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0.5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \text{ per } n \leq a,$$

$$\text{o } M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right] \text{ per } n > a,$$

Momento resistente ridotto y-y:	$M_{N,y,Rd} =$	248.67	[kNm]
Momento resistente ridotto z-z:	$M_{N,z,Rd} =$	87.40	[kNm]
Momento sollecitante y-y:	$M_{y,Ed} =$	127.00	[kNm]
Momento sollecitante z-z:	$M_{z,Ed} =$	0.00	[kNm]

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1.$$

$$0.511 + 0.000 = 0.511 \leq 1 \quad \text{OK}$$

6.8.8 RIASSUNTO PROGETTO TIRANTI

I tiranti a sostegno dei risvolti esistenti sono in numero di 2 a risvolto e disposti su singolo ordine.

Si riassumono di seguito i dati di progetto e verifica.

Per il progetto si utilizzano tiranti aventi le seguenti caratteristiche:

Tipo ALGA:	Pr EN 10138	Y1860S7
F_{pk}	260	kN
f_{pk}	1860	N/mm ²
$F_{p(0.1)k}$	672	kN
$f_{p(0.1)k}$	1600	N/mm ²
$F_{p(1)k}$	234	kN
$f_{p(1)k}$	1671	N/mm ²
da:	3	trefoli
$f_{trefoli}$	15.20	mm
$A_{trefoli}$	140.00	mm ²
$L_{fondazione}$	6.00	m
L_{libera}	5.00	m
L_{TOTALE}	11.00	m
$f_{perforazione}$	140.00	mm
Trave di correa:	2HEB220	

7 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI – FASE TRANSITORIA

Considerando un modello di calcolo opportunamente modificato in base alla geometria della spalla nella Fase 3 (si veda a riguardo il Capitolo 5 della Relazione Tecnico Illustrativa R1), si sono svolte le verifiche dei vari elementi strutturali che la costituiscono. I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D.M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2). Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le combinazioni di carico risultate più critiche. Risultano i seguenti tipi di verifiche:

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 1 – A1M1): $E_d \leq R_d$

Presso-Flessione

Taglio

1A) Carichi elementari combinazione A1-M1 (terreno non defattorizzato e spinta a riposo)

$$\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_P * P + \gamma_{Q1} * Q_{k1} + \gamma_{Q2} * \psi_{02} * Q_{k2} + \gamma_{Q3} * \psi_{03} * Q_{k3} + \dots$$

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 2 – A2M1): $E_d \leq R_d$

Portanza pali

1B) Carichi elementari combinazione A2-M1 (terreno non defattorizzato e spinta a riposo)

$$\gamma_{G1} * G_1 + \gamma_{G2} * G_2 + \gamma_P * P + \gamma_{Q1} * Q_{k1} + \gamma_{Q2} * \psi_{02} * Q_{k2} + \gamma_{Q3} * \psi_{03} * Q_{k3} + \dots$$

Verifiche allo Stato Limite Raro: si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ e quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$.

2) SLE - Combinazione caratteristica rara ($G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} * Q_{k2} + \psi_{03} * Q_{k3} + \dots$)

Verifiche allo Stato Limite di Fessurazione (condizioni di esercizio, combinazione “frequente” e “quasi permanente”).

3) SLE - Combinazione frequente ($G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \psi_{23} * Q_{k3} + \dots$)

4) SLE - Quasi Permanente ($G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} * Q_{k2} + \psi_{23} * Q_{k3} + \dots$)

Il metodo di calcolo, le normative, le caratteristiche dei materiali e i codici di calcolo sono gli stessi già ampiamente descritti nei Capitoli 1, 0, 2 e 3.

7.1 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La geometria è quella riportata nelle Figura 7.1 e Figura 7.2.

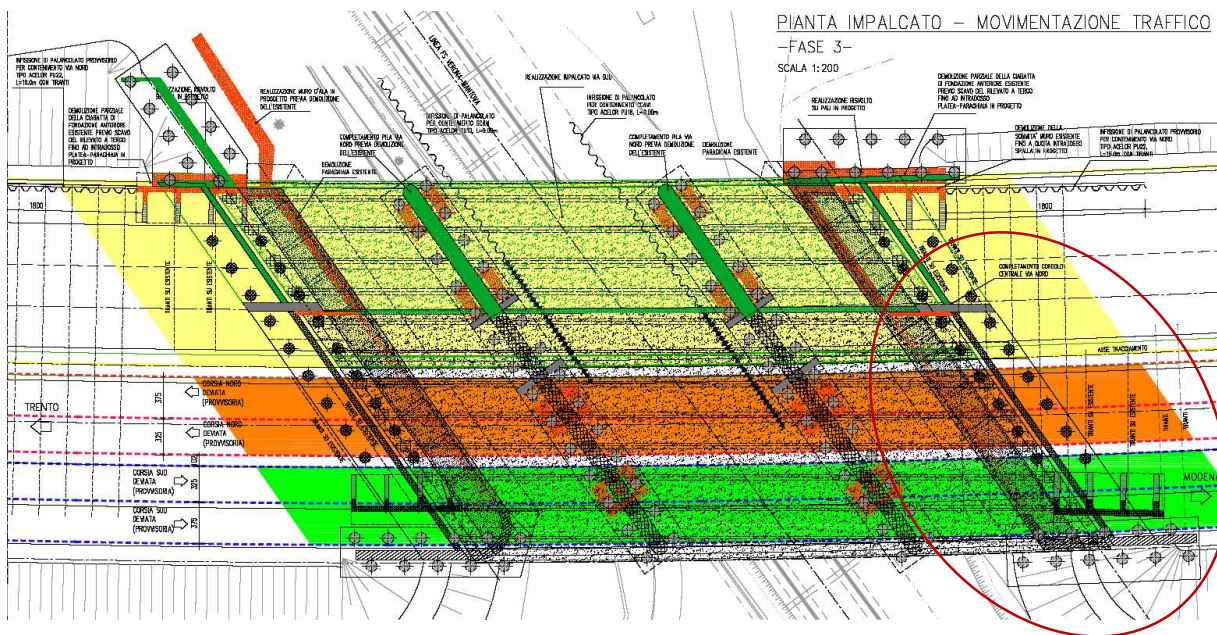


Figura 7.1 Pianta fondazione spalla

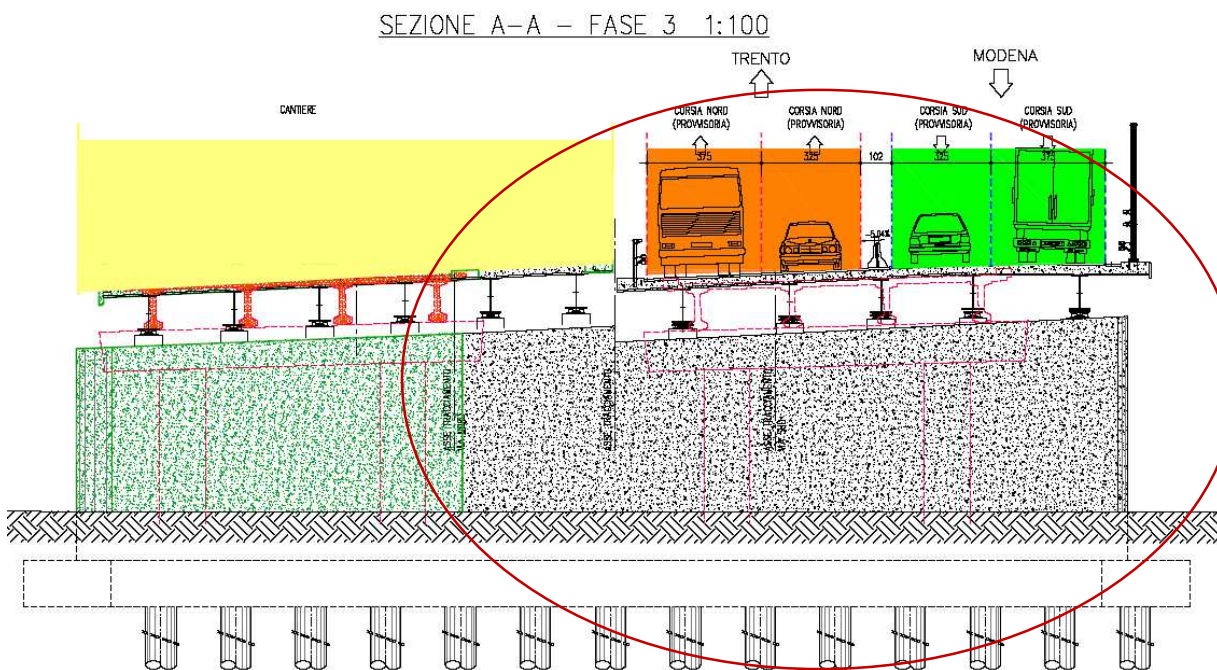


Figura 7.2 Vista frontale in retto spalla

7.2 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

Si sono implementati i singoli elementi strutturali analogamente al modello già precedentemente descritto relativo alla spalla completa; anche per le caratteristiche degli elementi si rimanda alla stessa relazione.

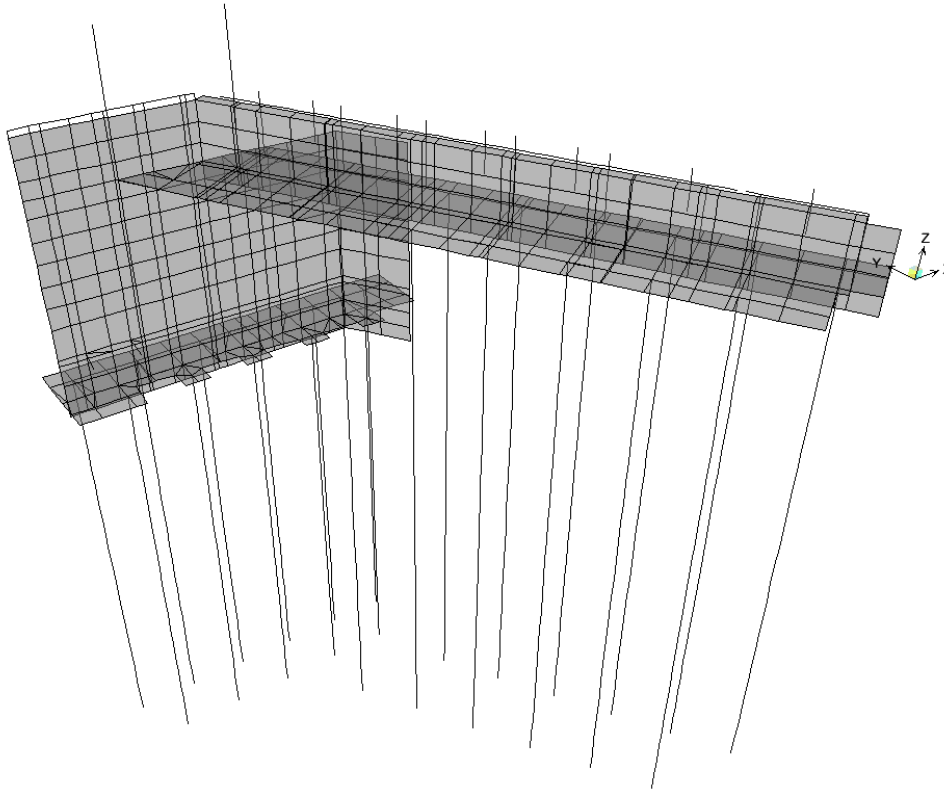
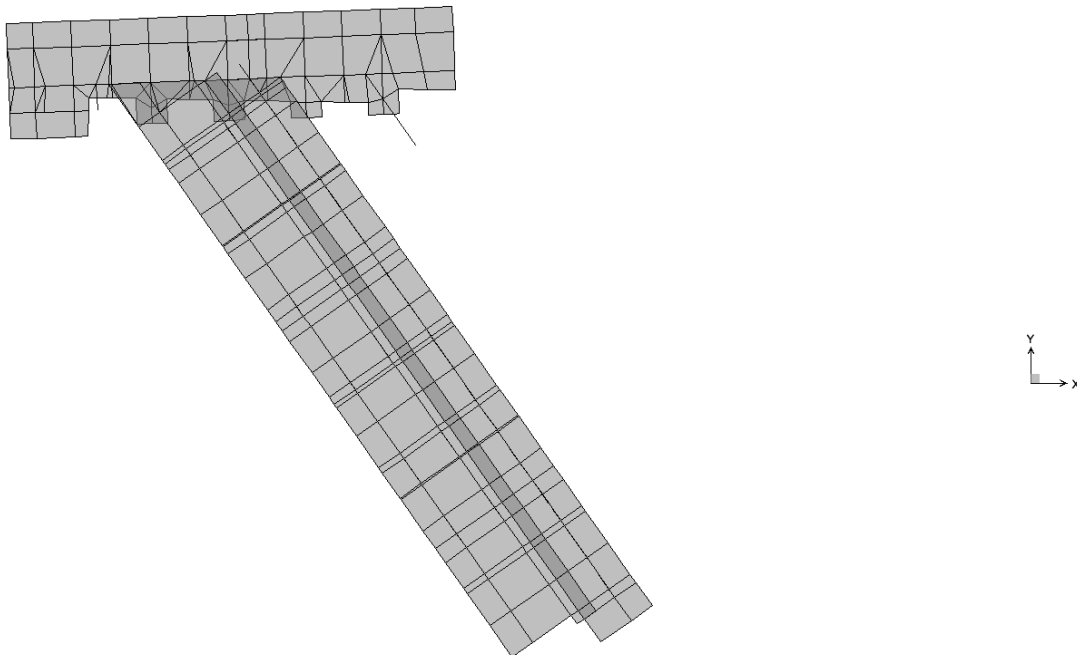


Figura 7.3 Modello 3D

7.2.1 CONVENZIONI SUI SEGNI

Il sistema di riferimento globale è costituito dagli assi X, Y con l'asse X parallelo all'asse del ponte. In direzione longitudinale X, si considerano positive le azioni che hanno effetto destabilizzante nei confronti della spalla.



7.2.2 ELENCO DATI

Sono gli stessi descritti per il modello completo (si rimanda al Paragrafo 5.3).

7.2.3 AZIONI

Sono gli stessi descritti per il modello completo (si rimanda al Paragrafo 5.5), specificando di seguito i soli dati variati in merito ai carichi mobili (numero di colonne di carico) e alla palificata di fondazione del fusto.

DATI RELATIVI AI CARICHI MOBILI

numero colonne di carico	6
--------------------------	----------

DATI RELATIVI ALLA PALIFICATA DI FONDAZIONE***Fusto***

numero pali		12
diametro pali	(m)	1.00
lunghezza pali	(m)	25.00

Risvolto di sx

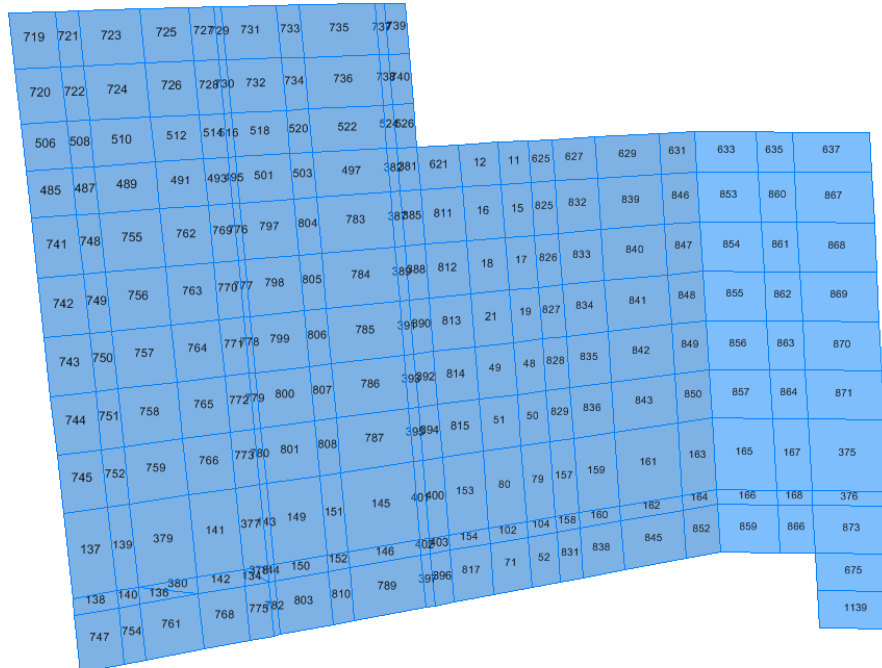
numero pali		11
diametro pali	(m)	1.00
lunghezza pali	(m)	20.00

7.3 PARAGHIAIA

Si omettono le verifiche del paraghiaia non essendo soggetto ad alcun significativo cambiamento rispetto al caso di spalla completa (già precedentemente verificato nel Paragrafo 6.1).

7.4 MURO DI RISVOLTO SINISTRO

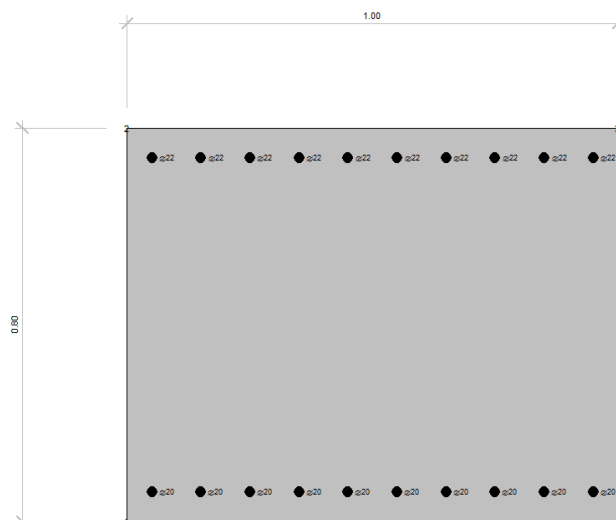
7.4.1 NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO SINISTRO



7.4.2 ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO SINISTRO

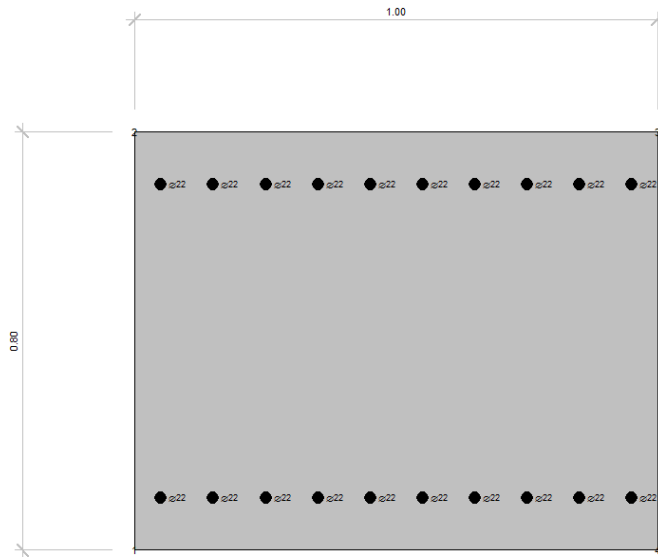
Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 (armatura orizzontale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.0	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro c (cm)	7.30	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro c' (cm)	7.30	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.0	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro c (cm)	5.10	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ22/10	= 38.00
Copriferro armatura compressa c' (cm)	5.10	



7.4.3 VERIFICHE RISVOLTO SINISTRO

7.4.3.1 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSO-FLESSIONE – DIREZIONE 1 (ARMATURA ORIZZONTALE)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-17085	-0.0035 (sez)	2975	0.01 (arm)
Mx	-1033	0.01 (arm)	1033	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.833 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-163	0.00	0.00	814	0
2	M1min - Elem.402 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	247	0.00	0.00	-116	0
3	F1max Traz. - Elem.850 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	793	0.00	0.00	549	0
4	F1max Comp. - Elem.11 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-838	0.00	0.00	312	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.3646	armatura
2	5.0976	armatura
3	1.2489	armatura
4	7.5389	sezione

7.4.3.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSO-FLESSIONE – DIREZIONE 2 (ARMATURA VERTICALE)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
-------	--------------	-------------	---------------	-------------

N	-17085	-0.0035 (sez)	2975	0.01 (arm)
Mx	-965	0.01 (arm)	965	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.11 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-428	0.00	0.00	718	0
2	M1min - Elem.744 - Comb.26-1A) IId.1 V-A+ 2	41	0.00	0.00	-502	0
3	F1max Traz. - Elem.848 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	866	0.00	0.00	95	0
4	F1max Comp. - Elem.871 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-1971	0.00	0.00	-121	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.6263	armatura
2	1.8779	sezione
3	2.5373	armatura
4	7.1746	sezione

7.4.3.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

DIREZIONE 1 – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-119	0.00	0.00	603	0
2	183	0.00	0.00	-86	0
3	587	0.00	0.00	407	0
4	-619	0.00	0.00	232	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-102	0.00	0.00	510	0
2	157	0.00	0.00	-82	0
3	514	0.00	0.00	350	0
4	-529	0.00	0.00	176	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-90	0.00	0.00	448	0
2	139	0.00	0.00	-80	0
3	466	0.00	0.00	313	0
4	-457	0.00	0.00	178	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.833 - Comb.22-2) IId.2 A+	-6.10	0.00	217.38	-70.50
2	M1min - Elem.402 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-0.48	0.00	56.30	-2.85
3	F1max Traz. - Elem.850 - Comb.13b-2) IId.1 V-A+	-3.02	0.00	229.81	-26.50
4	F1max Comp. - Elem.11 - Comb.12a-2) IId.1 V+A+	-2.66	0.00	27.40	-35.26

