

RELAZIONE DI CALCOLO DELLA SPALLA

TITOLO: PONTE CANALE
SPALLA LATO DX. (OROGRAFICO STURA)

UNITA' DI MISURA

1) DATI GENERALI

PESO SPECIFICO CALCESTRUZZO	25.00	Lunghezze =[m]
PESO SPECIFICO TERRAPIENO	20.00	Forze = [KN]
PLINTO: SBALZO ANTERIORE	1.50	Momenti = [KNm]
PLINTO: SBALZO POSTERIORE	1.00	Pesi specifici = [KN/m³]
ALTEZZA BAGGIOLI APPOGGI	0.08	Asse x: longitudinale
ACCELERAZIONE SISMICA ORIZZONTALE	0.080	Asse y: verticale
ACCELERAZIONE SISMICA VERTICALE	0.040	Asse z: trasversale

COEFFICIENTI PARZIALI SOLLECITAZIONI STATICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

	STR/GEO (A1+M1)		GEO (A2+M2)		EQU (A2+M2)	
	SFAV.	FAV.	SFAV.	FAV.	SFAV.	FAV.
CARICHI PERMANENTI	1.30	1.00	1.00	1.00	1.10	0.90
CARICHI ACCIDENTALI	1.50	0.00	1.30	0.00	1.50	0.00
SPINTE TERRENO	1.30	1.00	1.00	1.00	1.10	0.90
SPINTE ACCIDENTALI	1.50	0.00	1.30	0.00	1.50	0.00
PRESOLLECITAZIONI (TIRANTI)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

COEFFICIENTI ALLO S.L.E. CARICHI ACCIDENTAL RARA 1.00 FREQUENTE 0.75 QUASI PERM. 0.00

2) CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRUTTURA

	lx	ly	lz	fy	xg	yg
PLINTO	4.05	1.30	5.00	658.13	2.03	0.65
MURO 1	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.30
MURO 2	1.55	6.70	2.60	675.03	2.28	4.65
MURO 3 (PARAGHIAIA)	0.50	1.55	2.60	50.38	3.30	8.78
MURO 4 (TRIANGOLO)	0.00	8.25	2.60	0.00	3.05	4.05
RISVOLTO SX (RETTANGOLO)	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	1.30
RISVOLTO SX (TRIANGOLO)	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	1.30
RISVOLTO DX (RETTANGOLO)	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	1.30
RISVOLTO DX (TRIANGOLO)	1.00	0.00	0.00	0.00	3.55	1.30
RISVOLTO CEN.	0.00	0.00	0.00	0.00	3.05	1.30
CORDOLO SX	1.50	0.00	0.00	0.00	3.30	1.30
CORDOLO DX	1.50	0.00	0.00	0.00	3.30	1.30
ORECCHIO SX (RETTANGOLO)	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	1.30
ORECCHIO SX (TRIANGOLO)	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	1.30
ORECCHIO DX (RETTANGOLO)	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	1.30
ORECCHIO DX (TRIANGOLO)	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	1.30
TRAVE SUPERIORE	0.00	0.00	2.60	0.00	3.05	9.55

3) CARATTERISTICHE GEOMETRICHE TRASVERSALI DEL TERRAPIENO

	lx	ly	lz	fy	xg	yg
TERRAPIENO	1.00	8.25	2.60	429.00	3.55	5.43

4) CARATTERISTICHE DEL SOVRACCARICO SUL TERRAPIENO

	lx	int.	lz	fy	xg	yg
SOVRACCARICO STATICO	1.00	10.00	2.60	26.00	3.55	9.55
SOVRACCARICO SISMICO	1.00	0.00	2.60	0.00	3.55	9.55

5) CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA FONDAZIONE

AREA DELLA FONDAZIONE	20.25
W IN DIREZIONE LONGITUDINALE	13.67
W IN DIREZIONE TRASVERSALE	16.88

6) SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO AGENTI SULLA STRUTTURA