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.833 - Comb.15-3) IId.2 A+	-5.16	0.00	183.72	-59.65
2	M1min - Elem.402 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.51	0.00	51.39	-3.66
3	F1max Traz. - Elem.850 - Comb.10-3) IId.1 A+	-2.57	0.00	198.99	-22.44
4	F1max Comp. - Elem.11 - Comb.12a-3) IId.2 A+	-2.04	0.00	17.03	-27.31

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.833 - Comb.4-4) Id.2 A+	-4.53	0.00	161.30	-52.41
2	M1min - Elem.402 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.53	0.00	48.18	-4.20
3	F1max Traz. - Elem.850 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.28	0.00	178.56	-19.73
4	F1max Comp. - Elem.11 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.04	0.00	22.45	-26.94

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M1max - Elem.833 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da x=-500.00 y=222.07 a x=500.00 y=222.07

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 183.72$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000538 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 311.6202$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1676 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M1min - Elem.402 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da x=-500.00 y=702.55 a x=500.00 y=702.55

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 51.39$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000150 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 311.6202$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0469 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.850 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da x=-500.00 y=121.74 a x=500.00 y=121.74

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0213$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 198.99$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000582 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 311.6202$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1815 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.11 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

asse neutro: da x=-500.00 y=480.93 a x=500.00 y=480.93

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 157356.75 \quad \rho_{eff} = 0.0242$$

Tensione baricentrica = 17.03

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000050$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 290.8181$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0145$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.833 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 222.17$ a $x = 500.00$ $y = 222.17$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0213$

Tensione baricentrica = 161.30

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000472$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 311.6202$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1471$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.402 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 693.05$ a $x = 500.00$ $y = 693.05$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0213$

Tensione baricentrica = 48.18

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000141$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 311.6202$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0439$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.850 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 120.45$ a $x = 500.00$ $y = 120.45$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0213$

Tensione baricentrica = 178.56

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000523$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 311.6202$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1629$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.11 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 431.75$ a $x = 500.00$ $y = 431.75$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cs,eff} = 173751.64$ $\rho_{eff} = 0.0219$

Tensione baricentrica = 22.45

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000066$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 306.9485$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0202$ (< 0.2000)

DIREZIONE 2 - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-317	0.00	0.00	532 0
2	31	0.00	0.00	-372 0
3	642	0.00	0.00	71 0
4	-1460	0.00	0.00	-89 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-276	0.00	0.00	473 0
2	-457	0.00	0.00	-313 0
3	570	0.00	0.00	36 0
4	-1320	0.00	0.00	-80 0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-248	0.00	0.00	435 0
2	-356	0.00	0.00	-280 0
3	532	0.00	0.00	30 0
4	-1230	0.00	0.00	-73 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.11 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-6.00	0.00	174.93	-63.39
2	M1min - Elem.744 - Comb.13b-2) IId.1 V-A+	-3.97	0.00	152.71	-38.18
3	F1max Traz. - Elem.848 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	3.31	0.00	112.74	56.02
4	F1max Comp. - Elem.871 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-2.25	-0.95	-15.97	-31.94

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.11 - Comb.11-3) IId.1 A+	-5.34	0.00	156.42	-56.30
2	M1min - Elem.814 - Comb.14-3) IId.2 A+	-3.68	0.00	73.12	-42.25
3	F1max Traz. - Elem.849 - Comb.11-3) IId.1 A+	3.82	0.00	89.36	60.48
4	F1max Comp. - Elem.871 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.02	-0.86	-14.56	-28.77

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
-------	-------------	--------------	--------------	----------------	----------------

1	M1max - Elem.11 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.91	0.00	144.68	-51.66
2	M1min - Elem.394 - Comb.4-4) Id.2 A+	-3.26	0.00	70.69	-36.90
3	F1max Traz. - Elem.849 - Comb.2-4) Id.1 A+	3.67	0.00	82.10	57.72
4	F1max Comp. - Elem.871 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.88	-0.81	-13.66	-26.71

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: 15-3) Id.2 A+ - Elem.11 - Comb.11-3) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=246.09$ a $x=500.00$ $y=246.09$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cs,eff} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 156.42$$

$$\text{Copriferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000458 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.4906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1953 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: 11-3) Id.1 A+ - Elem.814 - Comb.14-3) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=487.50$ a $x=500.00$ $y=487.50$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cs,eff} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 73.12$$

$$\text{Copriferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000214 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.4906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0913 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: 10-3) Id.1 A+ - Elem.849 - Comb.11-3) Id.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{cs,eff} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 60.48$$

$$\text{Copriferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.8092 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000177 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 559.8789$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0991 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: 12a-3) Id.2 A+ - Elem.871 - Comb.11-3) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -14.56$$

$$\text{Copri ferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000043 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.4906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0182 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: 4-4) Id.2 A+ - Elem.11 - Comb.2-4) Id.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 245.09 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 245.09$$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 144.68$$

$$\text{Copri ferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000423 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.4906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1806 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: 2-4) Id.1 A+ - Elem.394 - Comb.4-4) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 502.69 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 502.69$$

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 70.69$$

$$\text{Copri ferro} = 62.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000207 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.4906$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0882 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: 1-4) Ic.1 A+ - Elem.849 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$$A_{c_{ls,eff}} = 219227.44 \quad \rho_{eff} = 0.0173$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 57.72$$

Copriferro = 62.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.8242$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000169$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 566.3563$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0957$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: 3-4) Ic.2 A+ - Elem.871 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3801.33

$A_{cls,eff} = 219227.44$ $\rho_{eff} = 0.0173$

Tensione baricentrica = -13.66

Copriferro = 62.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000040$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.4906$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0170$ (< 0.2000)

7.4.4 VERIFICA A TAGLIO RISVOLTO SINISTRO

La massima sollecitazione a taglio per entrambi i risvolti è stata individuata in condizione statiche ed è pari a $T = 615\text{kN}$.

L'entità di tale sollecitazione richiede un'apposita armatura a taglio dei risvolti tramite spille: $\phi 12$ in numero di $10/\text{m}^2$. La verifica infatti porge:

$V_{rd} = 746.49$ kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
$V_{ed} = 615.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
$V_{r,rd} = 746.49$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
$V_{r,cd} = 2189.37$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
$N_{ed} = 0.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

$\theta = 21.80$ °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
$b = 100.00$ cm	Larghezza utile della sezione
$d = 75.00$ cm	Altezza utile della sezione

$\phi_{staf} = 12$ mm	Diametro staffe
$A_{sw} = 565.2$ mm ²	Area armatura trasversale
5 cm	n° braccia staffe
$s = 50$ cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
$\alpha = 90$ °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
$f_{yk} = 450$ N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

7.5 PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA

7.5.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA

Si riporta di seguito lo schema della numerazione degli elementi frame individuati nel programma di calcolo.



Figura 7.4 Fondazione paraghiaia

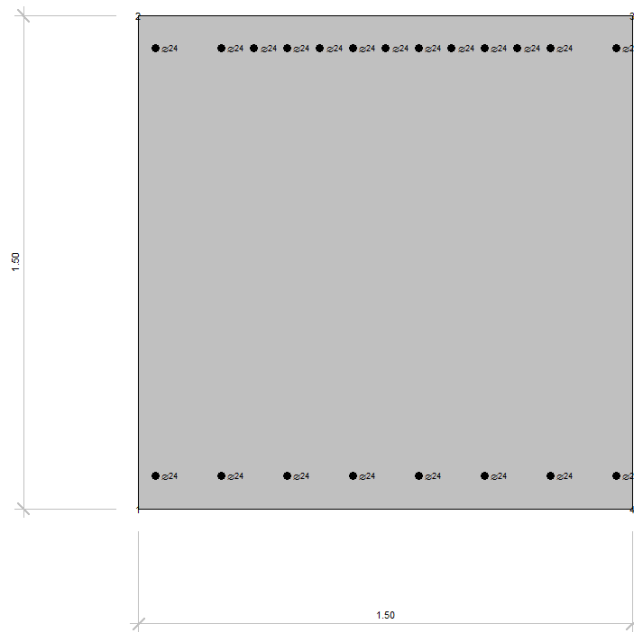
Di seguito si procederà alle verifiche degli elementi con cui si è operata la schematizzazione della platea in oggetto. In senso longitudinale al ponte essa è stata suddivisa in 19 frame (elementi S3.1) di larghezza 150cm e altezza pari a quella della platea stessa (150cm) mentre in senso trasversale si sono ricavati 3 elementi frame (elementi S3.2), ciascuno di larghezza 186cm in modo da coprire l'intera larghezza della platea pari a complessivi 560cm.

7.5.2 ELEMENTI LONGITUDINALI – S3.1

7.5.2.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S3.1

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S3.1):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ24/20	= 33.90
Copriferro c (cm)	7.60	
Armatura intradosso - tipica(cm ²)	1Φ24/20	= 33.90
Armatura aggiuntiva intradosso (sotto i pali) (cm ²)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	7.60	



7.5.2.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-34563	-0.0035 (sez)	2832	0.01 (arm)
Mx	-1874	0.01 (arm)	3041	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.616 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	456	0.00	0.00	745	0
2	M3min - Elem.568 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-261	0.00	0.00	944	0
3	Pmax Traz. - Elem.537 - Comb.28-1A) IID.1 V+A+ 2	781	0.00	0.00	601	0
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-801	0.00	0.00	542	0
5	smax - Elem.537 - Comb.28-1A) IID.1 V+A+ 2	781	0.00	0.00	613	0
6	smin - Elem.483 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-801	0.00	0.00	542	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.8977	armatura
2	3.9383	armatura
3	2.7093	armatura
4	14.8067	sezione
5	2.6800	armatura
6	14.8067	sezione

7.5.2.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	338	0.00	0.00	549	0
2	-193	0.00	0.00	700	0
3	579	0.00	0.00	445	0
4	-594	0.00	0.00	400	0
5	579	0.00	0.00	454	0
6	-594	0.00	0.00	400	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	330	0.00	0.00	484	0

2	-134	0.00	0.00	564	0
3	469	0.00	0.00	364	0
4	-472	0.00	0.00	289	0
5	469	0.00	0.00	365	0
6	-472	0.00	0.00	289	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	114	0.00	0.00	422	0
2	-95	0.00	0.00	479	0
3	398	0.00	0.00	314	0
4	-395	0.00	0.00	247	0
5	398	0.00	0.00	309	0
6	-395	0.00	0.00	247	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.616 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-1.19	0.00	97.90	-11.67
2	M3min - Elem.568 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.90	0.00	75.71	-22.94
3	Pmax Traz. - Elem.537 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.49	0.00	105.15	-1.36
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.09	0.00	14.05	-14.68
5	smax - Elem.537 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.53	0.00	106.27	-1.83
6	smin - Elem.483 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.09	0.00	14.05	-14.68

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.616 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-1.02	0.00	89.02	-9.67
2	M3min - Elem.568 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.52	0.00	62.55	-18.31
3	Pmax Traz. - Elem.537 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.42	0.00	85.65	-1.34
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.78	0.00	8.48	-10.63
5	smax - Elem.537 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.42	0.00	85.73	-1.37
6	smin - Elem.483 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.78	0.00	8.48	-10.63

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.487 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.04	0.00	63.44	-11.34
2	M3min - Elem.568 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.29	0.00	54.59	-15.39
3	Pmax Traz. - Elem.537 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.37	0.00	73.24	-1.35
4	Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.67	0.00	7.61	-9.09
5	smax - Elem.537 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.35	0.00	72.66	-1.11
6	smin - Elem.483 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.67	0.00	7.61	-9.09

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.616 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=208.07$ a $x=750.00$ $y=208.07$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cs,eff} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 89.02$$

$$\text{Copriferro} = 64.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000261 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 462.6897$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1205 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.568 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=381.25$ a $x=750.00$ $y=381.25$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{c_{ls,eff}} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 62.55$$

$$\text{Copriferro} = 64.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000183 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 462.6897$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0847 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.537 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=96.72$ a $x=750.00$ $y=96.72$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{c_{ls,eff}} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 85.65$$

$$\text{Copriferro} = 64.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000251 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 462.6897$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1160 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=825.92$ a $x=750.00$ $y=825.92$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{c_{ls,eff}} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 8.48$$

$$\text{Copriferro} = 64.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000025 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 462.6897$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0115 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.537 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=97.25$ a $x=750.00$ $y=97.25$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{c_{ls,eff}} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 85.73$$

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000251$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1161$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: s_{min} - Elem.483 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 825.92$ a $x = 750.00$ $y = 825.92$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 353281.27$ $\rho_{eff} = 0.0166$

Tensione baricentrica = 8.48

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000025$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0115$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: $M3_{max}$ - Elem.487 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 280.49$ a $x = 750.00$ $y = 280.49$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 353281.27$ $\rho_{eff} = 0.0166$

Tensione baricentrica = 63.44

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000186$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0859$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: $M3_{min}$ - Elem.568 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 372.53$ a $x = 750.00$ $y = 372.53$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cls,eff} = 353281.27$ $\rho_{eff} = 0.0166$

Tensione baricentrica = 54.59

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000160$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0739$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.537 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 100.38$ a $x = 750.00$ $y = 100.38$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cs,eff} = 353281.27$ $\rho_{eff} = 0.0166$

Tensione baricentrica = 73.24

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000214$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0992$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.483 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 809.92$ a $x = 750.00$ $y = 809.92$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cs,eff} = 353281.27$ $\rho_{eff} = 0.0166$

Tensione baricentrica = 7.61

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000022$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0103$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.537 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 96.28$ a $x = 750.00$ $y = 96.28$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$A_{cs,eff} = 353281.27$ $\rho_{eff} = 0.0166$

Tensione baricentrica = 72.66

Copriferro = 64.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000213$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 462.6897$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0984$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.483 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=809.92$ a $x=750.00$ $y=809.92$

Armature efficaci: Area totale = 5881.06

$$A_{cs,eff} = 353281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0166$$

Tensione baricentrica = 7.61

Copriferro = 64.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000022$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 462.6897$

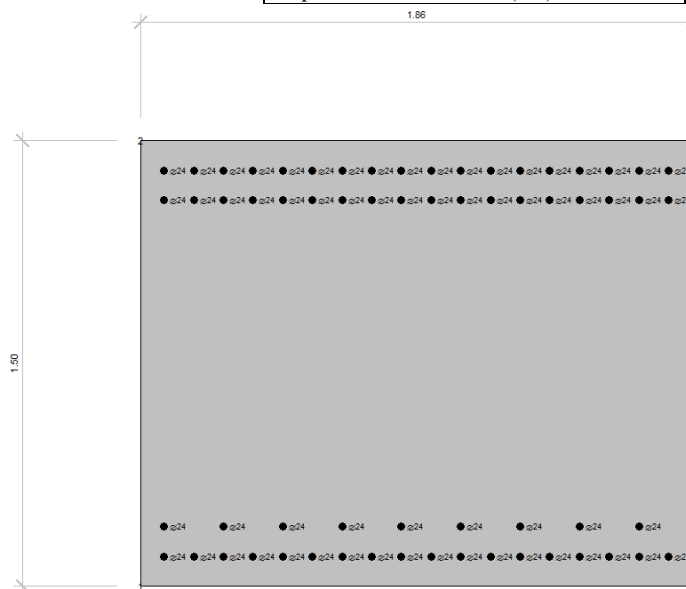
Ampiezza fessure $w_d = 0.0103$ (< 0.2000)

7.5.3 ELEMENTI TRASVERSALI – S3.2

7.5.3.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S3.2

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S3.2):

Larghezza b (cm)	186.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso 1° strato (cm2)	1Φ24/10	= 84.07
Copriferro estradosso c1 1°strato (cm)	5.20	
Armatura estradosso 2° strato (cm2)	1Φ24/20	= 42.04
Copriferro estradosso c2 2°strato (cm)	11.80	
Armatura intradosso 1° strato (cm2)	1Φ24/10	= 84.07
Copriferro armatura intradosso c1' (cm)	5.20	
Armatura intradosso 2° strato (cm2)	1Φ24/10	= 84.07
Copriferro c2' 2°strato (cm)	11.80	



7.5.3.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-46620	-0.0035 (sez)	9732	0.01 (arm)

Mx -6095 0.01 (arm) 7879 0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.1031 - Comb.32a-1A) IIa.2 V+A+ 2	2521	0.00	0.00	2403	0
2	M3min - Elem.755 - Comb.28-1A) IIId.1 V+A+ 2	2546	0.00	0.00	1262	0
3	Pmax Traz. - Elem.1034 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	3477	0.00	0.00	2150	0
4	Pmax Comp. - Elem.1025 - Comb.28-1A) IIId.1 V+A+ 2	-280	0.00	0.00	99	0
5	smax - Elem.1034 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	3477	0.00	0.00	2150	0
6	smin - Elem.1025 - Comb.28-1A) IIId.1 V+A+ 2	-280	0.00	0.00	724	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.9930	armatura
2	2.7650	armatura
3	1.8280	armatura
4	97.6789	sezione
5	1.8280	armatura
6	13.9679	armatura

7.5.3.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1866	0.00	0.00	1774	0
2	1891	0.00	0.00	939	0
3	2576	0.00	0.00	1593	0
4	-216	0.00	0.00	536	0
5	2576	0.00	0.00	1593	0
6	-216	0.00	0.00	666	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1736	0.00	0.00	1556	0
2	1465	0.00	0.00	804	0
3	2203	0.00	0.00	1387	0
4	-166	0.00	0.00	61	0
5	2203	0.00	0.00	1387	0
6	-166	0.00	0.00	452	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1624	0.00	0.00	1235	0
2	1197	0.00	0.00	720	0
3	1968	0.00	0.00	1252	0
4	-141	0.00	0.00	53	0
5	1968	0.00	0.00	1252	0
6	-141	0.00	0.00	398	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1031 - Comb.16a-2) IIa.2 V+A+	-1.39	0.00	142.43	-15.02
2	M3min - Elem.755 - Comb.14a-2) IIId.1 V+A+	1.00	0.00	103.44	18.23
3	Pmax Traz. - Elem.1034 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.03	0.00	156.11	5.17
4	Pmax Comp. - Elem.1026 - Comb.14a-2) IIId.1 V+A+	-0.82	0.00	20.59	-11.06
5	smax - Elem.1034 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.03	0.00	156.11	5.17
6	smin - Elem.1026 - Comb.14a-2) IIId.1 V+A+	-1.00	0.00	26.90	-13.48

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1031 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-1.13	0.00	127.99	-11.76
2	M3min - Elem.755 - Comb.11-3) IIId.1 A+	0.44	0.00	83.84	9.30
3	Pmax Traz. - Elem.1034 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.12	0.00	134.69	3.05

4	Pmax Comp. - Elem.1025 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.12	0.00	0.18	-1.73
5	smax - Elem.1034 - Comb.10-3) IId.1 A+	-0.12	0.00	134.69	3.05
6	smin - Elem.1025 - Comb.15-3) IId.2 A+	-0.68	0.00	17.77	-9.25

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1031 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-0.64	0.00	109.32	-5.32
2	M3min - Elem.755 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.08	0.00	71.56	3.69
3	Pmax Traz. - Elem.1034 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.16	0.00	120.93	2.06
4	Pmax Comp. - Elem.1025 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.10	0.00	0.17	-1.49
5	smax - Elem.1034 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.16	0.00	120.93	2.06
6	smin - Elem.1025 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.60	0.00	15.77	-8.12

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M3max - Elem.1031 - Comb.12a-3) IId.2 A+**

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=169.46$ a $x=930.00$ $y=169.46$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c,ls,eff} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 124.68$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000504 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 220.8066$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1114 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.755 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c,ls,eff} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 82.08$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5377 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000297 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 227.1963$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0674 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1034 - Comb.10-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=19.64$ a $x=930.00$ $y=19.64$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c,ls,eff} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 131.58$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000538$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 220.8066$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1188$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1025 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -930.00$ $y = 1319.02$ a $x = 930.00$ $y = 1319.02$

Armature efficaci: Area totale = 8143.01

$A_{cls,eff} = 208924.99$ $\rho_{eff} = 0.0390$

Tensione baricentrica = 0.18

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 240.6805$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0001$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1034 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -930.00$ $y = 19.64$ a $x = 930.00$ $y = 19.64$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$A_{cls,eff} = 338520.00$ $\rho_{eff} = 0.0481$

Tensione baricentrica = 131.58

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000538$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 220.8066$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1188$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1025 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x = -930.00$ $y = 529.83$ a $x = 930.00$ $y = 529.83$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$A_{cls,eff} = 338520.00$ $\rho_{eff} = 0.0481$

Tensione baricentrica = 17.13

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000050$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 220.8066$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0111$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1031 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=116.81$ a $x=930.00$ $y=116.81$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c_{ls,eff}} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 106.61$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000416 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 220.8066$$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0919$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.755 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c_{ls,eff}} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 69.96$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5078 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000237 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 222.1318$$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0528$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1034 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=27.86$ a $x=930.00$ $y=27.86$

Armature efficaci: Area totale = 16286.02

$$A_{c_{ls,eff}} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 118.12$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000472 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 220.8066$$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1043$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1025 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-930.00$ $y=1302.11$ a $x=930.00$ $y=1302.11$

Armature efficaci: Area totale = 8143.01

$$A_{c,ls,eff} = 219413.01 \quad \rho_{eff} = 0.0371$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.17$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000001 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 245.9354$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0001 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1034 - Comb.1-4) Ic.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -930.00 \quad y = 27.86 \quad \text{a } x = 930.00 \quad y = 27.86$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 16286.02$$

$$A_{c,ls,eff} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 118.12$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000472 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 220.8066$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1043 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1025 - Comb.4-4) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -930.00 \quad y = 526.32 \quad \text{a } x = 930.00 \quad y = 526.32$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 16286.02$$

$$A_{c,ls,eff} = 338520.00 \quad \rho_{eff} = 0.0481$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 15.20$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000045 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 220.8066$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0098 \quad (< 0.2000)$$

7.6 VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO

7.6.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO

Si riporta di seguito lo schema della numerazione degli elementi frame individuati nel programma di calcolo.