FONDAZIONE - STATICHE - A1+M1	COEFFICIENTE DI SPINTA		0.271 (COULOMB: SPINTA ATTIVA)			
SPINTA DEL TERRENO (M1)	q	ly	lz	x	fx	y
	51.76	9.55	2.60	4.05	642.61	3.18
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)		9.55	2.60	4.05	67.29	4.78
FONDAZIONE - SISMICHE V.ALTO - A1+M1	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.047 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M1)	q	ly	lz	x	fx	y
	8.56	9.55	2.60	4.05	106.30	3.18
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)		9.55	2.60	4.05	0.00	4.78
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)		9.55	2.60	4.05	0.00	4.78
FONDAZIONE - SISMICHE V.BASSO - A1+M1	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.043 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M1)	q	ly	lz	x	fx	y
	8.50	9.55	2.60	4.05	105.55	3.18
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)		9.55	2.60	4.05	0.00	4.78
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)		9.55	2.60	4.05	0.00	4.78
FONDAZIONE - STATICHE - A2+M2	COEFFICIENTE DI SPINTA		0.343 (COULOMB: SPINTA ATTIVA)			
SPINTA DEL TERRENO (M2)	q	ly	lz	x	fx	y
	65.59	9.55	2.60	4.05	814.29	3.18
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)		9.55	2.60	4.05	85.27	4.78
FONDAZIONE - SISMICHE V.ALTO - A2+M2	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.053 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M2)	q	ly	lz	x	fx	y
	9.66	9.55	2.60	4.05	119.96	3.18
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)		9.55	2.60	4.05	0.00	4.78
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)		9.55	2.60	4.05	0.00	4.78
FONDAZIONE - SISMICHE V.BASSO - A2+M2	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.048 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M2)	q	ly	lz	x	fx	y
	9.61	9.55	2.60	4.05	119.37	3.18
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)		9.55	2.60	4.05	0.00	4.78
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)		9.55	2.60	4.05	0.00	4.78
ELEVAZIONE - STATICHE	COEFFICIENTE DI SPINTA		0.271 (COULOMB: SPINTA ATTIVA)			
SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lz	x	fx	y
	44.72	8.25	2.60	3.05	479.57	4.05
SPINTA DEL SOVRACCARICO		8.25	2.60	3.05	58.13	5.43
ELEVAZIONE - SISMICHE V.ALTO	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.047 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lz	x	fx	y
	7.40	8.25	2.60	3.05	79.33	4.05
SPINTA DEL SOVRACCARICO		8.25	2.60	3.05	0.00	5.43
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO		8.25	2.60	3.05	0.00	5.43
ELEVAZIONE - SISMICHE V.BASSO	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.043 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lz	x	fx	y
	7.34	8.25	2.60	3.05	78.77	4.05
SPINTA DEL SOVRACCARICO		8.25	2.60	3.05	0.00	5.43
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO		8.25	2.60	3.05	0.00	5.43
RISVOLTO SX - STATICHE	COEFFICIENTE DI SPINTA		0.271 (COULOMB: SPINTA ATTIVA)			
SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lx	x	fx	y
	0.00	0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
RISVOLTO SX - SISMICHE V.ALTO	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.047 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lx	x	fx	y
	0.00	0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
RISVOLTO SX - SISMICHE V.BASSO	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.047 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lx	x	fx	y
	0.00	0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
RISVOLTO DX - STATICHE	COEFFICIENTE DI SPINTA		0.271 (COULOMB: SPINTA ATTIVA)			
SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lx	x	fx	y
	0.00	0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
RISVOLTO DX - SISMICHE V.ALTO	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.047 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lx	x	fx	y
	0.00	0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
RISVOLTO DX - SISMICHE V.BASSO	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.047 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lx	x	fx	y
	0.00	0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO		0.00	1.00	3.55	0.00	1.30
PARAGHIAIA - STATICHE	COEFFICIENTE DI SPINTA		0.271 (COULOMB: SPINTA ATTIVA)			
SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lz	x	fx	y
	8.40	1.55	2.60	3.05	16.93	8.52
SPINTA DEL SOVRACCARICO		1.55	2.60	3.05	10.92	8.78
PARAGHIAIA - SISMICHE V.ALTO	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.047 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lz	x	fx	y
	1.39	1.55	2.60	3.05	2.80	8.52
SPINTA DEL SOVRACCARICO		1.55	2.60	3.05	0.00	8.78
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO		1.55	2.60	3.05	0.00	8.78
PARAGHIAIA - SISMICHE V.BASSO	INCR. COEFFICIENTE DI SPIN		0.043 (MONONOBE-OKABE: SPINTA ATTIVA)			
INCR. SPINTA DEL TERRENO	q	ly	lz	x	fx	y
	1.38	1.55	2.60	3.05	2.78	8.52
SPINTA DEL SOVRACCARICO		1.55	2.60	3.05	0.00	8.78
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO		1.55	2.60	3.05	0.00	8.78

7) FORZE E MOMENTI LONGITUDINALI AGENTI SULLA STRUTTURA

PERMANENTI IMPALCATO	fy	x	fx	y
STATICI				
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1666.00	2.00	-	-
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)	-	-	49.98	8.08
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)	-	-	0.00	0.00
DINAMICI (SISMICI)				
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1901.50	2.00	-	-
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)	-	-	57.05	8.08
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)	-	-	0.00	0.00
ACCIDENTALI IMPALCATO	fy	x	fx	y
STATICI				
R. VERTICALE IMPALCATO(ACC)	379.30	2.00	-	-
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (ACC)	-	-	11.38	8.08
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (ACC.)	-	-	0.00	0.00
DINAMICI (SISMICI)				
R. VERTICALE IMPALCATO(ACC)	0.00	2.00	-	-
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (ACC)	-	-	0.00	8.08
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (ACC.)	-	-	0.00	0.00
TIRANTI	fy	x	fx	y
R. ORIZZONTALE TIRANTI	-	-	0.00	0.00
R. VERTICALE TIRANTI	0.00	0.00	-	-

8) FORZE E MOMENTI TRASVERSALI AGENTI SULLA STRUTTURA

PERMANENTI IMPALCATO		ACCIDENTALI IMPALCATO	
STATICI		STATICI	
R. TRASVERSALE (PERM)	0.00	R. TRASVERSALE (ACC)	82.80
MOMENTO TRASVERSALE (PERM)	89.30	MOMENTO TRASVERSALE (ACC)	272.10
DINAMICI (SISMICI)		DINAMICI (SISMICI)	
R. TRASVERSALE (PERM)	118.70	R. TRASVERSALE (ACC)	0.00
MOMENTO TRASVERSALE (PERM)	409.80	MOMENTO TRASVERSALE (ACC)	0.00

VERIFICA DELLA FONDAZIONE A PONTE SCARICO - COMBINAZIONE STATICA

Nella tabella seguente si riportano le forze ed i momenti longitudinali (stabilizzanti e ribaltanti) agenti sulla fondazione della spalla. Le sollecitazioni sono riferite al punto anteriore della fondazione.

	fy	xg	fx	yg	ms	mr
PLINTO	658.13	2.03			1332.70	0.00
MURO 1	0.00	1.50			0.00	0.00
MURO 2	675.03	2.28			1535.68	0.00
MURO 3 (PARAGHIAIA)	50.38	3.30			166.24	0.00
MURO 4 (TRIANGOLO)	0.00	3.05			0.00	0.00
RISVOLTO SX (RETTANGOLO)	0.00	3.55			0.00	0.00
RISVOLTO SX (TRIANGOLO)	0.00	3.55			0.00	0.00
RISVOLTO DX (RETTANGOLO)	0.00	3.55			0.00	0.00
RISVOLTO DX (TRIANGOLO)	0.00	3.55			0.00	0.00
RISVOLTO CEN.	0.00	3.05			0.00	0.00
CORDOLO SX	0.00	3.30			0.00	0.00
CORDOLO DX	0.00	3.30			0.00	0.00
ORECCHIO SX (RETTANGOLO)	0.00	4.05			0.00	0.00
ORECCHIO SX (TRIANGOLO)	0.00	4.05			0.00	0.00
ORECCHIO DX (RETTANGOLO)	0.00	4.05			0.00	0.00
ORECCHIO DX (TRIANGOLO)	0.00	4.05			0.00	0.00
TRAVE SUPERIORE	0.00	3.05			0.00	0.00
TERRAPIENO	429.00	3.55			1522.95	0.00
SPINTA DEL TERRENO (M1)			642.61	3.18	0.00	2045.65
SPINTA DEL TERRENO (M2)			814.29	3.18	0.00	2592.16
SOVRACCARICO STATICO	26.00	3.55			92.30	0.00
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			67.29	4.78	0.00	321.31
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)			85.27	4.78	0.00	407.15
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1666.00	2.00			3332.00	0.00
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)			49.98	8.08	0.00	403.84
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)			0.00	0.00	0.00	0.00
R. ORIZZONTALE TIRANTI			0.00	0.00	0.00	0.00
R. VERTICALE TIRANTI	0.00	0.00			0.00	0.00

Combinazioni allo S.L.U.: le sollecitazioni riferite al baricentro della fondazione risultano:

	1) GEO (A1+M1)	2) GEO (A1+M1)	3) GEO (A2+M2)	4) EQU (A2+M2)
SFORZO VERTICALE V=	4561.08	3478.53	3512.33	3130.67
SFORZO LONGITUDINALE HL=	1001.30	1001.30	975.12	1078.60
SFORZO TRASVERSALE HT=	0.00	0.00	0.00	0.00
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2507.59	2820.74	2628.19	3145.32
MOMENTO TRASVERSALE MT=	116.09	116.09	89.30	98.23
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	2.950	2.428	2.553	
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.949	4.933	4.949	
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	312.36	290.39	277.93	

Combinazioni allo S.L.E.: le sollecitazioni riferite al baricentro della fondazione risultano:

	RARA	FREQUENTE	QUASI PERM.
SFORZO VERTICALE V=	3504.53	3498.03	3478.53
SFORZO LONGITUDINALE HL=	759.88	743.06	692.59
SFORZO TRASVERSALE HT=	0.00	0.00	0.00
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	1885.59	1815.17	1603.93
MOMENTO TRASVERSALE MT=	89.30	89.30	89.30
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	2.974	3.012	3.128
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.949	4.949	4.949
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	238.11	234.66	224.73