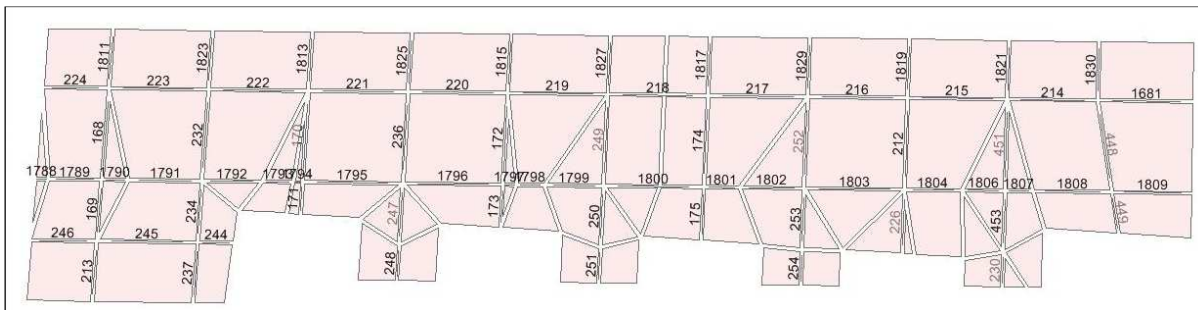


Figura 7.5 Fondazione risvolto sinistro

Di seguito si procederà alle verifiche degli elementi con cui si è operata la schematizzazione della platea in oggetto. In senso longitudinale al ponte essa è stata suddivisa in 3 frame di larghezza variabile e altezza pari a quella della platea stessa (150cm) mentre in senso trasversale si sono ricavati 11 elementi frame, di cui 10 di larghezza 150cm e uno di larghezza 115cm, per i particolari si veda il disegno riportato in Figura 6.3.

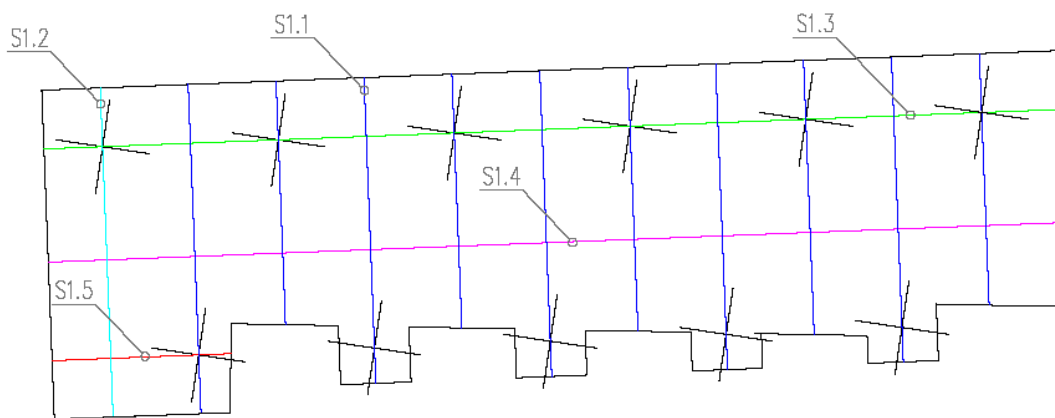


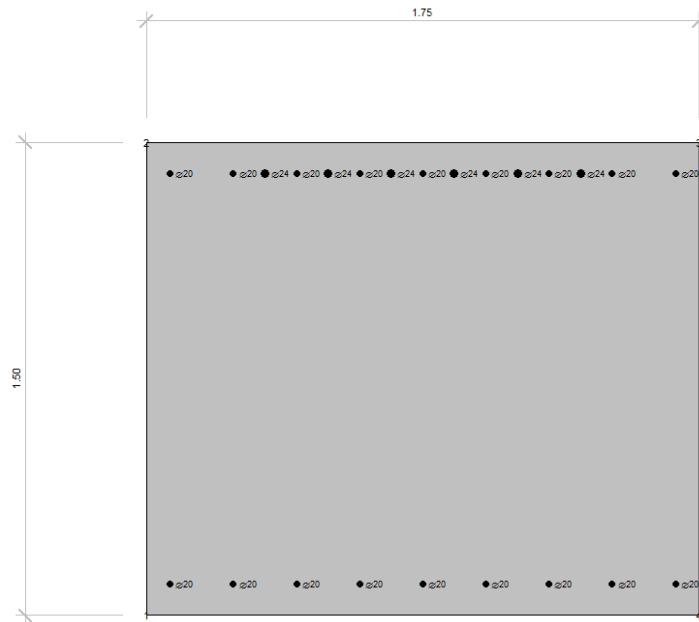
Figura 7.6 Platea di fondazione sotto al risvolto sinistro – Schematizzazione a elementi frame

7.6.2 ELEMENTI LONGITUDINALI - S1.3

7.6.2.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S1.3

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.3):

Larghezza b (cm)	175.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 27.48
Copriferro c (cm)	7.20	
Armatura intradosso tipica (cm ²)	1Φ20/20	= 27.48
Armatura aggiuntiva di intradosso (sotto i pali) (cm ²)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	7.20	



7.6.2.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-36912	-0.0035 (sez)	2213	0.01 (arm)
Mx	-1467	0.01 (arm)	2868	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.222 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-238	0.00	0.00	969	0
2	M3min - Elem.214 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-366	0.00	0.00	1586	0
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	186	0.00	0.00	930	0
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-1136	0.00	0.00	1258	0
5	smax - Elem.223 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	186	0.00	0.00	930	0
6	smin - Elem.216 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-1136	0.00	0.00	1258	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.5404	armatura
2	2.1395	armatura
3	2.7211	armatura
4	4.7949	armatura
5	2.7211	armatura
6	4.7949	armatura

7.6.2.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-176	0.00	0.00	717	0
2	-271	0.00	0.00	1175	0
3	138	0.00	0.00	688	0
4	-841	0.00	0.00	932	0
5	138	0.00	0.00	688	0
6	-841	0.00	0.00	932	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	101	0.00	0.00	645	0
2	-205	0.00	0.00	964	0

3	107	0.00	0.00	643	0
4	-683	0.00	0.00	813	0
5	107	0.00	0.00	643	0
6	-683	0.00	0.00	813	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	83	0.00	0.00	615	0
2	-163	0.00	0.00	831	0
3	88	0.00	0.00	613	0
4	-577	0.00	0.00	735	0
5	88	0.00	0.00	613	0
6	-577	0.00	0.00	735	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.222 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-1.88	0.00	84.20	-21.27
2	M3min - Elem.214 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-3.07	0.00	139.23	-34.68
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-1.69	0.00	106.26	-17.25
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-2.45	0.00	63.74	-30.57
5	smax - Elem.223 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-1.69	0.00	106.26	-17.25
6	smin - Elem.216 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-2.45	0.00	63.74	-30.57

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.223 - Comb.11-3) IId.1 A+	-1.60	0.00	97.30	-16.52
2	M3min - Elem.214 - Comb.14-3) Iic.2 A+	-2.52	0.00	115.72	-28.32
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.10-3) Iic.1 A+	-1.59	0.00	97.47	-16.39
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.15	0.00	59.10	-26.56
5	smax - Elem.223 - Comb.10-3) Iic.1 A+	-1.59	0.00	97.47	-16.39
6	smin - Elem.216 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.15	0.00	59.10	-26.56

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.223 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.53	0.00	91.58	-15.92
2	M3min - Elem.214 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.17	0.00	100.81	-24.28
3	Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.52	0.00	91.76	-15.81
4	Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.94	0.00	56.19	-23.91
5	smax - Elem.223 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.52	0.00	91.76	-15.81
6	smin - Elem.216 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.94	0.00	56.19	-23.91

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M3max - Elem.223 - Comb.11-3) IId.1 A+**

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=279.49$ a $x=875.00$ $y=279.49$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cs,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 97.30$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000285 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 535.5533$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1525 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.214 - Comb.14-3) Iic.2 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=347.73$ a $x=875.00$ $y=347.73$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{c_{ls,eff}} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 115.72$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000339 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 535.5533$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1814 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.10-3) IIc.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-875.00 \quad y=277.93 \quad \text{a } x=875.00 \quad y=277.93$$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{c_{ls,eff}} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 97.47$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000285 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 535.5533$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1528 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.11-3) IIIc.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-875.00 \quad y=498.20 \quad \text{a } x=875.00 \quad y=498.20$$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{c_{ls,eff}} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 59.10$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000173 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 535.5533$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0926 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.223 - Comb.10-3) IIc.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-875.00 \quad y=277.93 \quad \text{a } x=875.00 \quad y=277.93$$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{c_{ls,eff}} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 97.47$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000285$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1528$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.216 - Comb.11-3) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 498.20$ a $x = 875.00$ $y = 498.20$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

Tensione baricentrica = 59.10

Copriferro = 75.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000173$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0926$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.223 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 283.41$ a $x = 875.00$ $y = 283.41$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

Tensione baricentrica = 91.58

Copriferro = 75.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000268$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1435$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.214 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 344.38$ a $x = 875.00$ $y = 344.38$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

Tensione baricentrica = 100.81

Copriferro = 75.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm}=0.000295$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1580$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.223 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=281.86$ a $x=875.00$ $y=281.86$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 91.76$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\epsilon_{sm}=0.000269$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1438$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.216 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=482.78$ a $x=875.00$ $y=482.78$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 56.19$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\epsilon_{sm}=0.000164$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0881$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.223 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=281.86$ a $x=875.00$ $y=281.86$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cls,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 91.76$$

$$\text{Copriferro} = 75.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\epsilon_{sm}=0.000269$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=535.5533$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1438$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.216 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=482.78$ a $x=875.00$ $y=482.78$

Armature efficaci: Area totale = 5541.77

$$A_{cs,eff} = 419953.68 \quad \rho_{eff} = 0.0132$$

Tensione baricentrica = 56.19

Copriferro = 75.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 21.78$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000164$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 535.5533$

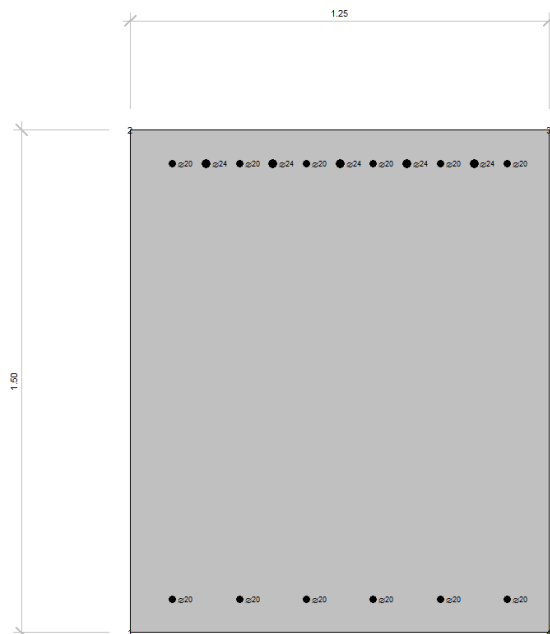
Ampiezza fessure $w_d = 0.0881$ (< 0.2000)

7.6.3 ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.4

7.6.3.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S1.4

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.4):

Larghezza b (cm)	125.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm2)	1Φ20/20	= 27.48
Copriferro c (cm)	7.20	
Armatura intradosso (cm2)	1Φ20/20+1Φ24/20	= 38.30
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	7.20	



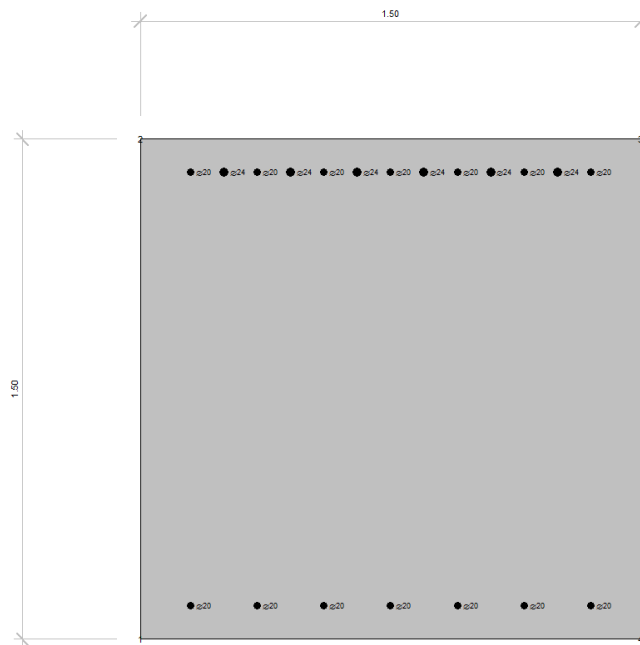
Per tale trave non verrà riportata alcuna verifica poiché si colloca esattamente in corrispondenza del risolto sinistro.

7.6.4 ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.5

7.6.4.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI LONGITUDINALI S1.5

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.5):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 23.75
Copriferro c (cm)	7.20	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ20/20+Φ24/20	= 38.30
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	7.20	



7.6.4.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-31458	-0.0035 (sez)	1721	0.01 (arm)
Mx	-1142	0.01 (arm)	2543	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.246 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	0	0.00	0.00	2	0
2	M3min - Elem.245 - Comb.18b-1A) IIa.1 V-A+ 2	-80	0.00	0.00	811	0
3	Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	1	0.00	0.00	0	0
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-108	0.00	0.00	751	0
5	smax - Elem.244 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	1	0.00	0.00	0	0
6	smin - Elem.245 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-108	0.00	0.00	751	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1532.5050	armatura
2	3.3580	armatura
3	4347.9070	armatura
4	3.7451	armatura
5	4347.9070	armatura
6	3.7451	armatura

7.6.4.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	0	0.00	0.00	1	0
2	-59	0.00	0.00	601	0
3	0	0.00	0.00	0	0
4	-80	0.00	0.00	557	0
5	0	0.00	0.00	0	0
6	-80	0.00	0.00	557	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	0	0.00	0.00	1	0
2	-55	0.00	0.00	593	0
3	0	0.00	0.00	0	0
4	-64	0.00	0.00	574	0
5	0	0.00	0.00	0	0
6	-64	0.00	0.00	574	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	0	0.00	0.00	1	0
2	-54	0.00	0.00	586	0
3	0	0.00	0.00	0	0
4	-54	0.00	0.00	586	0
5	0	0.00	0.00	0	0
6	-54	0.00	0.00	586	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.246 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	0.00	0.00	0.16	-0.03
2	M3min - Elem.245 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-1.83	0.00	88.81	-19.13
3	Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.70	0.00	79.94	-18.02
5	smax - Elem.244 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	0.00	0.00	0.00	0.00
6	smin - Elem.245 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.70	0.00	79.94	-18.02

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.246 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	0.00	0.00	0.16	-0.03
2	M3min - Elem.245 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-1.80	0.00	87.92	-18.84
3	Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.10-3) IIc.1 A+	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.75	0.00	84.10	-18.36
5	smax - Elem.244 - Comb.10-3) IIc.1 A+	0.00	0.00	0.00	0.00
6	smin - Elem.245 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.75	0.00	84.10	-18.36

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.246 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.00	0.00	0.16	-0.03
2	M3min - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.78	0.00	86.92	-18.61
3	Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.78	0.00	86.92	-18.61
5	smax - Elem.244 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.00	0.00	0.00	0.00
6	smin - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.78	0.00	86.92	-18.61

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.246 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=312.32$ a $x=750.00$ $y=312.32$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{cs,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 0.16

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0003$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.245 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 329.41$ a $x = 750.00$ $y = 329.41$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{cs,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 87.92

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000257$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1526$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 0.00

$A_{cs,eff} = 0.00$ $\rho_{eff} = 0.0000$

Tensione baricentrica = 0.00

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 0.0000$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0000$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 332.95$ a $x = 750.00$ $y = 332.95$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{cs,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 84.10

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000246$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1460$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.244 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 0.00

$A_{c,ls,eff} = 0.00$ $\rho_{eff} = 0.0000$

Tensione baricentrica = 0.00

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 0.0000$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0000$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.245 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 332.95$ a $x = 750.00$ $y = 332.95$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{c,ls,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 84.10

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000246$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1460$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.246 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 312.32$ a $x = 750.00$ $y = 312.32$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{c,ls,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 0.16

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 592.9646$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0003$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 329.30$ a $x = 750.00$ $y = 329.30$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$$A_{c\text{ls,eff}} = 376519.68 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0130$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.92$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000254 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 592.9646$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1508 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.244 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 0.00

$$A_{c\text{ls,eff}} = 0.00 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0000$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.00$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000000 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 0.0000$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0000 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -750.00 \quad y = 329.30 \quad \text{a } x = 750.00 \quad y = 329.30$$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$$A_{c\text{ls,eff}} = 376519.68 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0130$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.92$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000254 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 592.9646$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1508 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.244 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 0.00

$$A_{c\text{ls,eff}} = 0.00 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0000$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.00$$

$$\text{Copriferro} = 90.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.03$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 0.0000$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0000$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: *smin - Elem.245 - Comb.1-4) Ic.1 A+*

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 329.30$ a $x = 750.00$ $y = 329.30$

Armature efficaci: Area totale = 4913.45

$A_{cs,eff} = 376519.68$ $\rho_{eff} = 0.0130$

Tensione baricentrica = 86.92

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.03$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000254$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 592.9646$

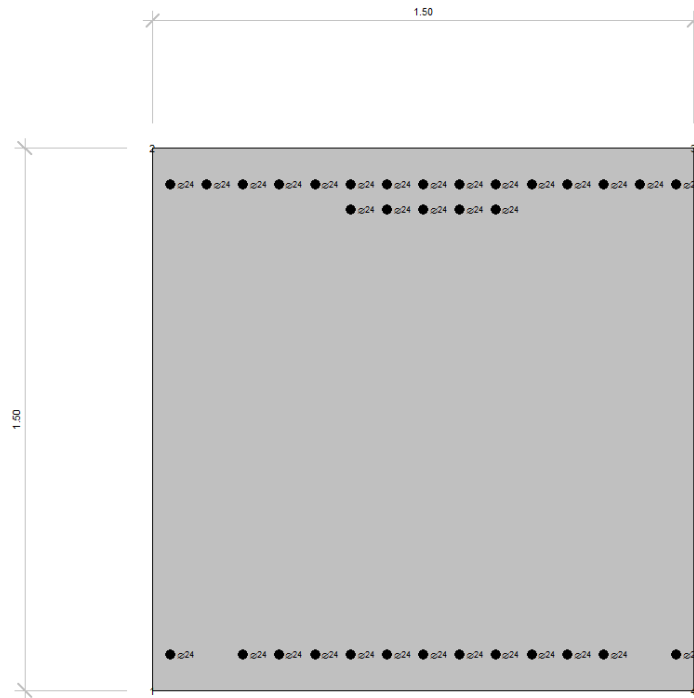
Ampiezza fessure $w_d = 0.1508$ (< 0.2000)

7.6.5 ELEMENTI TRASVERSALI – S1.1

7.6.5.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI TRASVERSALI S1.1

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.1):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso tipica (cm2)	1Φ24/20	= 33.90
Copriferro estradosso c1 tipica (cm)	5.20	
Armatura aggiuntiva di estradosso (sotto ai pali) (cm2)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro estradosso c2 sotto ai pali (cm)	5.20	
Armatura intradosso 1° strato (cm2)	1Φ24/10	= 67.80
Copriferro armatura intradosso c1' (cm)	5.20	
Armatura intradosso 2° strato(sotto ai pali) (cm2)	5Φ24	= 22.60
Copriferro c2' 2°strato (sotto ai pali) (cm)	12.20	



7.6.5.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-34424	-0.0035 (sez)	4675	0.01 (arm)
Mx	-3040	0.01 (arm)	4593	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.253 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	630	0.00	0.00	2238	0
2	M3min - Elem.448 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-439	0.00	0.00	1829	0
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	759	0.00	0.00	2262	0
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.30-1A) IID.1 V-A+ 2	-923	0.00	0.00	1386	0
5	smax - Elem.253 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	759	0.00	0.00	2262	0
6	smin - Elem.453 - Comb.30-1A) IID.1 V-A+ 2	-923	0.00	0.00	1386	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.7330	armatura
2	2.9100	armatura
3	1.6640	armatura
4	5.3039	sezione
5	1.6640	armatura
6	5.3039	sezione

7.6.5.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	466	0.00	0.00	1656	0
2	-325	0.00	0.00	1355	0
3	562	0.00	0.00	1674	0
4	-684	0.00	0.00	1027	0
5	562	0.00	0.00	1674	0
6	-684	0.00	0.00	1027	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	448	0.00	0.00	1559	0
2	-285	0.00	0.00	1195	0
3	486	0.00	0.00	1535	0
4	-625	0.00	0.00	846	0
5	486	0.00	0.00	1535	0
6	-625	0.00	0.00	846	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	435	0.00	0.00	1451	0
2	-258	0.00	0.00	1091	0
3	435	0.00	0.00	1450	0
4	-587	0.00	0.00	727	0
5	435	0.00	0.00	1450	0
6	-587	0.00	0.00	727	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.253 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-3.16	0.00	164.78	-39.80
2	M3min - Elem.448 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.94	0.00	99.67	-39.00
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.13	0.00	171.27	-39.17
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.15b-2) IID.1 V-A+	-2.35	0.00	55.85	-32.05
5	smax - Elem.253 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.13	0.00	171.27	-39.17
6	smin - Elem.453 - Comb.15b-2) IID.1 V-A+	-2.35	0.00	55.85	-32.05

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.253 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-2.97	0.00	155.59	-37.38
2	M3min - Elem.448 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.60	0.00	88.01	-34.39
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.89	0.00	155.50	-36.28
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.15-3) IID.2 A+	-1.95	0.00	43.46	-26.67
5	smax - Elem.253 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.89	0.00	155.50	-36.28
6	smin - Elem.453 - Comb.15-3) IID.2 A+	-1.95	0.00	43.46	-26.67

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.253 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.75	0.00	145.75	-34.58
2	M3min - Elem.448 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.37	0.00	80.41	-31.37
3	Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.75	0.00	145.65	-34.54
4	Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.68	0.00	35.27	-23.09
5	smax - Elem.253 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.75	0.00	145.65	-34.54
6	smin - Elem.453 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.68	0.00	35.27	-23.09

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.253 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=322.40$ a $x=750.00$ $y=322.40$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{cls,eff} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0331$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 153.17$$

$$\text{Copri ferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000610 \quad \text{Distanza fessure } \Delta s_{max} = 259.1063$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1579 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.448 - Comb.14-3) Ilc.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=444.27$ a $x=750.00$ $y=444.27$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0331$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.47$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000284 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 259.1063$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0736 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.14-3) Ilc.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=316.06$ a $x=750.00$ $y=316.06$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0331$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 153.10$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000609 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 259.1063$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1579 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=582.84$ a $x=750.00$ $y=582.84$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0331$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 42.58$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000125 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 259.1063$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0323 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.253 - Comb.14-3) Ilc.2 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=316.06$ a $x=750.00$ $y=316.06$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0331$$

Tensione baricentrica = 153.10

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000609$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1579$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: *smin - Elem.453 - Comb.15-3) IId.2 A+*

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 582.84$ a $x = 750.00$ $y = 582.84$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 42.58

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000125$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0323$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: *M3max - Elem.253 - Comb.1-4) Ic.1 A+*

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 319.67$ a $x = 750.00$ $y = 319.67$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 143.49

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000562$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1457$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: *M3min - Elem.448 - Comb.3-4) Ic.2 A+*

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 443.83$ a $x = 750.00$ $y = 443.83$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 79.01

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000248$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0642$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.253 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 319.61$ a $x = 750.00$ $y = 319.61$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 143.39

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000562$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1456$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.453 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 604.37$ a $x = 750.00$ $y = 604.37$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 34.54

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000101$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0262$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.253 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 319.61$ a $x = 750.00$ $y = 319.61$

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0331$

Tensione baricentrica = 143.39

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000562$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 259.1063$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1456$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.453 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da x=-750.00 y=604.37 a x=750.00 y=604.37

Armature efficaci: Area totale = 9047.79

$$A_{cls,eff} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0331$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 34.54$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \epsilon_{sm} = 0.000101 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 259.1063$$

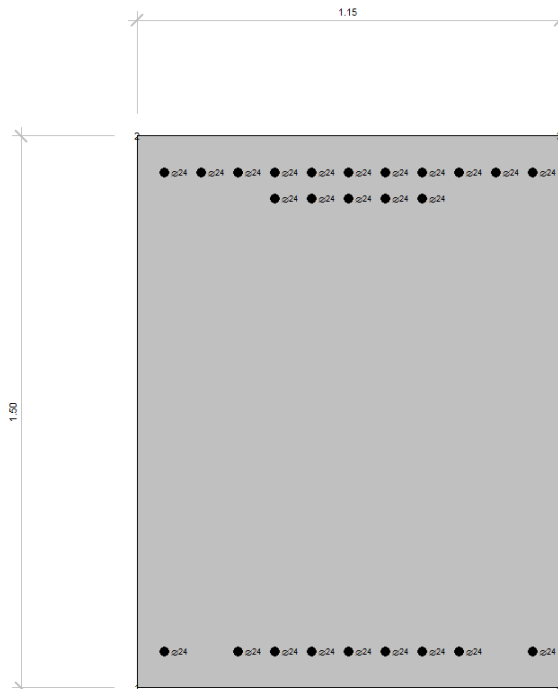
$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0262 \quad (< 0.2000)$$

7.6.6 ELEMENTI TRASVERSALI – S1.2

7.6.6.1 ARMATURA ADOTTATA PER GLI ELEMENTI TRASVERSALI S1.2

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.2):

Larghezza b (cm)	115.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso tipica (cm2)	1Φ24/20	= 33.90
Copriferro estradosso c1 tipica (cm)	5.20	
Armatura aggiuntiva di estradosso (sotto ai pali) (cm2)	1Φ24/20	= 22.60
Copriferro estradosso c2 sotto ai pali (cm)	5.20	
Armatura intradosso 1° strato (cm2)	1Φ24/10	= 67.80
Copriferro armatura intradosso c1' (cm)	8.8	
Armatura intradosso 2° strato(sotto ai pali) (cm2)	5Φ24	= 22.60
Copriferro c2' 2°strato (sotto ai pali) (cm)	12.20	



7.6.6.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-26056	-0.0035 (sez)	3253	0.01 (arm)
Mx	-2109	0.01 (arm)	3645	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.168 - Comb.50a-1A) IIIa.1 V+A+F- 2	-629	0.00	0.00	623	0
2	M3min - Elem.168 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-839	0.00	0.00	1291	0
3	Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.73a-1A) IIIb.2 V+A+F- 1	0	0.00	0.00	171	0
4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-841	0.00	0.00	1275	0
5	smax - Elem.213 - Comb.73a-1A) IIIb.2 V+A+F- 1	0	0.00	0.00	1	0
6	smin - Elem.168 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-841	0.00	0.00	1275	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	10.6464	sezione
2	4.3919	sezione
3	21.3753	armatura
4	4.4693	sezione
5	2694.1690	armatura
6	4.4693	sezione

7.6.6.3 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-466	0.00	0.00	462	0
2	-621	0.00	0.00	956	0
3	0	0.00	0.00	171	0
4	-624	0.00	0.00	953	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-624	0.00	0.00	953	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-463	0.00	0.00	431	0
2	-516	0.00	0.00	909	0
3	0	0.00	0.00	171	0
4	-516	0.00	0.00	909	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-516	0.00	0.00	909	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-446	0.00	0.00	422	0
2	-446	0.00	0.00	878	0
3	0	0.00	0.00	171	0
4	-446	0.00	0.00	878	0
5	0	0.00	0.00	1	0
6	-446	0.00	0.00	878	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.168 - Comb.25a-2) IIIa.1 V+A+F-	-1.49	0.00	25.23	-19.01
2	M3min - Elem.168 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-3.04	0.00	70.18	-37.33
3	Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.37a-2) IIIb.2 V+A+F-	-0.50	0.00	19.27	-5.62
4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-3.03	0.00	69.68	-37.25
5	smax - Elem.213 - Comb.37a-2) IIIb.2 V+A+F-	0.00	0.00	0.11	-0.03
6	smin - Elem.168 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-3.03	0.00	69.68	-37.25

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	M3max - Elem.168 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-1.40	0.00	22.18	-17.86
2	M3min - Elem.168 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.87	0.00	70.93	-34.95
3	Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.50	0.00	19.27	-5.62
4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.87	0.00	70.93	-34.95
5	smax - Elem.213 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	0.00	0.00	0.11	-0.03
6	smin - Elem.168 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.87	0.00	70.93	-34.95

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	M3max - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.37	0.00	22.06	-17.46
2	M3min - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.76	0.00	71.54	-33.35
3	Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.50	0.00	19.27	-5.62
4	Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.76	0.00	71.54	-33.35
5	smax - Elem.213 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.00	0.00	0.11	-0.03
6	smin - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.76	0.00	71.54	-33.35

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M3max - Elem.168 - Comb.8a-3) IIa.1 A+**

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=679.96$ a $x=575.00$ $y=679.96$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,s,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 21.51$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000063 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0312 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.168 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=529.15$ a $x=575.00$ $y=529.15$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,s,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 69.15$$

$$\text{Copriferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000202 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1003 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=393.43$ a $x=575.00$ $y=393.43$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,s,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

Tensione baricentrica = 18.85

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000055$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0274$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.11-3) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -575.00$ $y = 529.15$ a $x = 575.00$ $y = 529.15$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$A_{c,cs,eff} = 348781.89$ $\rho_{eff} = 0.0208$

Tensione baricentrica = 69.15

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000202$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1003$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.213 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x = -575.00$ $y = 393.43$ a $x = 575.00$ $y = 393.43$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$A_{c,cs,eff} = 348781.89$ $\rho_{eff} = 0.0208$

Tensione baricentrica = 0.11

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0002$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.168 - Comb.11-3) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -575.00$ $y = 529.15$ a $x = 575.00$ $y = 529.15$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$A_{c,cs,eff} = 348781.89$ $\rho_{eff} = 0.0208$

Tensione baricentrica = 69.15

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000202$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1003$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -575.00$ $y = 674.26$ a $x = 575.00$ $y = 674.26$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$A_{cls,eff} = 348781.89$ $\rho_{eff} = 0.0208$

Tensione baricentrica = 21.40

Copri ferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000063$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0311$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -575.00$ $y = 513.41$ a $x = 575.00$ $y = 513.41$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$A_{cls,eff} = 348781.89$ $\rho_{eff} = 0.0208$

Tensione baricentrica = 69.77

Copri ferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000204$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1012$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.213 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -575.00$ $y = 393.43$ a $x = 575.00$ $y = 393.43$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$A_{cls,eff} = 348781.89$ $\rho_{eff} = 0.0208$

Tensione baricentrica = 18.85

Copri ferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000055$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 495.7992$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0274$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=513.41$ a $x=575.00$ $y=513.41$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,s,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 69.77$$

$$\text{Copri ferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000204 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1012 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.213 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=393.43$ a $x=575.00$ $y=393.43$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,s,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.11$$

$$\text{Copri ferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000000 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0002 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.168 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-575.00$ $y=513.41$ a $x=575.00$ $y=513.41$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{c,s,eff} = 348781.89 \quad \rho_{eff} = 0.0208$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 69.77$$

$$\text{Copri ferro} = 88.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000204 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 495.7992$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1012 \quad (<0.2000)$$

7.7 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE

7.7.1 NUMERAZIONE ELEMENTI DEI PALI DI FONDAZIONE

Si riporta di seguito lo schema della numerazione dei pali individuata nel programma di calcolo.

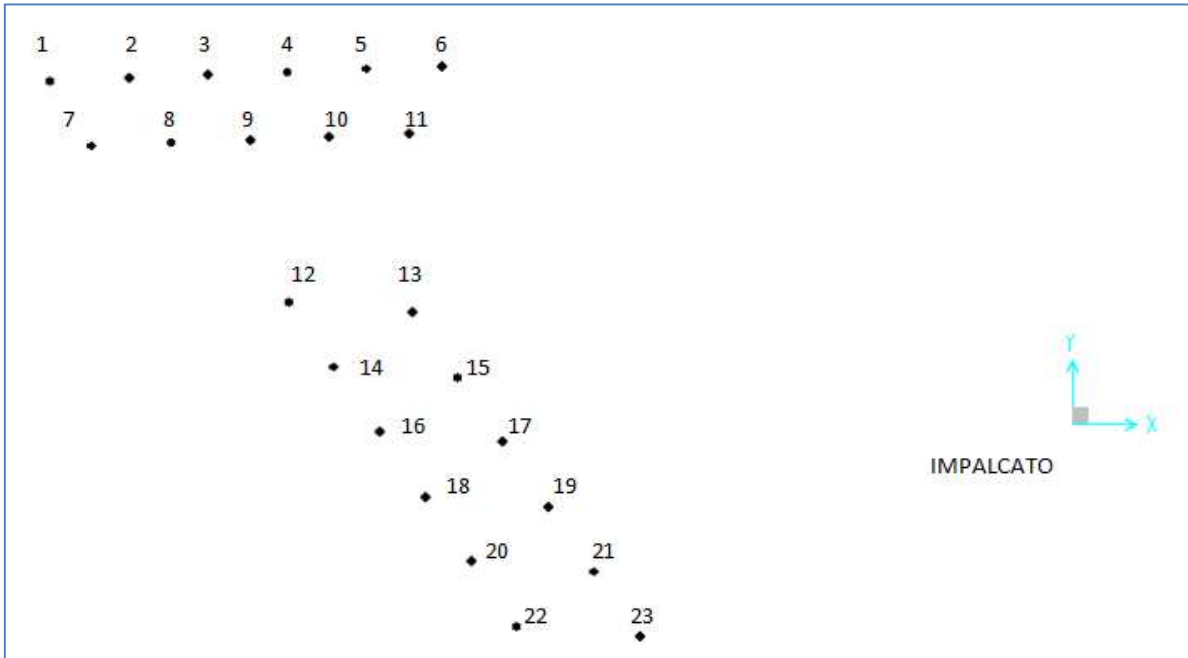


Figura 7.7 Numerazione pali come da modello

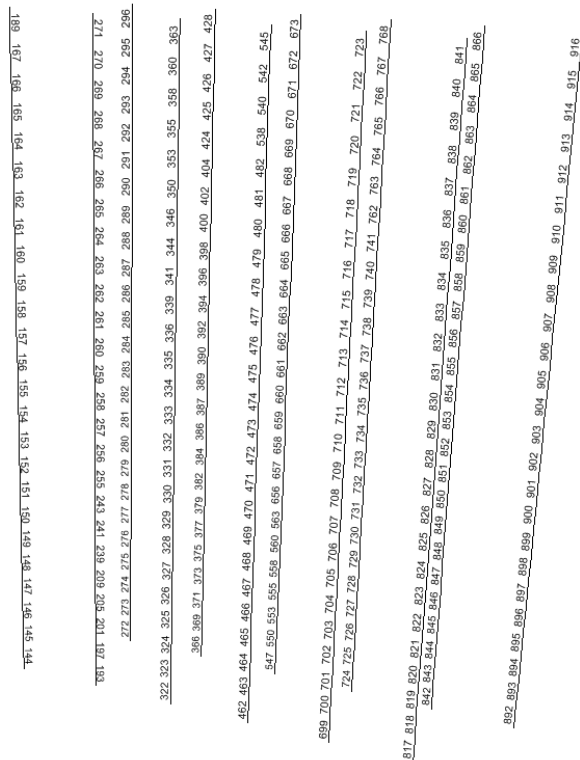


Figura 7.8. Numerazione frame Pali Fondazione paraghiaia – L=25.00m

1421	1420	1419	1418	1417	1416	1415	1414	1413	1412	1411	1410	1409	1408	1407	1406	1405	1404	1403	1402
1381	1380	1379	1378	1377	1376	1375	1374	1373	1372	1371	1370	1369	1368	1367	1366	1365	1364	1363	1362
1461	1460	1459	1458	1457	1456	1455	1454	1453	1452	1451	1450	1449	1448	1447	1446	1445	1444	1443	1442
1401	1400	1399	1398	1397	1396	1395	1394	1393	1392	1391	1390	1389	1388	1387	1386	1385	1384	1383	1382
1441	1440	1439	1438	1437	1436	1435	1434	1433	1432	1431	1430	1429	1428	1427	1426	1425	1424	1423	1422
1501	1500	1499	1498	1497	1496	1495	1494	1493	1492	1491	1490	1489	1488	1487	1486	1485	1484	1483	1482
1481	1480	1479	1478	1477	1476	1475	1474	1473	1472	1471	1470	1469	1468	1467	1466	1465	1464	1463	1462
1541	1540	1539	1538	1537	1536	1535	1534	1533	1532	1531	1530	1529	1528	1527	1526	1525	1524	1523	1522
1521	1520	1519	1518	1517	1516	1515	1514	1513	1512	1511	1510	1509	1508	1507	1506	1505	1504	1503	1502
1561	1560	1559	1558	1557	1556	1555	1554	1553	1552	1551	1550	1549	1548	1547	1546	1545	1544	1543	1542
1621	1620	1619	1618	1617	1616	1615	1614	1613	1612	1611	1610	1609	1608	1607	1606	1605	1604	1603	1602
1681	1680	1679	1678	1677	1676	1675	1674	1673	1672	1671	1670	1669	1668	1667	1666	1665	1664	1663	1662
1741	1740	1739	1738	1737	1736	1735	1734	1733	1732	1731	1730	1729	1728	1727	1726	1725	1724	1723	1722
1801	1800	1799	1798	1797	1796	1795	1794	1793	1792	1791	1790	1789	1788	1787	1786	1785	1784	1783	1782
1861	1860	1859	1858	1857	1856	1855	1854	1853	1852	1851	1850	1849	1848	1847	1846	1845	1844	1843	1842
1921	1920	1919	1918	1917	1916	1915	1914	1913	1912	1911	1910	1909	1908	1907	1906	1905	1904	1903	1902
1981	1980	1979	1978	1977	1976	1975	1974	1973	1972	1971	1970	1969	1968	1967	1966	1965	1964	1963	1962

Figura 7.9. Numerazione frame Pali Risolto sinistro – L=20.00m

7.7.2 PALI DI FONDAZIONE DEL PARAGHIAIA

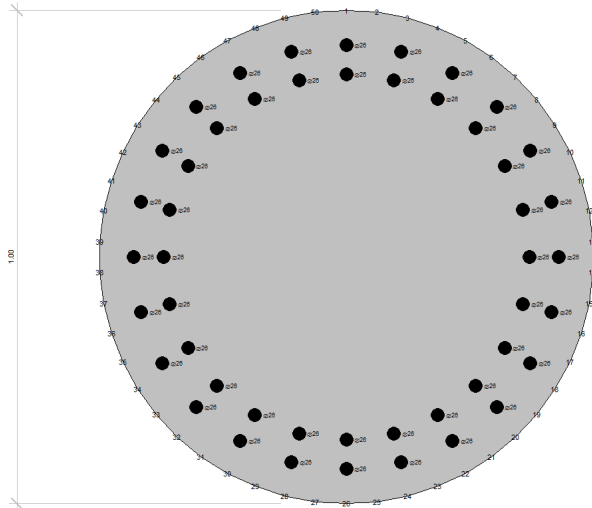
7.7.2.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

Diametro palo	$\phi=$	100,00	cm	
Area palo	$A_p=$	$\pi\phi^2/4=$	7850	cm ²
Armatura palo 0-3m	$A_{a1}=$	24+24 ϕ 26	254.40	cm ²
Copriferro	$C_1, C_2=$	70,130	mm	
Armatura palo 3-13m	$A_{a2}=$	12 ϕ 26	63.60	cm ²
Copriferro	$C_2=$	70	mm	
Armatura palo 13-25m	$A_{a3}=$	12 ϕ 20	37.68	cm ²
Copriferro	$C_3=$	70	mm	

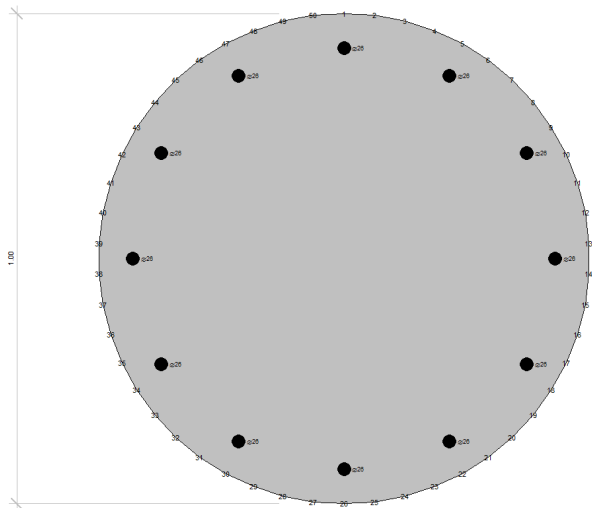
Di seguito si riportano le verifiche allo stato limite ultimo (SLU), le verifiche a stato limite di esercizio (SLE) raro, frequente e quasi permanente con controllo della fessurazione nonché le verifiche sismiche per le quali, secondo normativa, è necessario controllare che la struttura rimanga in campo elastico (per le tensioni di riferimento si faccia riferimento alle tabelle riportate nel Capitolo “Caratteristiche dei materiali”).