VERIFICA DELLA FONDAZIONE A PONTE CARICO - COMBINAZIONI STATICHE

Nella tabella seguente si riportano le forze ed i momenti longitudinali (stabilizzanti e ribaltanti) agenti sulla fondazione della spalla. Le sollecitazioni sono riferite al punto anteriore della fondazione.

	fy	xg	fx	yg	ms	mr
PLINTO	658.13	2.03			1332.70	0.00
MURO 1	0.00	1.50			0.00	0.00
MURO 2	675.03	2.28			1535.68	0.00
MURO 3 (PARAGHIAIA)	50.38	3.30			166.24	0.00
MURO 4 (TRIANGOLO)	0.00	3.05			0.00	0.00
RISVOLTO SX (RETTANGOLO)	0.00	3.55			0.00	0.00
RISVOLTO SX (TRIANGOLO)	0.00	3.55			0.00	0.00
RISVOLTO DX (RETTANGOLO)	0.00	3.55			0.00	0.00
RISVOLTO DX (TRIANGOLO)	0.00	3.55			0.00	0.00
RISVOLTO CEN.	0.00	3.05			0.00	0.00
CORDOLO SX	0.00	3.30			0.00	0.00
CORDOLO DX	0.00	3.30			0.00	0.00
ORECCHIO SX (RETTANGOLO)	0.00	4.05			0.00	0.00
ORECCHIO SX (TRIANGOLO)	0.00	4.05			0.00	0.00
ORECCHIO DX (RETTANGOLO)	0.00	4.05			0.00	0.00
ORECCHIO DX (TRIANGOLO)	0.00	4.05			0.00	0.00
TRAVE SUPERIORE	0.00	3.05			0.00	0.00
TERRAPIENO	429.00	3.55			1522.95	0.00
SPINTA DEL TERRENO (M1)			642.61	3.18	0.00	2045.65
SPINTA DEL TERRENO (M2)			814.29	3.18	0.00	2592.16
SOVRACCARICO STATICO	26.00	3.55			92.30	0.00
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			67.29	4.78	0.00	321.31
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)			85.27	4.78	0.00	407.15
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1666.00	2.00			3332.00	0.00
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)			49.98	8.08	0.00	403.84
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)			0.00	0.00	0.00	0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(ACC)	379.30	2.00			758.60	0.00
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (ACC)			11.38	8.08	0.00	91.94
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (ACC.)			0.00	0.00	0.00	0.00
R. ORIZZONTALE TIRANTI			0.00	0.00	0.00	0.00
R. VERTICALE TIRANTI	0.00	0.00			0.00	0.00

Combinazioni allo S.L.U.: le sollecitazioni riferite al baricentro della fondazione risultano:

	5) GEO (A1+M1)	6) GEO (A1+M1)	7) GEO (A2+M2)	8) EQU (A2+M2)
SFORZO VERTICALE V=	5130.03	3478.53	4005.42	3130.67
SFORZO LONGITUDINALE HL=	1018.37	1018.37	989.91	1095.67
SFORZO TRASVERSALE HT=	124.20	124.20	107.64	124.20
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2659.73	2958.65	2760.04	3283.23
MOMENTO TRASVERSALE MT=	1517.84	1517.84	1304.15	1499.98
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	3.013	2.349	2.672	
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.408	4.127	4.349	
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	386.23	358.81	344.72	

Combinazioni allo S.L.E.: le sollecitazioni riferite al baricentro della fondazione risultano:

	RARA	FREQUENTE	QUASI PERM.
SFORZO VERTICALE V=	3883.83	3782.50	3478.53
SFORZO LONGITUDINALE HL=	771.26	751.59	692.59
SFORZO TRASVERSALE HT=	82.80	62.10	0.00
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	1987.01	1891.24	1603.93
MOMENTO TRASVERSALE MT=	1023.80	790.18	89.30
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	3.027	3.050	3.128
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.473	4.582	4.949
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	286.88	270.65	224.73

VERIFICA DELLA FONDAZIONE A PONTE CARICO - COMBINAZIONE SISMICA V.ALTO

Nella tabella seguente si riportano le forze ed i momenti longitudinali (stabilizzanti e ribaltanti) agenti sulla fondazione della spalla. Le sollecitazioni sono riferite al punto anteriore della fondazione. Il sisma si considera agente verso valle e verso l'alto.