7.7.2.2 GEOMETRIA ADOTTATA PER LE VERIFICHE

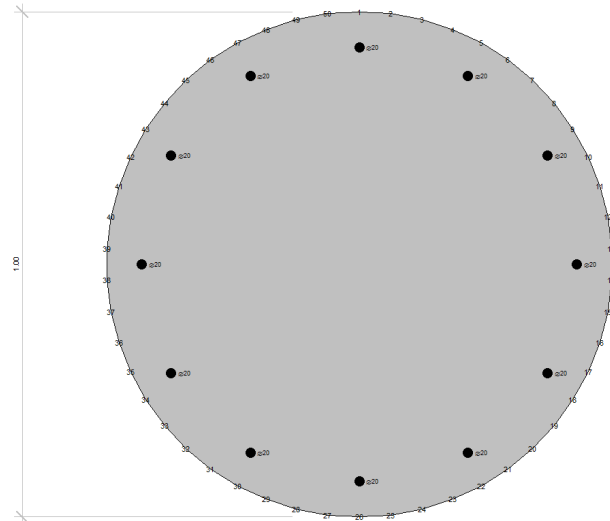
Da testa palo a -3m da testa palo



Da -3 a -13m



Da -13m a piede palo



7.7.2.3 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Da testa palo a -3m da testa palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-21025	-0.0035 (sez)	9972	0.01 (arm)
Mx	-3007	-0.0035 (sez)	3007	-0.0035 (sez)
My	-3009	-0.0035 (sez)	3009	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.269 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1060	0.00	0.00	164	0
2	M2min - Elem.189 - Comb.28-1A) II.d.1 V+A+ 2	-1354	0.00	0.00	1748	0
3	M3max - Elem.841 - Comb.28-1A) II.d.1 V+A+ 2	-187	0.00	0.00	1169	0
4	M3min - Elem.189 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	-1452	0.00	0.00	1680	0
5	Pmax Traz. - Elem.841 - Comb.41-1A) IIc.2 V-A+ 1	0	0.00	0.00	904	0
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-2908	0.00	0.00	133	0
7	smax - Elem.358 - Comb.23-1A) IIc.1 V+A+ 1	-499	0.00	0.00	131	0
8	smin - Elem.189 - Comb.28-1A) II.d.1 V+A+ 2	-1354	0.00	0.00	1748	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	12.6644	sezione
2	1.8713	sezione
3	2.6247	sezione
4	1.9529	sezione
5	3.3265	sezione
6	6.3090	sezione
7	20.2861	sezione
8	1.8713	sezione

Da -3 a -13m

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-13546	-0.0035 (sez)	2493	0.01 (arm)
Mx	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)
My	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.162 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1589	0.00	0.00	442	0
2	M2min - Elem.904 - Comb.35a-1A) IIb.2 V+A+ 1	-1039	0.00	0.00	8	0
3	M3max - Elem.163 - Comb.42-1A) IIc.2 V-A+ 2	-1574	0.00	0.00	435	0
4	M3min - Elem.910 - Comb.28-1A) II.d.1 V+A+ 2	-719	0.00	0.00	199	0
5	Pmin Comp. - Elem.838 - Comb.41-1A) IIc.2 V-A+ 1	-59	0.00	0.00	93	0
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-3173	0.00	0.00	14	0
7	smax - Elem.163 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1562	0.00	0.00	441	0
8	smin - Elem.284 - Comb.32a-1A) IIa.2 V+A+ 2	-3173	0.00	0.00	14	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.7280	sezione
2	12.7709	sezione
3	3.7864	sezione
4	8.2781	sezione
5	12.3911	sezione
6	4.2209	sezione
7	3.7465	sezione
8	4.2214	sezione

Da -13 a piede palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-12528	-0.0035 (sez)	1475	0.01 (arm)
Mx	-569	0.01 (arm)	569	0.01 (arm)
My	-570	0.01 (arm)	570	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.155 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-1699	0.00	0.00	33	0
2	M2min - Elem.151 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1881	0.00	0.00	18	0
3	M3max - Elem.155 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-1716	0.00	0.00	33	0
4	M3min - Elem.828 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-495	0.00	0.00	23	0
5	Pmin Comp. - Elem.828 - Comb.41-1A) IIc.2 V-A+ 1	-255	0.00	0.00	18	0
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-3491	0.00	0.00	0	0
7	smax - Elem.828 - Comb.41-1A) IIc.2 V-A+ 1	-255	0.00	0.00	18	0
8	smin - Elem.272 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-3491	0.00	0.00	0	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	6.9785	sezione
2	6.4918	sezione
3	6.9182	sezione
4	22.1653	sezione
5	40.0697	sezione
6	3.5889	sezione
7	40.0697	sezione
8	3.5889	sezione

7.7.2.4 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA TESTA PALO A - 3M DA TESTA PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-783	0.00	0.00	121	0
2	-1002	0.00	0.00	1301	0
3	-140	0.00	0.00	872	0
4	-1072	0.00	0.00	1246	0
5	-107	0.00	0.00	822	0
6	-2148	0.00	0.00	98	0
7	-544	0.00	0.00	111	0
8	-1002	0.00	0.00	1301	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-876	0.00	0.00	96	0
2	-1082	0.00	0.00	998	0
3	-309	0.00	0.00	700	0
4	-1142	0.00	0.00	972	0
5	-287	0.00	0.00	674	0
6	-1938	0.00	0.00	86	0
7	-645	0.00	0.00	87	0
8	-1082	0.00	0.00	998	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-933	0.00	0.00	80	0
2	-1131	0.00	0.00	805	0
3	-422	0.00	0.00	594	0
4	-1131	0.00	0.00	805	0
5	-403	0.00	0.00	569	0
6	-1686	0.00	0.00	72	0

7	-708	0.00	0.00	72	0
8	-1131	0.00	0.00	805	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.269 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-1.43	0.00	-0.21	-19.91
2	M2min - Elem.189 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-11.40	0.00	190.10	-143.86
3	M3max - Elem.841 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-7.39	0.00	149.85	-91.20
4	M3min - Elem.189 - Comb.13b-2) Ilc.1 V-A+	-10.97	0.00	177.51	-138.83
5	Pmin Comp. - Elem.841 - Comb.21b-2) Ilc.2 V-A+	-6.95	0.00	142.35	-85.74
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.8a-2) IId.1 V+A+	-2.46	-1.23	-19.68	-35.60
7	smax - Elem.358 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-1.18	0.00	2.49	-16.21
8	smin - Elem.189 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-11.40	0.00	190.10	-143.86

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.269 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-1.36	-0.15	-3.48	-19.06
2	M2min - Elem.189 - Comb.15-3) IId.2 A+	-8.88	0.00	133.12	-113.17
3	M3max - Elem.841 - Comb.15-3) IId.2 A+	-6.03	0.00	111.89	-75.21
4	M3min - Elem.189 - Comb.14-3) Ilc.2 A+	-8.68	0.00	126.09	-110.96
5	Pmin Comp. - Elem.841 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-5.80	0.00	108.18	-72.32
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.12a-3) IId.2 A+	-2.20	-1.12	-17.98	-31.91
7	smax - Elem.358 - Comb.14-3) Ilc.2 A+	-1.10	-0.01	-1.24	-15.35
8	smin - Elem.189 - Comb.15-3) IId.2 A+	-8.88	0.00	133.12	-113.17

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.269 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.31	-0.30	-5.50	-18.52
2	M2min - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+	-7.27	0.00	97.22	-93.48
3	M3max - Elem.841 - Comb.4-4) Id.2 A+	-5.19	0.00	88.20	-65.32
4	M3min - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+	-7.27	0.00	97.22	-93.48
5	Pmin Comp. - Elem.841 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-4.97	0.00	84.67	-62.63
6	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.90	-0.99	-15.85	-27.54
7	smax - Elem.358 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.06	-0.16	-3.29	-14.93
8	smin - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+	-7.27	0.00	97.22	-93.48

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.269 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,ls,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -4.98$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \epsilon_{sm} = -0.000015 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0041 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.189 - Comb.15-3) IId.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -498.58 \quad y = -34.82 \quad \text{a } x = 498.58 \quad y = -34.82$$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,ls,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 109.44$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000335$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0946$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.841 - Comb.15-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x = -492.33$ $y = -84.31$ a $x = 492.33$ $y = -84.31$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 93.90

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000275$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0775$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.189 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = -27.44$ a $x = 499.01$ $y = -27.44$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 103.30

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000305$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0861$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.841 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -492.19$ $y = -85.42$ a $x = 492.19$ $y = -85.42$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 90.82

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000266$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0750$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cs,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -19.32

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000057$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0160$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.358 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cs,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -2.60

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000008$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0021$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.189 - Comb.15-3) IIId.2 A+

asse neutro: da $x = -498.58$ $y = -34.82$ a $x = 498.58$ $y = -34.82$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cs,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 109.44

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000335$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0946$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.269 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -6.75$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000020 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s\text{max}} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0056 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -499.01 \quad y = -8.43 \quad \text{a } x = 499.01 \quad y = -8.43$$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 143833.64 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0517$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 78.88$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000231 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s\text{max}} = 279.3299$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0645 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.841 - Comb.4-4) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -494.89 \quad y = -64.07 \quad \text{a } x = 494.89 \quad y = -64.07$$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 73.44$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000215 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s\text{max}} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0606 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -499.01 \quad y = -8.43 \quad \text{a } x = 499.01 \quad y = -8.43$$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 143833.64 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0517$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 78.88$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000231$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 279.3299$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0645$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.841 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -494.85$ $y = -64.35$ a $x = 494.85$ $y = -64.35$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 70.51

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000206$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0582$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -16.98

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000050$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0140$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.358 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -4.41

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000013$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0036$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: *smin - Elem.189 - Comb.4-4) Id.2 A+*

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = -8.43$ a $x = 499.01$ $y = -8.43$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{cls,eff} = 143833.64 \quad \rho_{eff} = 0.0517$$

Tensione baricentrica = 78.88

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000231$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 279.3299$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0645$ (< 0.2000)

7.7.2.5 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -3 A -13M

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1175	0.00	0.00	327 0
2	-953	0.00	0.00	8 0
3	-1163	0.00	0.00	322 0
4	-527	0.00	0.00	148 0
5	-166	0.00	0.00	75 0
6	-2344	0.00	0.00	10 0
7	-1155	0.00	0.00	327 0
8	-2344	0.00	0.00	10 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1260	0.00	0.00	252 0
2	-935	0.00	0.00	8 0
3	-1240	0.00	0.00	252 0
4	-562	0.00	0.00	118 0
5	-346	0.00	0.00	54 0
6	-2135	0.00	0.00	10 0
7	-1240	0.00	0.00	252 0
8	-2135	0.00	0.00	10 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1291	0.00	0.00	205 0
2	-932	0.00	0.00	8 0
3	-1291	0.00	0.00	205 0
4	-581	0.00	0.00	100 0
5	-462	0.00	0.00	41 0
6	-1882	0.00	0.00	10 0
7	-972	0.00	0.00	183 0
8	-1882	0.00	0.00	10 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s\ max}$	$\sigma_{s\ min}$
1	M2max - Elem.162 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-4.72	0.00	32.74	-62.96
2	M2min - Elem.904 - Comb.18a-2) IIb.2 V+A+	-1.15	-1.02	-15.37	-17.17
3	M3max - Elem.163 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-4.64	0.00	31.80	-61.99

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO				FOGLIO	
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_05_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_MODENA_B.DOCX				320 DI 380	
4	M3min - Elem.910 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-2.14	0.00	15.16	-28.52		
5	Pmin Comp. - Elem.838 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-1.15	0.00	17.08	-14.65		
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-2.75	-2.58	-38.87	-41.14		
7	smax - Elem.163 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-4.71	0.00	33.81	-62.82		
8	smin - Elem.284 - Comb.16a-2) IIa.2 V+A+	-2.75	-2.58	-38.88	-41.13		
Verifiche alle tensioni – frequente							
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$		
1	M2max - Elem.162 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-3.73	0.00	9.61	-51.04		
2	M2min - Elem.904 - Comb.13a-3) IIb.2 A+	-1.13	-0.99	-15.05	-16.85		
3	M3max - Elem.163 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-3.72	0.00	10.25	-50.85		
4	M3min - Elem.910 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.73	0.00	5.41	-23.62		
5	Pmin Comp. - Elem.838 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.87	0.00	0.23	-12.01		
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-2.51	-2.35	-35.36	-37.50		
7	smax - Elem.163 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-3.72	0.00	10.25	-50.85		
8	smin - Elem.284 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-2.51	-2.35	-35.36	-37.50		
Verifiche alle tensioni – q.permanente							
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$		
1	M2max - Elem.163 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-3.26	0.00	1.25	-45.14		
2	M2min - Elem.904 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.13	-0.99	-14.99	-16.81		
3	M3max - Elem.163 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-3.26	0.00	1.25	-45.14		
4	M3min - Elem.910 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.54	0.00	1.67	-21.29		
5	Pmin Comp. - Elem.838 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.88	-0.17	-3.28	-12.47		
6	Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.23	-2.06	-31.03	-33.22		
7	smax - Elem.266 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.74	0.00	5.24	-37.68		
8	smin - Elem.284 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.23	-2.06	-31.03	-33.22		
Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente							
Combinazione frequente: M2max - Elem.162 - Comb.14-3) IIc.2 A+							
asse neutro: da x=-403.35 y=293.80 a x=403.35 y=293.80							
Armatore efficaci: Area totale = 1592.79							
$A_{cls,eff} = 65458.39$ $\rho_{eff} = 0.0243$							
Tensione baricentrica = 6.90							
Copriferro = 57.00							
$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$							
Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00							
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$							
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$							
Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000020$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 375.4476$							
Ampiezza fessure $w_d = 0.0076$ (<0.2000)							
Combinazione frequente: M2min - Elem.904 - Comb.13a-3) IIb.2 A+							
Sezione tutta compressa							
Armatore efficaci: Area totale = 1592.79							
$A_{cls,eff} = 65458.39$ $\rho_{eff} = 0.0243$							
Tensione baricentrica = -15.14							
Copriferro = 57.00							
$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$							
Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00							
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$							
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$							

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000044$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 375.4476$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0166$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.163 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x = -409.25$ $y = 285.69$ a $x = 409.25$ $y = 285.69$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 67333.35 \quad \rho_{eff} = 0.0237$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 7.53$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000022$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 380.6507$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0084$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.910 - Comb.15-3) II d.2 A+

asse neutro: da $x = -420.77$ $y = 269.84$ a $x = 420.77$ $y = 269.84$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 71034.55 \quad \rho_{eff} = 0.0224$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 4.11$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000012$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 390.9215$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0047$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.838 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -278.98$ $y = 413.97$ a $x = 278.98$ $y = 413.97$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 30360.24 \quad \rho_{eff} = 0.0175$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 0.23$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 446.5499$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0003$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 30360.24 \quad \rho_{eff} = 0.0175$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -35.36$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000103 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 446.5499$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0462 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.163 - Comb.14-3) IIc.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-409.25 \quad y=285.69 \quad \text{a } x=409.25 \quad y=285.69$$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 67333.35 \quad \rho_{eff} = 0.0237$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 7.53$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000022 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 380.6507$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0084 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.284 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 67333.35 \quad \rho_{eff} = 0.0237$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -35.46$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000104 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 380.6507$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0395 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.163 - Comb.3-4) Ic.2 A+

$$\text{asse neutro: da } x=-290.16 \quad y=406.88 \quad \text{a } x=290.16 \quad y=406.88$$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 31177.61 \quad \rho_{eff} = 0.0170$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 1.25$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000004$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 453.3545$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0017$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.904 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 31177.61 \quad \rho_{eff} = 0.0170$$

Tensione baricentrica = -14.99

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000044$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 453.3545$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0199$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.163 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -290.16$ $y = 406.88$ a $x = 290.16$ $y = 406.88$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 31177.61 \quad \rho_{eff} = 0.0170$$

Tensione baricentrica = 1.25

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000004$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 453.3545$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0017$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.910 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -338.83$ $y = 367.33$ a $x = 338.83$ $y = 367.33$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 35733.73 \quad \rho_{eff} = 0.0149$$

Tensione baricentrica = 1.67

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000005$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max}=491.2843$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0024$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.838 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 35733.73 \quad \rho_{eff} = 0.0149$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -3.28$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=-0.000010$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max}=491.2843$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0047$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.284 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 35733.73 \quad \rho_{eff} = 0.0149$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -31.03$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=-0.000091$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max}=491.2843$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0446$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.266 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x=-379.29$ $y=325.06$ a $x=379.29$ $y=325.06$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 58378.34 \quad \rho_{eff} = 0.0273$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 3.32$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000010$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max}=355.8004$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0035$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.284 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cs,eff} = 58378.34 \quad \rho_{eff} = 0.0273$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -31.12$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000091 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 355.8004$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0324 \quad (< 0.2000)$$

7.7.2.6 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -13 A PIEDE PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1257	0.00	0.00	25 0
2	-1391	0.00	0.00	13 0
3	-1270	0.00	0.00	24 0
4	-395	0.00	0.00	17 0
5	-362	0.00	0.00	16 0
6	-2580	0.00	0.00	0 0
7	-362	0.00	0.00	16 0
8	-2580	0.00	0.00	0 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1337	0.00	0.00	19 0
2	-1476	0.00	0.00	10 0
3	-1337	0.00	0.00	19 0
4	-543	0.00	0.00	14 0
5	-543	0.00	0.00	14 0
6	-2370	0.00	0.00	0 0
7	-543	0.00	0.00	14 0
8	-2370	0.00	0.00	0 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1386	0.00	0.00	15 0
2	-1526	0.00	0.00	8 0
3	-1386	0.00	0.00	15 0
4	-658	0.00	0.00	12 0
5	-658	0.00	0.00	12 0
6	-2118	0.00	0.00	0 0
7	-658	0.00	0.00	12 0
8	-2118	0.00	0.00	0 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.155 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.73	-1.27	-19.50	-25.40
2	M2min - Elem.151 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.78	-1.53	-23.24	-26.42
3	M3max - Elem.155 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-1.74	-1.29	-19.78	-25.58
4	M3min - Elem.828 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.63	-0.31	-4.98	-9.13
5	Pmin Comp. - Elem.828 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-0.58	-0.28	-4.53	-8.42
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-3.07	-3.07	-46.07	-46.07
7	smax - Elem.828 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-0.58	-0.28	-4.53	-8.42

8 smin - Elem.272 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+ -3.07 -3.07 -46.07 -46.07

Verifiche alle tensioni – frequenti

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.155 - Comb.15-3) IIId.2 A+	-1.77	-1.42	-21.62	-26.14
2	M2min - Elem.151 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.85	-1.66	-25.13	-27.58
3	M3max - Elem.155 - Comb.15-3) IIId.2 A+	-1.77	-1.42	-21.62	-26.14
4	M3min - Elem.828 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-0.77	-0.52	-8.08	-11.30
5	Pmin Comp. - Elem.828 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.77	-0.52	-8.08	-11.30
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-2.82	-2.82	-42.33	-42.33
7	smax - Elem.828 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.77	-0.52	-8.08	-11.30
8	smin - Elem.272 - Comb.12a-3) IIa.2 A+	-2.82	-2.82	-42.33	-42.33

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.155 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.79	-1.51	-22.94	-26.58
2	M2min - Elem.151 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.89	-1.74	-26.26	-28.26
3	M3max - Elem.155 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.79	-1.51	-22.94	-26.58
4	M3min - Elem.828 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-0.89	-0.68	-10.38	-13.13
5	Pmin Comp. - Elem.828 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.89	-0.68	-10.38	-13.12
6	Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.52	-2.52	-37.82	-37.82
7	smax - Elem.828 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.89	-0.68	-10.38	-13.12
8	smin - Elem.272 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.52	-2.52	-37.82	-37.82

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.155 - Comb.15-3) IIId.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 25110.77 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -21.62$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000063$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0301$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.151 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 25110.77 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -25.13$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000074$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0350$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.155 - Comb.15-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cfs,eff} = 25110.77 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -21.62$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000063 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 475.7622$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0301 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.828 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cfs,eff} = 25110.77 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -8.08$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000024 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 475.7622$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0112 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.828 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cfs,eff} = 25110.77 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -8.08$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000024 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 475.7622$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0112 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.12a-3) IIa.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cfs,eff} = 25110.77 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

Tensione baricentrica = -42.33

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000124$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0589$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.828 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 25110.77$ $\rho_{eff} = 0.0125$

Tensione baricentrica = -8.08

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000024$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0112$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.272 - Comb.12a-3) Ila.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 25110.77$ $\rho_{eff} = 0.0125$

Tensione baricentrica = -42.33

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000124$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0589$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.155 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 25110.77$ $\rho_{eff} = 0.0125$

Tensione baricentrica = -22.94

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000067$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0319$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.151 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 25110.77$ $\rho_{eff} = 0.0125$

Tensione baricentrica = -26.26

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000077$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0366$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.155 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 25110.77$ $\rho_{eff} = 0.0125$

Tensione baricentrica = -22.94

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000067$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0319$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.828 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 25110.77$ $\rho_{eff} = 0.0125$

Tensione baricentrica = -10.38

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000030$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0145$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.828 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{c\text{ls,eff}} = 25110.77 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -10.38$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000030 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \text{ max}} = 475.7622$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0145 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.272 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{c\text{ls,eff}} = 25110.77 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -37.82$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000111 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \text{ max}} = 475.7622$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0527 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.828 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{c\text{ls,eff}} = 25110.77 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -10.38$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000030 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \text{ max}} = 475.7622$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0145 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.272 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{c\text{ls,eff}} = 25110.77 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0125$$

Tensione baricentrica = -37.82

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000111$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 475.7622$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0527$ (< 0.2000)

7.7.2.7 VERIFICHE A TAGLIO

Da testa palo a -3 da testa palo

La massima sollecitazione a taglio per i pali del fusto/paraghiaia, nel tratto da testa a 3m di profondità è pari a $T=883\text{kN}$.

La verifica porge:

$V_{rd} = 1119.96$ kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
$V_{ed} = 883.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
$V_{rsd} = 1131.44$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
$V_{rcd} = 1119.96$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
$N_{ed} = 0.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo normale
sezione verificata a taglio	

$\theta = 21.80$ °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
$b_w = 90.00$ cm	Larghezza utile della sezione
$d = 71.05$ cm	Altezza utile della sezione

$\phi_{staf} = 12$ mm	Diametro staffe
2 n°	n°braccia staffe
$A_{sw} = 226.08$ mm ²	Area armatura trasversale
s = 10 cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
$\alpha = 90$ °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
$f_{yk} = 450$ N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

Da -3 a piede palo

La massima sollecitazione a taglio per i pali del fusto/paraghiaia, nel tratto da 3m di profondità fino a piede palo è pari a $T=212\text{kN}$.

La verifica porge:

$V_{rd} = 565.72$ kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
$V_{ed} = 212.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
$V_{rsd} = 565.72$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
$V_{rcd} = 1119.96$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
$N_{ed} = 0.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo normale
sezione verificata a taglio	

$\theta = 21.80$ °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
$b_w = 90.00$ cm	Larghezza utile della sezione
$d = 71.05$ cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf}	=	12	mm	Diametro staffe
		2	n°	n°braccia staffe
A_{sw}	=	226.08	mm ²	Area armatura trasversale
s	=	20	cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α	=	90	°	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{vk}	=	450	N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

7.7.3 PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI – ARMATURA PALO TIPICO

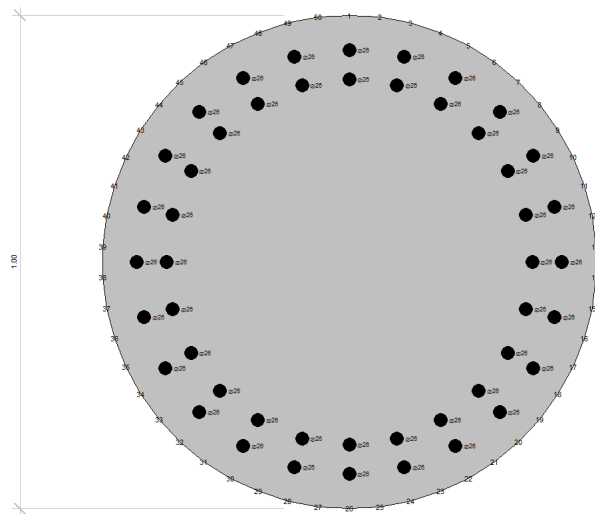
7.7.3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

Diametro palo	$\phi=$	100,00	cm	
Area palo	$A_p=$	$\pi\phi^2/4=$	7850	cm ²
Armatura palo 0-3m	$A_{a1}=$	24+24 ϕ 26	254.40	cm ²
Copriferro	$C_1, C_2=$	70,130	mm	
Armatura palo 3-12m	$A_{a2}=$	12 ϕ 26	63.60	cm ²
Copriferro	$C_2=$	70	mm	
Armatura palo 13-20m	$A_{a3}=$	12 ϕ 20	37.68	cm ²
Copriferro	$C_3=$	70	mm	

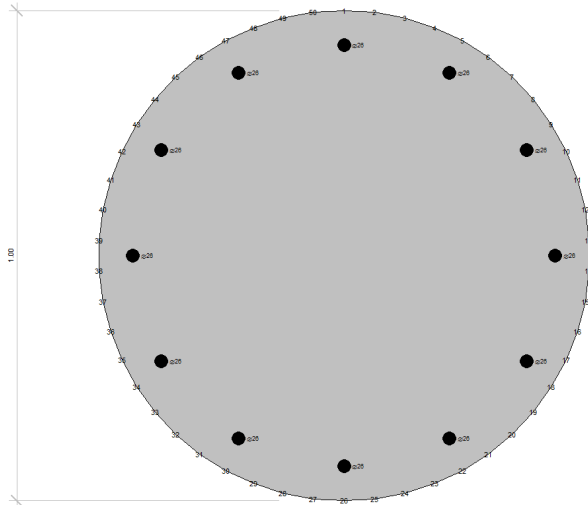
Di seguito si riportano le verifiche allo stato limite ultimo (SLU), le verifiche a stato limite di esercizio (SLE) raro, frequente e quasi permanente con controllo della fessurazione nonché le verifiche sismiche per le quali, secondo normativa, è necessario controllare che la struttura rimanga in campo elastico (per le tensioni di riferimento si faccia riferimento alle tabelle riportate nel Capitolo “Caratteristiche dei materiali”).

7.7.3.2 GEOMETRIA ADOTTATA PER LE VERIFICHE

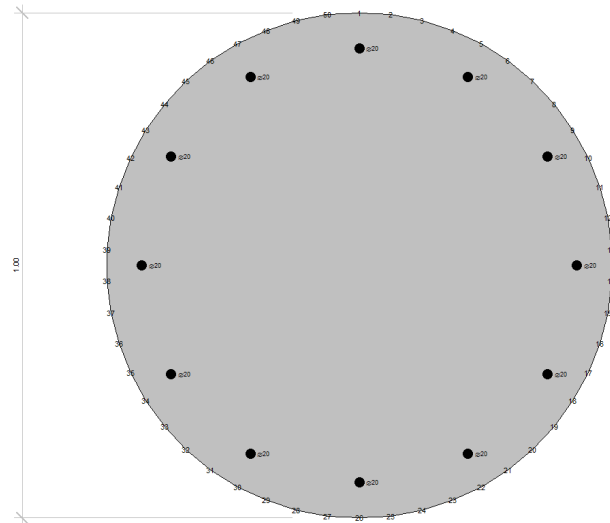
Da testa palo a -3m da testa palo



Da -3 a -12m



Da -12m a piede palo



7.7.3.3 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Da testa palo a -3m da testa palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-21025	-0.0035 (sez)	9972	0.01 (arm)
Mx	-3007	-0.0035 (sez)	3007	-0.0035 (sez)
My	-3009	-0.0035 (sez)	3009	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1379 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-2101	0.00	0.00	289	0
2	M2min - Elem.1682 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-3552	0.00	0.00	1753	0
3	M3max - Elem.1539 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-1118	0.00	0.00	276	0
4	M3min - Elem.1682 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-3552	0.00	0.00	1753	0
5	Pmin Comp. - Elem.1501 - Comb.43-1A) IId.2 V+A+ 1	-226	0.00	0.00	1015	0
6	Pmax Comp. - Elem.1685 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-3631	0.00	0.00	208	0
7	smax - Elem.1499 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-524	0.00	0.00	288	0
8	smin - Elem.1682 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-3552	0.00	0.00	1753	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	6.7070	sezione

2	1.8016	sezione
3	9.4115	sezione
4	1.8016	sezione
5	3.0480	sezione
6	4.8778	sezione
7	11.1209	sezione
8	1.8016	sezione

Da -3m a -12m

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-13546	-0.0035 (sez)	2493	0.01 (arm)
Mx	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)
My	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1687 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-3684	0.00	0.00	481	0
2	M2min - Elem.1370 - Comb.11-1A) Ic.2 V-A+ 1	-1863	0.00	0.00	26	0
3	M3max - Elem.1555 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1838	0.00	0.00	472	0
4	M3min - Elem.1686 - Comb.73a-1A) IIIb.2 V+A+F- 1	-2099	0.00	0.00	104	0
5	Pmin Comp. - Elem.1498 - Comb.43-1A) IId.2 V+A+ 1	-284	0.00	0.00	235	0
6	Pmax Comp. - Elem.1694 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-3870	0.00	0.00	71	0
7	smax - Elem.1496 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-577	0.00	0.00	452	0
8	smin - Elem.1694 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-3870	0.00	0.00	71	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.5173	sezione
2	6.9975	sezione
3	3.4304	sezione
4	5.5900	sezione
5	5.8766	sezione
6	3.3255	sezione
7	3.1228	sezione
8	3.3255	sezione

Da -12m a piede palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-12528	-0.0035 (sez)	1475	0.01 (arm)
Mx	-569	0.01 (arm)	569	0.01 (arm)
My	-570	0.01 (arm)	570	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1695 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-3870	0.00	0.00	71	0
2	M2min - Elem.1485 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-949	0.00	0.00	9	0
3	M3max - Elem.1695 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-3870	0.00	0.00	71	0
4	M3min - Elem.1544 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-2130	0.00	0.00	8	0
5	Pmin Comp. - Elem.1489 - Comb.43-1A) IId.2 V+A+ 1	-461	0.00	0.00	41	0
6	Pmax Comp. - Elem.1757 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-4082	0.00	0.00	0	0
7	smax - Elem.1489 - Comb.43-1A) IId.2 V+A+ 1	-461	0.00	0.00	41	0
8	smin - Elem.1757 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-4082	0.00	0.00	0	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.0745	sezione
2	12.8672	sezione
3	3.0745	sezione
4	5.8245	sezione
5	20.9557	sezione

6	3.0690	sezione
7	20.9557	sezione
8	3.0690	sezione

7.7.3.4 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA TESTA PALO A - 3M DA TESTA PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1582	0.00	0.00	214 0
2	-2629	0.00	0.00	1299 0
3	-826	0.00	0.00	204 0
4	-2629	0.00	0.00	1299 0
5	-326	0.00	0.00	931 0
6	-2688	0.00	0.00	154 0
7	-387	0.00	0.00	214 0
8	-2629	0.00	0.00	1299 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-614	0.00	0.00	175 0
2	-2240	0.00	0.00	1110 0
3	-1223	0.00	0.00	144 0
4	-2240	0.00	0.00	1110 0
5	-497	0.00	0.00	788 0
6	-2300	0.00	0.00	125 0
7	-556	0.00	0.00	174 0
8	-2240	0.00	0.00	1110 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-728	0.00	0.00	150 0
2	-1993	0.00	0.00	991 0
3	-1181	0.00	0.00	120 0
4	-2012	0.00	0.00	820 0
5	-611	0.00	0.00	692 0
6	-2083	0.00	0.00	108 0
7	-670	0.00	0.00	149 0
8	-1993	0.00	0.00	991 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1379 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-2.70	-0.02	-3.05	-37.67
2	M2min - Elem.1682 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-12.02	0.00	127.03	-157.18
3	M3max - Elem.1539 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.07	0.00	8.12	-28.11
4	M3min - Elem.1682 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-12.02	0.00	127.03	-157.18
5	Pmin Comp. - Elem.1501 - Comb.22-2) IId.2 A+	-7.98	0.00	152.41	-99.16
6	Pmax Comp. - Elem.1685 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.27	-1.34	-22.12	-47.07
7	smax - Elem.1499 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.96	0.00	22.55	-25.50
8	smin - Elem.1682 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-12.02	0.00	127.03	-157.18

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1499 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.73	0.00	9.25	-23.28
2	M2min - Elem.1682 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-10.28	0.00	108.91	-134.34
3	M3max - Elem.1559 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.95	-0.14	-4.07	-27.42
4	M3min - Elem.1682 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-10.28	0.00	108.91	-134.34
5	Pmin Comp. - Elem.1501 - Comb.15-3) IId.2 A+	-6.85	0.00	119.59	-86.05
6	Pmax Comp. - Elem.1685 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-2.76	-1.19	-19.46	-39.73
7	smax - Elem.1499 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.69	0.00	10.67	-22.70
8	smin - Elem.1682 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-10.28	0.00	108.91	-134.34

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.1499 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.59	0.00	3.49	-21.85
2	M2min - Elem.1682 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-9.17	0.00	97.37	-119.81
3	M3max - Elem.1559 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.77	-0.26	-5.45	-24.94
4	M3min - Elem.1481 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-7.73	0.00	68.37	-102.02
5	Pmin Comp. - Elem.1501 - Comb.4-4) Id.2 A+	-6.10	0.00	97.94	-77.26
6	Pmax Comp. - Elem.1519 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.46	-1.11	-18.08	-35.52
7	smax - Elem.1499 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.55	0.00	4.51	-21.16
8	smin - Elem.1682 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-9.17	0.00	97.37	-119.81

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.1499 - Comb.14-3) Ic.2 A+**

asse neutro: da $x=-463.23$ $y=185.57$ a $x=463.23$ $y=185.57$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$$A_{cs,eff} = 91596.27 \quad \rho_{eff} = 0.0464$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 7.59$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000022 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 289.1177$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0064 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.1682 - Comb.10-3) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-497.30$ $y=44.95$ a $x=497.30$ $y=44.95$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cs,eff} = 128858.32 \quad \rho_{eff} = 0.0494$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 89.57$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000262 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 283.1958$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0742 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3max - Elem.1559 - Comb.14-3) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cs,eff} = 128858.32 \quad \rho_{eff} = 0.0494$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -5.92$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000017$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 283.1958$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0049$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1682 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -497.30$ $y = 44.95$ a $x = 497.30$ $y = 44.95$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 128858.32$ $\rho_{eff} = 0.0494$

Tensione baricentrica = 89.57

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000262$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 283.1958$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0742$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1501 - Comb.15-3) IIId.2 A+

asse neutro: da $x = -494.12$ $y = -70.14$ a $x = 494.12$ $y = -70.14$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 99.82

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000292$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0824$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1685 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -21.41

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000063$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0177$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1499 - Comb.15-3) IId.2 A+

asse neutro: da $x=-475.32$ $y=155.04$ a $x=475.32$ $y=155.04$

Armature efficaci: Area totale = 5309.29

$$A_{c_{ls,eff}} = 99408.13 \quad \rho_{eff} = 0.0534$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 8.46$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000025 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 276.5575$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0068 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1682 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-497.30$ $y=44.95$ a $x=497.30$ $y=44.95$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c_{ls,eff}} = 128858.32 \quad \rho_{eff} = 0.0494$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 89.57$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000262 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 283.1958$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0742 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1499 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x=-390.58$ $y=311.39$ a $x=390.58$ $y=311.39$

Armature efficaci: Area totale = 3185.57

$$A_{c_{ls,eff}} = 61444.02 \quad \rho_{eff} = 0.0518$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 2.49$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000007 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 279.0539$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0020 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1682 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-497.37$ $y=44.42$ a $x=497.37$ $y=44.42$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c_{ls,eff}} = 129004.93 \quad \rho_{eff} = 0.0494$$

Tensione baricentrica = 80.10

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000234$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 283.2975$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0664$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1559 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 129004.93$ $\rho_{eff} = 0.0494$

Tensione baricentrica = -7.00

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000020$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 283.2975$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0058$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1481 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -492.25$ $y = 84.93$ a $x = 492.25$ $y = 84.93$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 117936.70$ $\rho_{eff} = 0.0540$

Tensione baricentrica = 54.82

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000160$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 275.6189$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0442$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1501 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -496.57$ $y = -50.76$ a $x = 496.57$ $y = -50.76$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 81.10

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000237$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0670$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1519 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -19.76

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000058$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0163$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1499 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -414.09$ $y = 279.03$ a $x = 414.09$ $y = 279.03$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$A_{cls,eff} = 68881.65$ $\rho_{eff} = 0.0617$

Tensione baricentrica = 3.20

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000009$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 265.4802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0025$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1682 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -497.37$ $y = 44.42$ a $x = 497.37$ $y = 44.42$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cls,eff} = 129004.93$ $\rho_{eff} = 0.0494$

Tensione baricentrica = 80.10

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000234$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 283.2975$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0664$ (< 0.2000)

7.7.3.5 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -3M A -12M

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2728	0.00	0.00	356 0
2	-1868	0.00	0.00	26 0
3	-1360	0.00	0.00	350 0
4	-2065	0.00	0.00	105 0
5	-384	0.00	0.00	213 0
6	-2865	0.00	0.00	52 0
7	-426	0.00	0.00	336 0
8	-2865	0.00	0.00	52 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2338	0.00	0.00	300 0
2	-1875	0.00	0.00	26 0
3	-1282	0.00	0.00	296 0
4	-2106	0.00	0.00	104 0
5	-556	0.00	0.00	174 0
6	-2477	0.00	0.00	45 0
7	-595	0.00	0.00	279 0
8	-2476	0.00	0.00	42 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-2091	0.00	0.00	264 0
2	-1877	0.00	0.00	26 0
3	-1239	0.00	0.00	261 0
4	-2052	0.00	0.00	106 0
5	-670	0.00	0.00	149 0
6	-2260	0.00	0.00	37 0
7	-709	0.00	0.00	241 0
8	-2248	0.00	0.00	33 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1687 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-6.19	-0.02	-6.72	-86.39
2	M2min - Elem.1370 - Comb.6-2) Ic.2 V-A+	-2.35	-1.90	-28.96	-34.81
3	M3max - Elem.1555 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-5.03	0.00	28.88	-67.61
4	M3min - Elem.1686 - Comb.37a-2) IIIb.2 V+A+F-	-3.26	-1.44	-23.48	-47.01
5	Pmin Comp. - Elem.1498 - Comb.22-2) IId.2 A+	-3.34	0.00	59.79	-41.81
6	Pmax Comp. - Elem.1694 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.71	-2.81	-43.04	-54.75
7	smax - Elem.1496 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-5.43	0.00	121.41	-66.19
8	smin - Elem.1694 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.71	-2.81	-43.04	-54.75

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1687 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-5.27	-0.06	-6.31	-73.51
2	M2min - Elem.1370 - Comb.6-3) Ic.2 V-A+	-2.36	-1.91	-29.07	-34.93
3	M3max - Elem.1555 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-4.28	0.00	18.24	-57.99
4	M3min - Elem.1686 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-3.30	-1.50	-24.34	-47.54
5	Pmin Comp. - Elem.1498 - Comb.15-3) IId.2 A+	-2.54	0.00	22.41	-33.51
6	Pmax Comp. - Elem.1694 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-3.21	-2.43	-37.26	-47.28
7	smax - Elem.1496 - Comb.15-3) IId.2 A+	-4.28	0.00	65.99	-54.44
8	smin - Elem.1510 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-3.18	-2.46	-37.59	-46.92

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1687 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-4.67	-0.09	-6.13	-65.24
2	M2min - Elem.1370 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.36	-1.91	-29.10	-34.96
3	M3max - Elem.1555 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-3.82	0.00	11.97	-52.10

4	M3min - Elem.1686 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-3.25	-1.42	-23.16	-46.87
5	Pmin Comp. - Elem.1498 - Comb.4-4) Id.2 A+	-2.17	0.00	8.22	-29.42
6	Pmax Comp. - Elem.1510 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.89	-2.25	-34.42	-42.70
7	smax - Elem.1496 - Comb.4-4) Id.2 A+	-3.55	0.00	36.08	-46.48
8	smin - Elem.1470 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.84	-2.27	-34.66	-42.06

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1687 - Comb.10-3) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 145770.67 \quad \rho_{eff} = 0.0109$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -9.31$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000027 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 598.3150$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0163 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M2min - Elem.1370 - Comb.6-3) Ic.2 V-A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 145770.67 \quad \rho_{eff} = 0.0109$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -29.33$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000086 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 598.3150$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0514 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M3max - Elem.1555 - Comb.10-3) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-446.19$ $y=224.21$ a $x=446.19$ $y=224.21$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{cls,eff} = 81983.89 \quad \rho_{eff} = 0.0194$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 14.84$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000043 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 421.3061$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0183 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.1686 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 81983.89 \quad \rho_{eff} = 0.0194$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -25.38$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000074 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 421.3061$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0313 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1498 - Comb.15-3) II d.2 A+

asse neutro: da x=-492.20 y=85.35 a x=492.20 y=85.35

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 117424.81 \quad \rho_{eff} = 0.0136$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 19.92$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000058 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 519.6549$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0303 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1694 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 117424.81 \quad \rho_{eff} = 0.0136$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -37.71$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000110 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 519.6549$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0574 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.1496 - Comb.15-3) II d.2 A+

asse neutro: da x=-497.77 y=-41.26 a x=497.77 y=-41.26

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c_{ls,eff}} = 145770.67 \quad \rho_{eff} = 0.0109$$

Tensione baricentrica = 60.61

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000177$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 598.3150$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1061$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1510 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$A_{cs,eff} = 145770.67$ $\rho_{eff} = 0.0109$

Tensione baricentrica = -38.01

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000111$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 598.3150$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0666$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1687 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$A_{cs,eff} = 145770.67$ $\rho_{eff} = 0.0109$

Tensione baricentrica = -8.77

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000026$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 598.3150$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0154$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1370 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$A_{cs,eff} = 145770.67$ $\rho_{eff} = 0.0109$