	fy	xg	fx	yg	ms	mr
PLINTO	658.13	2.03	52.72	0.65	1332.70	34.27
MURO 1	0.00	1.50	0.00	1.30	0.00	0.00
MURO 2	675.03	2.28	54.07	4.65	1535.68	251.42
MURO 3 (PARAGHIAIA)	50.38	3.30	4.04	8.78	166.24	35.41
MURO 4 (TRIANGOLO)	0.00	3.05	0.00	4.05	0.00	0.00
RISVOLTO SX (RETTANGOLO)	0.00	3.55	0.00	1.30	0.00	0.00
RISVOLTO SX (TRIANGOLO)	0.00	3.55	0.00	1.30	0.00	0.00
RISVOLTO DX (RETTANGOLO)	0.00	3.55	0.00	1.30	0.00	0.00
RISVOLTO DX (TRIANGOLO)	0.00	3.55	0.00	1.30	0.00	0.00
RISVOLTO CEN.	0.00	3.05	0.00	1.30	0.00	0.00
CORDOLO SX	0.00	3.30	0.00	1.30	0.00	0.00
CORDOLO DX	0.00	3.30	0.00	1.30	0.00	0.00
ORECCHIO SX (RETTANGOLO)	0.00	4.05	0.00	1.30	0.00	0.00
ORECCHIO SX (TRIANGOLO)	0.00	4.05	0.00	1.30	0.00	0.00
ORECCHIO DX (RETTANGOLO)	0.00	4.05	0.00	1.30	0.00	0.00
ORECCHIO DX (TRIANGOLO)	0.00	4.05	0.00	1.30	0.00	0.00
TRAVE SUPERIORE	0.00	3.05	0.00	9.55	0.00	0.00
TERRAPIENO	429.00	3.55	34.36	5.43	1522.95	186.42
SOVRACCARICO SISMICO	0.00	3.55	0.00	9.55	0.00	0.00
SPINTA DEL TERRENO (M1)			642.61	3.18	0.00	2045.65
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			0.00	4.78	0.00	0.00
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M1)			106.30	3.18	0.00	338.40
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			0.00	4.78	0.00	0.00
SPINTA DEL TERRENO (M2)			814.29	3.18	0.00	2592.16
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)			0.00	4.78	0.00	0.00
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M2)			119.96	3.18	0.00	381.88
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)			0.00	4.78	0.00	0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1901.50	2.00			3803.00	0.00
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)			57.05	8.08	0.00	460.92
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)			0.00	0.00	0.00	0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(ACC)	0.00	2.00			0.00	0.00
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (ACC)			0.00	8.08	0.00	0.00
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (ACC.)			0.00	0.00	0.00	0.00
R. ORIZZONTALE TIRANTI			0.00	0.00	0.00	0.00
R. VERTICALE TIRANTI	0.00	0.00			0.00	0.00

Combinazioni allo S.L.U.: le sollecitazioni riferite al baricentro della fondazione risultano quindi:

	9) GEO (A1+M1)	10) GEO (A2+M2)
SFORZO VERTICALE V=	3641.43	3641.43
SFORZO LONGITUDINALE HL=	951.14	1136.48
SFORZO TRASVERSALE HT=	118.70	118.70
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2548.35	3138.34
MOMENTO TRASVERSALE MT=	1448.70	1359.40
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	2.650	2.326
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.204	4.253
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	326.79	368.02

VERIFICA DELLA FONDAZIONE A PONTE CARICO - COMBINAZIONE SISMICA V.BASSO

Nella tabella seguente si riportano le forze ed i momenti longitudinali (stabilizzanti e ribaltanti) agenti sulla fondazione della spalla. Le sollecitazioni sono riferite al punto anteriore della fondazione. Il sisma si considera agente verso valle e verso l'alto.

	fy	xg	fx	yg	ms	mr
PLINTO	658.13	2.03	52.72	0.65	1332.70	34.27
MURO 1	0.00	1.50	0.00	1.30	0.00	0.00
MURO 2	675.03	2.28	54.07	4.65	1535.68	251.42
MURO 3 (PARAGHIAIA)	50.38	3.30	4.04	8.78	166.24	35.41
MURO 4 (TRIANGOLO)	0.00	3.05	0.00	4.05	0.00	0.00
RISVOLTO SX (RETTANGOLO)	0.00	3.55	0.00	1.30	0.00	0.00
RISVOLTO SX (TRIANGOLO)	0.00	3.55	0.00	1.30	0.00	0.00
RISVOLTO DX (RETTANGOLO)	0.00	3.55	0.00	1.30	0.00	0.00
RISVOLTO DX (TRIANGOLO)	0.00	3.55	0.00	1.30	0.00	0.00
RISVOLTO CEN.	0.00	3.05	0.00	1.30	0.00	0.00
CORDOLO SX	0.00	3.30	0.00	1.30	0.00	0.00
CORDOLO DX	0.00	3.30	0.00	1.30	0.00	0.00
ORECCHIO SX (RETTANGOLO)	0.00	4.05	0.00	1.30	0.00	0.00
ORECCHIO SX (TRIANGOLO)	0.00	4.05	0.00	1.30	0.00	0.00
ORECCHIO DX (RETTANGOLO)	0.00	4.05	0.00	1.30	0.00	0.00
ORECCHIO DX (TRIANGOLO)	0.00	4.05	0.00	1.30	0.00	0.00
TRAVE SUPERIORE	0.00	3.05	0.00	9.55	0.00	0.00
TERRAPIENO	429.00	3.55	34.36	5.43	1522.95	186.42
SOVRACCARICO SISMICO	0.00	3.55	0.00	9.55	0.00	0.00
SPINTA DEL TERRENO (M1)			642.61	3.18	0.00	2045.65
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			0.00	4.78	0.00	0.00
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M1)			105.55	3.18	0.00	336.02
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			0.00	4.78	0.00	0.00
SPINTA DEL TERRENO (M2)			814.29	3.18	0.00	2592.16
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)			0.00	4.78	0.00	0.00
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M2)			119.37	3.18	0.00	379.98
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M2)			0.00	4.78	0.00	0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1901.50	2.00			3803.00	0.00
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)			57.05	8.08	0.00	460.92
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)			0.00	0.00	0.00	0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(ACC)	0.00	2.00			0.00	0.00
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (ACC)			0.00	8.08	0.00	0.00
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (ACC.)			0.00	0.00	0.00	0.00
R. ORIZZONTALE TIRANTI			0.00	0.00	0.00	0.00
R. VERTICALE TIRANTI	0.00	0.00			0.00	0.00