Tensione baricentrica = -29.36

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000086$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 598.3150$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0514$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1555 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -421.14$ $y = 269.33$ a $x = 421.14$ $y = 269.33$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$A_{cls,eff} = 71154.56$ $\rho_{eff} = 0.0224$

Tensione baricentrica = 9.11

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000027$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 391.2546$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0104$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1686 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$A_{cls,eff} = 71154.56$ $\rho_{eff} = 0.0224$

Tensione baricentrica = -24.22

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000071$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 391.2546$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0277$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1498 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -436.31$ $y = 242.18$ a $x = 436.31$ $y = 242.18$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$A_{cls,eff} = 77618.60$ $\rho_{eff} = 0.0205$

Tensione baricentrica = 6.54

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000019$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 409.1923$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0078$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1510 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c,s,eff} = 77618.60 \quad \rho_{eff} = 0.0205$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -34.79$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000102 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 409.1923$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0417 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1496 - Comb.4-4) Id.2 A+asse neutro: da $x=-496.14$ $y=54.15$ a $x=496.14$ $y=54.15$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c,s,eff} = 125490.22 \quad \rho_{eff} = 0.0127$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 32.39$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000095 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 542.0365$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0514 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1470 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c,s,eff} = 125490.22 \quad \rho_{eff} = 0.0127$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -34.99$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000102 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 542.0365$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0555 \quad (<0.2000)$$

7.7.3.6 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -12M A PIEDE PALO**Sollecitazioni di progetto – rara****Comb. N Ecc. X Ecc. Y Mx My**

1	-2865	0.00	0.00	52	0
2	-701	0.00	0.00	7	0
3	-2865	0.00	0.00	52	0
4	-1576	0.00	0.00	6	0
5	-561	0.00	0.00	37	0
6	-3022	0.00	0.00	0	0
7	-561	0.00	0.00	37	0
8	-3022	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My	
1	-2476	0.00	0.00	45	0
2	-870	0.00	0.00	5	0
3	-2476	0.00	0.00	45	0
4	-1498	0.00	0.00	5	0
5	-733	0.00	0.00	32	0
6	-2634	0.00	0.00	0	0
7	-733	0.00	0.00	32	0
8	-2634	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My	
1	-2228	0.00	0.00	40	0
2	-984	0.00	0.00	5	0
3	-2248	0.00	0.00	33	0
4	-1456	0.00	0.00	4	0
5	-847	0.00	0.00	28	0
6	-2417	0.00	0.00	0	0
7	-847	0.00	0.00	28	0
8	-2417	0.00	0.00	0	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1695 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.90	-2.93	-44.92	-57.42
2	M2min - Elem.1485 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-0.90	-0.77	-11.73	-13.33
3	M3max - Elem.1695 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.90	-2.93	-44.92	-57.42
4	M3min - Elem.1544 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-1.93	-1.82	-27.44	-28.85
5	Pmin Comp. - Elem.1489 - Comb.22-2) IId.2 A+	-1.01	-0.32	-5.55	-14.50
6	Pmax Comp. - Elem.1757 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.60	-3.60	-53.97	-53.97
7	smax - Elem.1489 - Comb.22-2) IId.2 A+	-1.01	-0.32	-5.55	-14.50
8	smin - Elem.1757 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	-3.60	-3.60	-53.97	-53.97

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1695 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-3.36	-2.53	-38.88	-49.56
2	M2min - Elem.1485 - Comb.14-3) Ilc.2 A+	-1.09	-0.98	-14.88	-16.19
3	M3max - Elem.1695 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-3.36	-2.53	-38.88	-49.56
4	M3min - Elem.1544 - Comb.14-3) Ilc.2 A+	-1.83	-1.74	-26.17	-27.34
5	Pmin Comp. - Elem.1489 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.17	-0.58	-9.30	-16.87
6	Pmax Comp. - Elem.1757 - Comb.14-3) Ilc.2 A+	-3.14	-3.14	-47.04	-47.04
7	smax - Elem.1489 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.17	-0.58	-9.30	-16.87
8	smin - Elem.1757 - Comb.14-3) Ilc.2 A+	-3.14	-3.14	-47.04	-47.04

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1695 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-3.02	-2.28	-35.03	-44.56
2	M2min - Elem.1485 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.21	-1.13	-17.00	-18.13
3	M3max - Elem.1469 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.98	-2.37	-36.20	-44.09
4	M3min - Elem.1544 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.77	-1.69	-25.49	-26.51
5	Pmin Comp. - Elem.1489 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.27	-0.75	-11.80	-18.45
6	Pmax Comp. - Elem.1732 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.88	-2.88	-43.16	-43.16
7	smax - Elem.1489 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.27	-0.75	-11.80	-18.45
8	smin - Elem.1732 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.88	-2.88	-43.16	-43.16

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1695 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -39.35$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000115$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0727$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.1485 - Comb.14-3) Ilc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -14.93$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000044$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0276$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1695 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -39.35$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000115$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0727$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1544 - Comb.14-3) Ilc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -26.23$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000077 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 631.3634$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0485 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1489 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 942.48$$

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -9.64$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000028 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 631.3634$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0178 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1757 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 942.48$$

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -47.04$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000138 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 631.3634$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0869 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.1489 - Comb.15-3) IId.2 A+

Sezione tutta compressa

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 942.48$$

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -9.64$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0178$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1757 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff} = 118464.86$ $\rho_{eff} = 0.0080$

Tensione baricentrica = -47.04

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000138$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0869$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1695 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff} = 118464.86$ $\rho_{eff} = 0.0080$

Tensione baricentrica = -35.46

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000104$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0655$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1485 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cls,eff} = 118464.86$ $\rho_{eff} = 0.0080$

Tensione baricentrica = -17.05

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000050$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0315$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1469 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -36.55$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000107$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0675$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1544 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -25.54$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000075$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0472$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1489 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c_{ls,eff}} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -12.10$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000035$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 631.3634$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0224$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1732 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -43.16$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000126 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 631.3634$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0798 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1489 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 942.48$$

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -12.10$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000035 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 631.3634$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0224 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1732 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 942.48$$

$$A_{c,ls,eff} = 118464.86 \quad \rho_{eff} = 0.0080$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -43.16$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000126 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 631.3634$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0798 \quad (<0.2000)$$

7.7.3.7 VERIFICHE A TAGLIO

La massima sollecitazione a taglio per i pali del risvolto sinistro, nel tratto da testa a 3m di profondità è pari a T=921kN.

La verifica porge:

$$V_{rd} = 1399.95 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 921.00 \text{ kN}$$

$$V_{rsd} = 1414.30 \text{ kN}$$

Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

V_{red}	=	1399.95	kN
N_{ed}	=	0.00	kN
sezione verificata a taglio			

Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

Valore di calcolo dello sforzo normale

θ	=	21.80	°
b_w	=	90.00	cm
d	=	71.05	cm

Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave

Larghezza utile della sezione

Altezza utile della sezione

ϕ_{staf}	=	12	mm
		2	n°
A_{sw}	=	226.08	mm ²
s	=	10	cm
α	=	90	°
f_{yk}	=	450	N/mm ²

Diametro staffe

n°braccia staffe

Area armatura trasversale

Interasse tra due armature trasversali consecutive

angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave

Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

La massima sollecitazione a taglio per i pali del risvolto sinistro, nel tratto da 3m di profondità fino a piede palo è pari a T=209kN.

La verifica porge:

V_{rd}	=	707.15	kN
V_{ed}	=	209.00	kN
V_{rsd}	=	707.15	kN
V_{red}	=	1399.95	kN
N_{ed}	=	0.00	kN
sezione verificata a taglio			

Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

Valore di calcolo dello sforzo normale

θ	=	21.80	°
b_w	=	90.00	cm
d	=	71.05	cm

Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave

Larghezza utile della sezione

Altezza utile della sezione

ϕ_{staf}	=	12	mm
		2	n°
A_{sw}	=	226.08	mm ²
s	=	20	cm
α	=	90	°
f_{yk}	=	450	N/mm ²

Diametro staffe

n°braccia staffe

Area armatura trasversale

Interasse tra due armature trasversali consecutive

angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave

Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

7.7.4 PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI – ARMATURA PALI N° 7-8-9-34-35

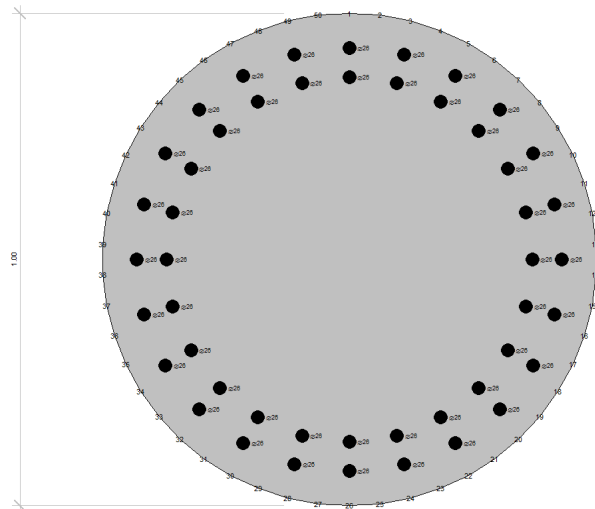
7.7.4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

Diametro palo	ϕ_p =	100,00	cm	
Area palo	A_p =	$\pi\phi^2/4$ =	7850	cm ²
Armatura palo 0-3m	A_{a1} =	24+24 ϕ 26	254.40	cm ²
Copriferro	C_1, C_2 =	70,130	mm	
Armatura palo 3-12m	A_{a2} =	24 ϕ 26	127.20	cm ²
Copriferro	C_2 =	70	mm	
Armatura palo 13-20m	A_{a3} =	24 ϕ 20	75.36	cm ²
Copriferro	C_3 =	70	mm	

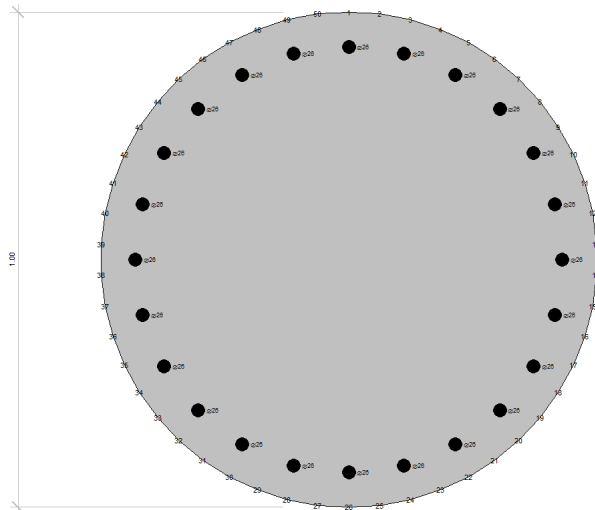
Di seguito si riportano le verifiche allo stato limite ultimo (SLU), le verifiche a stato limite di esercizio (SLE) raro, frequente e quasi permanente con controllo della fessurazione nonché le verifiche sismiche per le quali, secondo normativa, è necessario controllare che la struttura rimanga in campo elastico (per le tensioni di riferimento si faccia riferimento alle tabelle riportate nel Capitolo “Caratteristiche dei materiali”).

7.7.4.2 GEOMETRIA ADOTTATA PER LE VERIFICHE

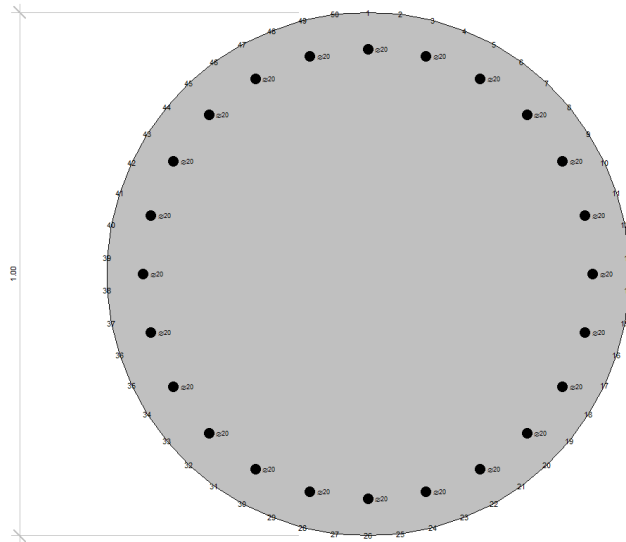
Da testa palo a -3m da testa palo



Da -3 a -12m



Da -12m a piede palo



7.7.4.3 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE

Da testa palo a -3m da testa palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-21025	-0.0035 (sez)	9972	0.01 (arm)
Mx	-3007	-0.0035 (sez)	3007	-0.0035 (sez)
My	-3009	-0.0035 (sez)	3009	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1459 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-105	0.00	0.00	300	0
2	M2min - Elem.1421 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	350	0.00	0.00	1236	0
3	M3max - Elem.1459 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-105	0.00	0.00	300	0
4	M3min - Elem.1421 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	394	0.00	0.00	1245	0
5	Pmax Traz. - Elem.1421 - Comb.23-1A) Ilc.1 V+A+ 1	566	0.00	0.00	1002	0
6	Pmax Comp. - Elem.1459 - Comb.20a-1A) Ilb.1 V+A+ 2	-878	0.00	0.00	209	0
7	smax - Elem.1419 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	314	0.00	0.00	280	0
8	smin - Elem.1421 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	394	0.00	0.00	1245	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	10.5013	sezione
2	2.3225	sezione
3	10.5013	sezione
4	2.2892	sezione
5	2.7110	sezione
6	12.2356	sezione
7	8.7561	sezione
8	2.2892	sezione

Da -3m a -12m

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-16039	-0.0035 (sez)	4986	0.01 (arm)
Mx	-1749	-0.0035 (sez)	1749	-0.0035 (sez)
My	-1749	-0.0035 (sez)	1749	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1456 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	-158	0.00	0.00	448	0
2	M2min - Elem.1450 - Comb.11-1A) Ic.2 V-A+ 1	-786	0.00	0.00	26	0

3	M3max - Elem.1456 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-158	0.00	0.00	448	0
4	M3min - Elem.1450 - Comb.73a-1A) IIb.2 V+A+F- 1	-855	0.00	0.00	25	0
5	Pmax Traz. - Elem.1418 - Comb.23-1A) IIc.1 V+A+ 1	507	0.00	0.00	235	0
6	Pmax Comp. - Elem.1450 - Comb.20a-1A) IIb.1 V+A+ 2	-1117	0.00	0.00	35	0
7	smax - Elem.1416 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	261	0.00	0.00	442	0
8	smin - Elem.1450 - Comb.58a-1A) IIb.1 V+A+F- 2	-1115	0.00	0.00	35	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	4.2301	sezione
2	18.5637	sezione
3	4.2301	sezione
4	17.2402	sezione
5	4.4398	armatura
6	13.1338	sezione
7	3.4168	armatura
8	13.1727	sezione

Da -12m a piede palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-14003	-0.0035 (sez)	2950	0.01 (arm)
Mx	-1096	-0.0035 (sez)	1096	-0.0035 (sez)
My	-1095	-0.0035 (sez)	1095	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1409 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	32	0.00	0.00	50	0
2	M2min - Elem.1445 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-449	0.00	0.00	9	0
3	M3max - Elem.1409 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	76	0.00	0.00	50	0
4	M3min - Elem.1444 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-476	0.00	0.00	8	0
5	Pmax Traz. - Elem.1409 - Comb.23-1A) IIc.1 V+A+ 1	330	0.00	0.00	40	0
6	Pmax Comp. - Elem.1714 - Comb.20a-1A) IIb.1 V+A+ 2	-1329	0.00	0.00	0	0
7	smax - Elem.1409 - Comb.23-1A) IIc.1 V+A+ 1	330	0.00	0.00	40	0
8	smin - Elem.1714 - Comb.20a-1A) IIb.1 V+A+ 2	-1329	0.00	0.00	0	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	18.0304	armatura
2	29.4304	sezione
3	14.3571	armatura
4	28.1074	sezione
5	6.8450	armatura
6	10.5394	sezione
7	6.8450	armatura
8	10.5394	sezione

7.7.4.4 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA TESTA PALO A - 3M DA TESTA PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-49	0.00	0.00	221	0
2	285	0.00	0.00	919	0
3	-76	0.00	0.00	222	0
4	292	0.00	0.00	923	0
5	292	0.00	0.00	923	0
6	-649	0.00	0.00	155	0
7	233	0.00	0.00	208	0
8	292	0.00	0.00	923	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-387	0.00	180	0
2	-192	0.00	785	0
3	-387	0.00	180	0
4	-190	0.00	787	0
5	-183	0.00	787	0
6	-637	0.00	153	0
7	-357	0.00	179	0
8	-190	0.00	787	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-590	0.00	153	0
2	-499	0.00	697	0
3	-590	0.00	153	0
4	-499	0.00	699	0
5	-492	0.00	699	0
6	-595	0.00	153	0
7	-561	0.00	152	0
8	-499	0.00	699	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M2max - Elem.1459 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.88	0.00	37.38	-23.26
2 M2min - Elem.1421 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-7.54	0.00	176.72	-91.31
3 M3max - Elem.1459 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.90	0.00	36.34	-23.60
4 M3min - Elem.1421 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-7.57	0.00	177.73	-91.63
5 Pmax Traz. - Elem.1421 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-7.57	0.00	177.73	-91.63
6 Pmax Comp. - Elem.1459 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.58	0.00	5.68	-21.54
7 smax - Elem.1419 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.59	0.00	47.49	-18.49
8 smin - Elem.1421 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-7.57	0.00	177.73	-91.63

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M2max - Elem.1459 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.67	0.00	16.81	-21.94
2 M2min - Elem.1421 - Comb.11-3) IId.1 A+	-6.68	0.00	132.02	-82.76
3 M3max - Elem.1459 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.67	0.00	16.81	-21.94
4 M3min - Elem.1421 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-6.70	0.00	132.54	-83.00
5 Pmin Comp. - Elem.1421 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-6.70	0.00	132.75	-82.88
6 Pmax Comp. - Elem.1459 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.56	0.00	5.74	-21.27
7 smax - Elem.1459 - Comb.15-3) IId.2 A+	-1.66	0.00	17.71	-21.64
8 smin - Elem.1421 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-6.70	0.00	132.54	-83.00

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M2max - Elem.1459 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.53	0.00	6.70	-20.77
2 M2min - Elem.1421 - Comb.2-4) Id.1 A+	-6.09	0.00	103.42	-76.73
3 M3max - Elem.1459 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.53	0.00	6.70	-20.77
4 M3min - Elem.1421 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.11	0.00	103.82	-76.96
5 Pmin Comp. - Elem.1421 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-6.10	0.00	104.02	-76.84
6 Pmax Comp. - Elem.1459 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.54	0.00	6.57	-20.80
7 smax - Elem.1459 - Comb.4-4) Id.2 A+	-1.51	0.00	7.32	-20.44
8 smin - Elem.1421 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.11	0.00	103.82	-76.96

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1459 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-495.79$ $y=56.90$ a $x=495.79$ $y=56.90$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cls,eff} = 125566.87 \quad \rho_{eff} = 0.0507$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 13.73$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000040$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 280.9123$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0113$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.1421 - Comb.11-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -489.88$ $y = -98.63$ a $x = 489.88$ $y = -98.63$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cs,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 111.37

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000345$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0972$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1459 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x = -495.79$ $y = 56.90$ a $x = 495.79$ $y = 56.90$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cs,eff} = 125566.87$ $\rho_{eff} = 0.0507$

Tensione baricentrica = 13.73

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000040$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 280.9123$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0113$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1421 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -489.82$ $y = -98.83$ a $x = 489.82$ $y = -98.83$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cs,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 111.82

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000347$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0979$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1421 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x = -489.66$ $y = -99.46$ a $x = 489.66$ $y = -99.46$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cs,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 112.02

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000348$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0981$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1459 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

asse neutro: da $x = -433.55$ $y = 247.21$ a $x = 433.55$ $y = 247.21$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$A_{cs,eff} = 76410.08$ $\rho_{eff} = 0.0556$

Tensione baricentrica = 4.37

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000013$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 273.3145$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0035$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1459 - Comb.15-3) IIId.2 A+

asse neutro: da $x = -497.56$ $y = 42.94$ a $x = 497.56$ $y = 42.94$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$A_{cs,eff} = 129414.19$ $\rho_{eff} = 0.0492$

Tensione baricentrica = 14.58

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000043$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 283.5814$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0121$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1421 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-489.82$ $y=-98.83$ a $x=489.82$ $y=-98.83$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 111.82$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000347 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s\text{max}} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0979 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1459 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x=-448.35$ $y=220.28$ a $x=448.35$ $y=220.28$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$$A_{c\text{ls,eff}} = 82947.62 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0512$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 5.30$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000016 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s\text{max}} = 280.1177$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0043 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1421 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-494.93$ $y=-63.69$ a $x=494.93$ $y=-63.69$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 86.10$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000252 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s\text{max}} = 282.1392$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0711 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1459 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x=-448.35$ $y=220.28$ a $x=448.35$ $y=220.28$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$$A_{c\text{ls,eff}} = 82947.62 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0512$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 5.30$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000016$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 280.1177$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0043$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1421 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -494.91$ $y = -63.89$ a $x = 494.91$ $y = -63.89$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 86.44

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000253$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0714$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1421 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -494.82$ $y = -64.62$ a $x = 494.82$ $y = -64.62$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 86.63

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000254$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0715$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1459 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -446.55$ $y = 223.56$ a $x = 446.55$ $y = 223.56$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$A_{cls,eff} = 82142.52$ $\rho_{eff} = 0.0517$

Tensione baricentrica = 5.18

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000015$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 279.2799$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0042$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1459 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x = -456.22$ $y = 203.27$ a $x = 456.22$ $y = 203.27$

Armature efficaci: Area totale = 4247.43

$A_{cls,eff} = 87152.98$ $\rho_{eff} = 0.0487$

Tensione baricentrica = 5.91

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000017$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 284.4939$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0049$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1421 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -494.91$ $y = -63.89$ a $x = 494.91$ $y = -63.89$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = 86.44

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000253$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0714$ (< 0.2000)

7.7.4.5 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -3M A -12M

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-89	0.00	0.00	330	0
2	-781	0.00	0.00	26	0
3	-116	0.00	0.00	332	0
4	-825	0.00	0.00	26	0
5	233	0.00	0.00	208	0
6	-826	0.00	0.00	26	0
7	194	0.00	0.00	327	0
8	-826	0.00	0.00	26	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-426	0.00	0.00	273	0
2	-768	0.00	0.00	26	0
3	-308	0.00	0.00	252	0
4	-809	0.00	0.00	26	0

5	-242	0.00	0.00	162	0
6	-814	0.00	0.00	26	0
7	-281	0.00	0.00	266	0
8	-814	0.00	0.00	26	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-630	0.00	0.00	235	0
2	-738	0.00	0.00	26	0
3	-617	0.00	0.00	216	0
4	-738	0.00	0.00	26	0
5	-551	0.00	0.00	132	0
6	-772	0.00	0.00	26	0
7	-600	0.00	0.00	234	0
8	-772	0.00	0.00	26	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1456 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-3.84	0.00	93.96	-46.15
2	M2min - Elem.1450 - Comb.28b-2) IIIb.1 V-A+F+	-1.00	-0.61	-9.49	-14.54
3	M3max - Elem.1456 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.87	0.00	92.17	-46.68
4	M3min - Elem.1450 - Comb.37a-2) IIIb.2 V+A+F-	-1.04	-0.65	-10.22	-15.17
5	Pmax Traz. - Elem.1418 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.22	0.00	84.58	-24.47
6	Pmax Comp. - Elem.1450 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.04	-0.65	-10.18	-15.25
7	smax - Elem.1416 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.65	0.00	117.62	-41.72
8	smin - Elem.1450 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-1.04	-0.65	-10.23	-15.20

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1456 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-3.24	0.00	49.72	-41.22
2	M2min - Elem.1450 - Comb.6-3) Ic.2 V-A+	-0.98	-0.59	-9.29	-14.35
3	M3max - Elem.1415 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.98	0.00	52.12	-37.42
4	M3min - Elem.1450 - Comb.13a-3) IIb.2 A+	-1.03	-0.63	-9.93	-14.97
5	Pmin Comp. - Elem.1418 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-1.92	0.00	30.09	-24.30
6	Pmax Comp. - Elem.1450 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.03	-0.64	-10.01	-15.05
7	smax - Elem.1416 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-3.14	0.00	58.47	-39.20
8	smin - Elem.1450 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.03	-0.64	-10.01	-15.05

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1456 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-2.80	0.00	26.03	-36.91
2	M2min - Elem.1450 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.95	-0.56	-8.83	-13.87
3	M3max - Elem.1415 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.58	0.00	21.90	-34.11
4	M3min - Elem.1450 - Comb.4-4) Id.2 A+	-0.95	-0.56	-8.83	-13.87
5	Pmin Comp. - Elem.1418 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.63	0.00	6.37	-22.13
6	Pmax Comp. - Elem.1450 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.99	-0.60	-9.36	-14.41
7	smax - Elem.1456 - Comb.4-4) Id.2 A+	-2.78	0.00	27.33	-36.57
8	smin - Elem.1450 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.99	-0.60	-9.36	-14.41

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1456 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-497.90$ $y=-40.18$ a $x=497.90$ $y=-40.18$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{cs,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 43.73$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000128$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0474$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.1450 - Comb.6-3) Ic.2 V-A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0250$

Tensione baricentrica = -9.63

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0104$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1415 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -494.07$ $y = -70.56$ a $x = 494.07$ $y = -70.56$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0250$

Tensione baricentrica = 46.22

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000135$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0501$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1450 - Comb.13a-3) IIb.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0250$

Tensione baricentrica = -10.26

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000030$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0111$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1418 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-497.20$ $y=-45.74$ a $x=497.20$ $y=-45.74$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c_{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 26.51$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000078 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 370.4784$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0287 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1450 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c_{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -10.34$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000030 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 370.4784$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0112 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.1416 - Comb.14-3) IIc.2 A+

asse neutro: da $x=-492.26$ $y=-84.83$ a $x=492.26$ $y=-84.83$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c_{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 52.04$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000152 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 370.4784$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0564 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1450 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c_{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0250$$

Tensione baricentrica = -10.34

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000030$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 370.4784$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0112$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1456 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -493.59$ $y = 74.30$ a $x = 493.59$ $y = 74.30$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 120815.66$ $\rho_{eff} = 0.0308$

Tensione baricentrica = 21.89

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000064$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 337.4848$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0216$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1450 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 120815.66$ $\rho_{eff} = 0.0308$

Tensione baricentrica = -9.17

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000027$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 337.4848$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0091$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1415 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -491.13$ $y = 93.75$ a $x = 491.13$ $y = 93.75$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$A_{cls,eff} = 115562.57$ $\rho_{eff} = 0.0322$

Tensione baricentrica = 18.21

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000053$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 331.2374$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0177$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1450 - Comb.4-4) Id.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{cls,eff} = 115562.57 \quad \rho_{eff} = 0.0322$$

Tensione baricentrica = -9.17

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000027$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 331.2374$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0089$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1418 - Comb.3-4) Ic.2 A+

asse neutro: da $x = -438.73$ $y = 237.77$ a $x = 438.73$ $y = 237.77$

Armature efficaci: Area totale = 2654.65

$$A_{cls,eff} = 78683.81 \quad \rho_{eff} = 0.0337$$

Tensione baricentrica = 5.41

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000016$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 324.8090$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0051$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1450 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2654.65

$$A_{cls,eff} = 78683.81 \quad \rho_{eff} = 0.0337$$

Tensione baricentrica = -9.53

Copri ferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 324.8090$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0091$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1456 - Comb.4-4) Id.2 A+

asse neutro: da $x=-495.13$ $y=62.13$ a $x=495.13$ $y=62.13$

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c,s,eff} = 124133.24 \quad \rho_{eff} = 0.0299$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 23.13$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000068 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 341.4304$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0231 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1450 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3716.50

$$A_{c,s,eff} = 124133.24 \quad \rho_{eff} = 0.0299$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -9.69$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000028 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 341.4304$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0097 \quad (<0.2000)$$

7.7.4.6 VERIFICHE SLE A PRESSOFLESSIONE E FESSURAZIONE – DA -12M A PIEDE PALO

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	50	0.00	0.00	37	0
2	-305	0.00	0.00	7	0
3	57	0.00	0.00	37	0
4	-351	0.00	0.00	6	0
5	57	0.00	0.00	37	0
6	-983	0.00	0.00	0	0
7	57	0.00	0.00	37	0
8	-983	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-427	0.00	0.00	32	0
2	-642	0.00	0.00	6	0
3	-426	0.00	0.00	32	0
4	-661	0.00	0.00	5	0
5	-419	0.00	0.00	32	0
6	-971	0.00	0.00	0	0
7	-419	0.00	0.00	32	0

8 -971 0.00 0.00 0 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-735	0.00	0.00	28	0
2	-846	0.00	0.00	5	0
3	-734	0.00	0.00	28	0
4	-865	0.00	0.00	4	0
5	-727	0.00	0.00	28	0
6	-929	0.00	0.00	0	0
7	-727	0.00	0.00	28	0
8	-929	0.00	0.00	0	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1409 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.54	0.00	26.11	-5.51
2	M2min - Elem.1445 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.40	-0.28	-4.36	-5.84
3	M3max - Elem.1409 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.53	0.00	27.29	-5.35
4	M3min - Elem.1444 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.44	-0.34	-5.24	-6.52
5	Pmax Traz. - Elem.1409 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.53	0.00	27.29	-5.35
6	Pmax Comp. - Elem.1714 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.10	-1.10	-16.45	-16.45
7	smax - Elem.1409 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.53	0.00	27.29	-5.35
8	smin - Elem.1714 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.10	-1.10	-16.45	-16.45

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1409 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.74	-0.21	-3.71	-10.59
2	M2min - Elem.1445 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-0.76	-0.67	-10.13	-11.34
3	M3max - Elem.1409 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.74	-0.21	-3.67	-10.57
4	M3min - Elem.1444 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-0.78	-0.70	-10.54	-11.59
5	Pmin Comp. - Elem.1409 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-0.73	-0.20	-3.56	-10.45
6	Pmax Comp. - Elem.1714 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.08	-1.08	-16.25	-16.25
7	smax - Elem.1409 - Comb.14-3) IIc.2 A+	-0.73	-0.20	-3.56	-10.45
8	smin - Elem.1714 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.08	-1.08	-16.25	-16.25

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1409 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.06	-0.58	-9.24	-15.35
2	M2min - Elem.1445 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-0.98	-0.90	-13.64	-14.66
3	M3max - Elem.1409 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.06	-0.58	-9.22	-15.35
4	M3min - Elem.1444 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.00	-0.93	-14.03	-14.93
5	Pmin Comp. - Elem.1409 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.05	-0.57	-9.11	-15.23
6	Pmax Comp. - Elem.1714 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.04	-1.04	-15.55	-15.55
7	smax - Elem.1409 - Comb.3-4) Ic.2 A+	-1.05	-0.57	-9.11	-15.23
8	smin - Elem.1714 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.04	-1.04	-15.55	-15.55

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1409 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{cls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -4.16$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000012$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0052$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.1445 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c,ls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -10.21$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000030$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0128$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1409 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c,ls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -4.13$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000012$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0052$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1444 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c,ls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -10.61$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000031$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0133$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1409 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -4.01$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000012 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 426.7253$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0050 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1714 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -16.25$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000048 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 426.7253$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0203 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.1409 - Comb.14-3) IIc.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -4.01$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000012 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s \max} = 426.7253$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0050 \quad (<0.2000)$$

Combinazione frequente: smin - Elem.1714 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -16.25$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000048$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0203$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1409 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{cls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

Tensione baricentrica = -9.64

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0120$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1445 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{cls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

Tensione baricentrica = -13.70

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000040$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0171$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1409 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{cls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

Tensione baricentrica = -9.63

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0120$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1444 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c\ s, eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -14.09$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000041$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0176$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1409 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c\ s, eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -9.51$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0119$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1714 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{c\ s, eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -15.55$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000045$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.7253$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0194$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1409 - Comb.3-4) Ic.2 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{cls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -9.51$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \epsilon_{sm} = -0.000028 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.7253$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0119 \quad (<0.2000)$$

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1714 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2199.11

$$A_{cls,eff} = 144058.38 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -15.55$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 31447.00$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 2.56$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \epsilon_{sm} = -0.000045 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 426.7253$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0194 \quad (<0.2000)$$

7.7.4.7 VERIFICHE A TAGLIO

La massima sollecitazione a taglio per i pali del risvolto destro, nel tratto da testa palo a 3m di profondità è pari a T=730kN.

La verifica porge:

$$V_{rd} = 1119.96 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 730.00 \text{ kN}$$

$$V_{rsd} = 1131.44 \text{ kN}$$

$$V_{rcd} = 1119.96 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 0.00 \text{ kN}$$

Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio

Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente

Resistenza di calcolo a "taglio trazione"

Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

$$\theta = 21.80 \text{ }^\circ$$

$$b_w = 90.00 \text{ cm}$$

$$d = 71.05 \text{ cm}$$

Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave

Larghezza utile della sezione

Altezza utile della sezione

$$\phi_{staf} = 12 \text{ mm}$$

$$2 \text{ n}^\circ$$

$$A_{sw} = 226.08 \text{ mm}^2$$

$$s = 10 \text{ cm}$$

$$\alpha = 90 \text{ }^\circ$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

Diametro staffe

n°braccia staffe

Area armatura trasversale

Interasse tra due armature trasversali consecutive

angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave

Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

La massima sollecitazione a taglio per i pali del risvolto destro, nel tratto di palo da 3m di profondità fino a piede palo è pari a $T=142\text{kN}$.

La verifica porge:

$V_{rd} = 565.72$ kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
$V_{ed} = 142.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
$V_{rsd} = 565.72$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
$V_{rcd} = 1119.96$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
$N_{ed} = 0.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo normale
sezione verificata a taglio	

$\theta = 21.80$ °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
$b_w = 90.00$ cm	Larghezza utile della sezione
$d = 71.05$ cm	Altezza utile della sezione

$\phi_{staf} = 12$ mm	Diametro staffè
2 n°	n°braccia staffè
$A_{sw} = 226.08$ mm ²	Area armatura trasversale
$s = 20$ cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
$\alpha = 90$ °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
$f_{yk} = 450$ N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

7.7.5 VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE DEI PALI

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le combinazioni di carico risultate più critiche.

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D.M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2); risultano i seguenti tipi di verifiche:

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 1 – A1M1).

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 2 – A2M1).

Si prevede una lunghezza dei pali di fondazione pari a:

risvolto sinistra $L_{sx} = 20.00m$

fusto $L_s = 25.00m$

Di seguito le tabelle di verifica riportate fanno riferimento ai parametri geotecnici del terreno individuati nella "Relazione Geotecnica" Cod.Elabor. BRVpe-0903R8.

7.7.5.1 PALI DEI RISVOLTI

Lunghezza dei pali: $L=20.00m$.

CARICO DI PROGETTO Ed

	Ed,Compressione kN	Ed,Trazione kN
APP.1-COMB1 SLU	3579	566
APP.1-COMB2 SLU	2750	410

7.7.5.2 PALI DEL FUSTO

Lunghezza dei pali: $L=25.00m$.

CARICHI DI PROGETTO Ed

	Ed,Compressione kN	Ed,Trazione kN
APP.1-COMB1 SLU	2855	
APP.1-COMB2 SLU	2197	

7.7.6 VERIFICA CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI

Dalla caratterizzazione del suolo risulta che lo strato prevalente risulterebbe del tipo 3 o 4: a favore di sicurezza si assumono i parametri dello strato 2.

n.	DESCRIZIONE	DA	A	cu	ϕ'	γ
2	Sabbia da grossa a fine ghiaiosa	-1.5	-3.6	0.0	38.0	19.0
		-12.0	-13.6			

3	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa f5-6cm	-3.6	-12.0	0.0	42.0	19.0
4	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa f3-4cm	-13.6	-19.0	0.0	40.0	20.0
5	Ghiaia sabbiosa I	-19.0	25.0	0.0	41.0	19.0

La verifica del carico limite laterale dei pali viene svolta con il metodo di Broms con le ipotesi di palo flessibile incastrato in sommità e terreno incoerente.

Nel caso di palo flessibile il carico ultimo si ottiene per la formazione di cerniere plastiche nel palo. La formula di equilibrio delle azioni da cui ricavare il carico ultimo orizzontale per pali incastrati in sommità è la seguente:

$$H_{ult} \left(h + \sqrt{\frac{2H_{ult}}{\gamma DK_{p\delta}}} \right) - \frac{1}{3} H_{ult} \sqrt{\frac{2H_{ult}}{\gamma DK_{p\delta}}} = 2M_{ult}$$

In cui:

H_{ult} = carico ultimo orizzontale;

M_{ult} = Momento ultimo palo o momento plastico;

gli altri parametri sono descritti nella tabella riassuntivo di verifica

Per il calcolo della resistenza dei pali soggetti a carichi trasversali si considera il coefficiente parziale $R_2=1.6$ come indicato nel par. 6.4.3.1.2 del D.M. 14 Gennaio 2008.

Pali dei risvolti (L=20.00m):

Il taglio massimo in sommità dei pali è dovuto all'azione statica ed è pari a:

			CORRISPONDENTE V3	QUADRATURA	
V2	max	449.583	804.366	921	kN
	min	182.925	322.674	371	kN
			CORRISPONDENTE V2		
V3	max	804.366	449.583	921	kN
	min	314.378	195.562	370	kN
			VALORE MASSIMO	921	kN

Pali del fusto (L=25.00m):

Il taglio massimo in sommità dei pali è dovuto all'azione statica ed è pari a:

			CORRISPONDENTE V3	QUADRATURA	
V2	max	227.532	831.809	862	kN
	min	-277.539	495.415	568	kN
			CORRISPONDENTE V2		
V3	max	857.236	210.617	883	kN
	min	133.834	-169.192	216	kN
			VALORE MASSIMO	883	kN

Siccome le fondazioni in condizioni sismiche devono rimanere in campo elastico, si è scelto di mantenere tali anche i pali.

(*) Il momento ultimo considerato nell'equazione di equilibrio è il momento ultimo elastico del palo, cioè quello che determina nei materiali le tensioni della condizione di carico rara pari a:

NOME MATERIALE	SIGMA AMM. TRAZIONE (N/MM ²)	SIGMA AMM. COMPRESSIONE (N/MM ²)
B450C	360	-
C25/30	0	15

Calcolo del Momento Ultimo:

The screenshot shows a software window with the following sections:

- Titolo:** [Empty field]
- Sezione circolare cava:**
 - Raggio esterno: 50 [cm]
 - Raggio interno: 0 [cm]
 - N° barre uguali: 48
 - Diametro barre: 2.6 [cm]
 - Coprimero [baric.]: 7 [cm]
- N° barre:** 48
- Tipo Sezione:**
 - Rettan.re
 - Trapezi
 - a T
 - Circolare
 - Rettangoli
 - Coord.
- Sollecitazioni:**
 - S.L.U. [Selected]
 - Metodo n [Selected]
 - N_{Ed}: 0 kN
 - M_{xEd}: 0 kNm
 - M_{yEd}: 0 kNm
- P.to applicazione N:**
 - Centro
 - Baricentro cls
 - Coord.[cm] (xN: 0, yN: 0)
- Metodo di calcolo:**
 - S.L.U.+
 - S.L.U.-
 - Metodo n
- Materiali:**
 - B450C:** ε_{su}: 67.5%, f_{yd}: 391.3 N/mm², E_s: 200.000 N/mm², E_s/E_c: 15, ε_{syd}: 1.957%, σ_{s,adm}: 255 N/mm²
 - C25/30:** ε_{c2}: 2%, ε_{cu}: 3.5%, f_{cd}: 14.17, f_{cc}/f_{cd}: 0.8, σ_{c,adm}: 9.75, τ_{co}: 0.6, τ_{c1}: 1.829
- Vertici:** 52
- Verifica:** [Button]
- Precompresso:**

Verifica Pali dei risvolti:

Terreno Incoerente e palo flessibile		
Angolo di attrito terreno	φ =	40 °
Coefficiente GEO	γ _{M2} =	1
Angolo di attrito fattorizzato	φ' =	40.00
Coefficiente di spinta passiva	k _p =	4.60
Coefficiente di spinta passiva fattorizzata	k _{pδ} =	13.80
Peso specifico terreno	γ _{ter} =	20.00 kN/mc
Diametro del palo	D =	1.00 m
Lunghezza del palo	L =	20.00 m
Altezza fuori terra	h =	0.00 m
Coefficiente portanza laterale (6.4.3.1.2 DM)	R ₂ (γ _T) =	1.6
Momento ultimo sezione palo (*)	M _{ult} =	1965 kNm

Sezione incastrata in sommità

Momento ultimo teoria di Broms	$M_{ult} =$	3930.00	kNm
Taglio ultimo	$H_{ult} =$	1686.22	kN
Taglio ultimo fattorizzato	$H_{ult,d} =$	1053.89	kN
Taglio di calcolo in testa al palo	$V_{Ed} =$	921.00	kN

VERIFICA SODDISFATTAVerifica Pali del fusto:**Terreno Incoerente e palo flessibile**

Angolo di attrito terreno	$\phi =$	40	°
Coefficiente GEO	$\gamma_{M2} =$	1	
Angolo di attrito fattorizzato	$\phi' =$	40.00	
Coefficiente di spinta passiva	$k_p =$	4.60	
Coefficiente di spinta passiva fattorizzata	$k_{p\phi} =$	13.80	
Peso specifico terreno	$\gamma_{ter} =$	20.00	kN/mc
Diametro del palo	$D =$	1.00	m
Lunghezza del palo	$L =$	25.00	m
Altezza fuori terra	$h =$	0.00	m
Coefficiente portanza laterale (6.4.3.1.2 DM)	$R_2 (\gamma_T) =$	1.6	
Momento ultimo sezione palo (*)	$M_{ult} =$	1965	kNm

Sezione incastrata in sommità

Momento ultimo teoria di Broms	$M_{ult} =$	3930.00	kNm
Taglio ultimo	$H_{ult} =$	1686.22	kN
Taglio ultimo fattorizzato	$H_{ult,d} =$	1053.89	kN
Taglio di calcolo in testa al palo	$V_{Ed} =$	883.00	kN

VERIFICA SODDISFATTA