Combinazioni allo S.L.U.: le sollecitazioni riferite al baricentro della fondazione risultano quindi:

	11) GEO (A1+M1)	12) GEO (A2+M2)
SFORZO VERTICALE V=	3786.62	3786.62
SFORZO LONGITUDINALE HL=	950.40	1135.89
SFORZO TRASVERSALE HT=	118.70	118.70
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2474.90	3065.38
MOMENTO TRASVERSALE MT=	1448.70	1448.70
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	2.743	2.431
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.235	4.235
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	326.00	367.82

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (LONGITUDINALE)	STATICA	SISMICA	SISMICA
	PONTE SCARICO	V.ALTO	V.BASSO
SFORZO VERTICALE V=	3130.67	3641.43	3786.62
MOMENTO LONGITUDINALE MS=	3145.32	3138.34	3065.38
MOMENTO DI RIBALTAMENTO MR=	6339.61	7373.90	7667.90
COEFFICIENTE DI SICUREZZA MR/MS >1	2.02	2.35	2.50

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO SUL TERRENO DI FONDAZIONE E DI PORTANZA

	A1+M1	A2+M2
COEFFICIENTI PARZIALI PARAMETRI GEOTECNICI		
ANGOLO DI ATTRITO	1.00	1.25
COESIONE DRENATA	1.00	1.25
COMPRESSIONE UNIASSIALE ROCCE	1.60	1.60
COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE	R1	R2
CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE	1.00	1.00
SCORRIMENTO FONDAZIONE	1.00	1.00
	A1+M1	A2+M2
PESO SPECIFICO EFFICACE DEL TERRENO	10.00	10.00
ANGOLO DI ATTRITO DEL TERRENO	35.00	29.26
COESIONE DRENATA	0.00	0.00
APPROFONDIMENTO DEL PIANO DI FONDAZIONE	1.00	1.00
ROCK QUALITY DESIGNATION INDEX (RQD; =0 se terreno sciolto)	0.00	0.00
LATO (MINORE) DELLA FONDAZIONE	4.05	4.05
COEFFICIENTI DI PORTANZA (TERZAGHI)		
Nc=	57.75	34.96
Nq=	41.44	20.58
Ng=	42.67	18.75
FATTORI DI FORMA (TERZAGHI)	Sc=	1.30
	Sg=	0.80
PRESSIONE LIMITE	Qlim=	1105.70
COEFFICIENTE DI ATTRITO		0.70
ADESIONE DEL TERRENO		0.00

PONTE SCARICO - COMBINAZIONE STATICA	1) GEO (A1+M1)	2) GEO (A1+M1)	3) GEO (A2+M2)
SFORZO VERTICALE V=	4561.08	3478.53	3512.33
SFORZO LONGITUDINALE HL=	1001.30	1001.30	975.12
SFORZO TRASVERSALE HT=	0.00	0.00	0.00
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2507.59	2820.74	2628.19
MOMENTO TRASVERSALE MT=	116.09	116.09	89.30
VERIFICA DI PORTANZA			
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	2.95	2.43	2.55
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.95	4.93	4.95
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	312.36	290.39	277.93
CARICO UNITARIO RESISTENTE QR=	1105.70	1105.70	509.66
COEFFICIENTE DI SICUREZZA QR/QS > 1	3.54	3.81	1.83
VERIFICA ALLO SCORRIMENTO			
SFORZO ORIZZONTALE RISULTANTE HS=	1001.30	1001.30	975.12
SFORZO ORIZZONTALE RESISTENTE HR=	3193.70	2435.69	1967.49
COEFFICIENTE DI SICUREZZA HR/HS >1	3.19	2.43	2.02

PONTE CARICO - COMBINAZIONE STATICA	5) GEO (A1+M1)	6) GEO (A1+M1)	7) GEO (A2+M2)
SFORZO VERTICALE V=	5130.03	3478.53	4005.42
SFORZO LONGITUDINALE HL=	1018.37	1018.37	989.91
SFORZO TRASVERSALE HT=	124.20	124.20	107.64
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2659.73	2958.65	2760.04
MOMENTO TRASVERSALE MT=	1517.84	1517.84	1304.15
VERIFICA DI PORTANZA			
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	3.01	2.35	2.67
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.41	4.13	4.35
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	386.23	358.81	344.72
CARICO UNITARIO RESISTENTE QR=	1105.70	1105.70	509.66
COEFFICIENTE DI SICUREZZA QR/QS > 1	2.86	3.08	1.48
VERIFICA ALLO SCORRIMENTO			
SFORZO ORIZZONTALE RISULTANTE HS=	1025.92	1025.92	995.75
SFORZO ORIZZONTALE RESISTENTE HR=	3592.09	2435.69	2243.70
COEFFICIENTE DI SICUREZZA HR/HS >1	3.50	2.37	2.25

PONTE CARICO - COMBINAZIONE SISMICA	SISMA VERT. V. ALTO		SISMA VERT. V. BASSO	
	9) GEO (A1+M1)	10) GEO (A2+M2)	11) GEO (A1+M1)	12) GEO (A2+M2)
SFORZO VERTICALE V=	3641.43	3641.43	3786.62	3786.62
SFORZO LONGITUDINALE HL=	951.14	1136.48	950.40	1135.89
SFORZO TRASVERSALE HT=	118.70	118.70	118.70	118.70
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2548.35	3138.34	2474.90	3065.38
MOMENTO TRASVERSALE MT=	1448.70	1359.40	1448.70	1448.70
VERIFICA DI PORTANZA				
LATO LONGITUDINALE EFFETTIVO REAGENTE	2.65	2.33	2.74	2.43
LATO TRASVERSALE EFFETTIVO REAGENTE	4.20	4.25	4.23	4.23
CARICO UNITARIO RISULTANTE QS=	326.79	368.02	326.00	367.82
CARICO UNITARIO RESISTENTE QR=	1105.70	509.66	1105.70	509.66
COEFFICIENTE DI SICUREZZA QR/QS > 1	3.38	1.38	3.39	1.39
VERIFICA ALLO SCORRIMENTO				
SFORZO ORIZZONTALE RISULTANTE HS=	958.52	1142.66	957.78	1142.07
SFORZO ORIZZONTALE RESISTENTE HR=	2549.76	2039.81	2651.42	2121.13
COEFFICIENTE DI SICUREZZA HR/HS >1	2.66	1.79	2.77	1.86

VERIFICA AL RIBALTAMENTO: COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO	2.02
VERIFICA DI PORTANZA DELLA FONDAZIONE: COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO	1.38
VERIFICA ALLO SCORRIMENTO DELLA FONDAZIONE: COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO	1.79

VERIFICA DEL MURO FRONTALE A PONTE SCARICO E A PONTE CARICO- COMBINAZIONI STATICHE

Nella tabella seguente si riportano le forze ed i momenti longitudinali (stabilizzanti e ribaltanti) agenti sull'elevazione della spalla. Le sollecitazioni sono riferite al punto anteriore dell'elevazione.

	fy	xg	fx	yg	ms	mr
MURO 1	0.00	0.00			0.00	
MURO 2	675.03	0.78			523.14	
MURO 3 (PARAGHIAIA)	50.38	1.80			90.68	
MURO 4 (TRIANGOLO)	0.00	1.55			0.00	
CORDOLO SX	0.00	0.78			0.00	
CORDOLO DX	0.00	0.78			0.00	
TRAVE SUPERIORE	0.00	1.55			0.00	
SPINTA DEL TERRENO (M1)			479.57	2.75		1318.81
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			58.13	4.13		239.78
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1666.00	0.50			833.00	
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)			49.98	6.78		338.86
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)			0.00	-1.30		0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(ACC)	379.30	0.50			189.65	
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (ACC)			11.38	6.78		77.15
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (ACC.)			0.00	-1.30		0.00
R. ORIZZONTALE TIRANTI			0.00	-1.30	0.00	
R. VERTICALE TIRANTI	0.00	-1.50			0.00	

Le sollecitazioni riferite al centro geometrico della sezione di verifica risultano quindi:

A PONTE SCARICO	RARA	FREQUENTE	QUASI PERM.	S.L.U. (A1+M1)
SFORZO VERTICALE V=	2391.40	2391.40	2391.40	3108.82
SFORZO LONGITUDINALE HL=	587.68	573.15	529.55	775.61
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2303.98	2244.03	2064.19	3043.13
A PONTE CARICO	RARA	FREQUENTE	QUASI PERM.	S.L.U. (A1+M1)
SFORZO VERTICALE V=	2770.70	2675.88	2391.40	3677.77
SFORZO LONGITUDINALE HL=	599.06	581.68	529.55	792.68
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2485.43	2380.12	2064.19	3315.31

VERIFICA DEL MURO FRONTALE A PONTE CARICO - COMBINAZIONE SISMICA - SISMA VERTICALE VERSO L'ALTO

Nella tabella seguente si riportano le forze ed i momenti longitudinali (stabilizzanti e ribaltanti) agenti sul muro frontale della spalla. Le sollecitazioni sono riferite al punto anteriore del muro frontale.

	fy	xg	fx	yg	ms	mr
MURO 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MURO 2	675.03	0.78	54.07	3.35	523.14	181.13
MURO 3 (PARAGHIAIA)	50.38	1.80	4.04	7.48	90.68	30.16
MURO 4 (TRIANGOLO)	0.00	1.55	0.00	2.75	0.00	0.00
CORDOLO SX	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDOLO DX	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
TRAVE SUPERIORE	0.00	1.55	0.00	8.25	0.00	0.00
SPINTA DEL TERRENO (M1)			479.57	2.75		1318.81
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			0.00	4.13		0.00
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M1)			79.33	2.75		218.16
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			0.00	4.13		0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1901.50	0.50			950.75	
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)			57.05	6.78		386.77
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)			0.00	-1.30		0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(ACC)	0.00	0.50			0.00	
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (ACC)			0.00	6.78		0.00
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (ACC.)			0.00	-1.30		0.00
R. ORIZZONTALE TIRANTI			0.00	-1.30	0.00	
R. VERTICALE TIRANTI	0.00	-1.50			0.00	
TOTALI STATICI (A1+M1)	2626.90		536.61		1564.57	1705.58
TOTALI SISMA LONGITUDINALE (A1+M1)	0.00		137.44		0.00	429.46
SISMA VERTICALE (V. ALTO)	-29.05	0.00	0.00		0.00	24.58

Le sollecitazioni riferite al centro geometrico della sezione di verifica risultano quindi:

	FASE STATICA	SISMA LONG.	SISMA VERT.	TOTALI S.L.U. (A1+M1)
SFORZO VERTICALE V=	2626.90	0.00	-29.05	2597.85
SFORZO ORIZZONTALE H=	536.61	137.44	0.00	674.05
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2176.86	429.46	2.07	2608.38

VERIFICA DEL MURO FRONTALE A PONTE CARICO - COMBINAZIONE SISMICA - SISMA VERTICALE VERSO IL BASSO

Nella tabella seguente si riportano le forze ed i momenti longitudinali (stabilizzanti e ribaltanti) agenti sul muro frontale della spalla. Le sollecitazioni sono riferite al punto anteriore del muro frontale.

	fy	xg	fx	yg	ms	mr
MURO 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MURO 2	675.03	0.78	54.07	3.35	523.14	181.13
MURO 3 (PARAGHIAIA)	50.38	1.80	4.04	7.48	90.68	30.16
MURO 4 (TRIANGOLO)	0.00	1.55	0.00	2.75	0.00	0.00
CORDOLO SX	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDOLO DX	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
TRAVE SUPERIORE	0.00	1.55	0.00	8.25	0.00	0.00
SPINTA DEL TERRENO (M1)			479.57	2.75		1318.81
SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			0.00	4.13		0.00
INCR. SPINTA DEL TERRENO (M1)			78.77	2.75		216.63
INCR. SPINTA DEL SOVRACCARICO (M1)			0.00	4.13		0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(PERM)	1901.50	0.50			950.75	
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (PERM)			57.05	6.78		386.77
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (PERM.)			0.00	-1.30		0.00
R. VERTICALE IMPALCATO(ACC)	0.00	0.50			0.00	
R. ORIZZONTALE IMPALCATO (ACC)			0.00	6.78		0.00
R. CONTRASTI LONGITUDINALI (ACC.)			0.00	-1.30		0.00
R. ORIZZONTALE TIRANTI			0.00	0.00	0.00	
R. VERTICALE TIRANTI	0.00	1.55			0.00	
TOTALI STATICI (A1+M1)	2626.90		536.61		1564.57	1705.58
TOTALI SISMA LONGITUDINALE (A1+M1)	0.00		136.88		0.00	427.92
SISMA VERTICALE (V. BASSO)	29.05				24.58	0.00

Le sollecitazioni riferite al centro geometrico della sezione di verifica risultano quindi:

	FASE STATICA	SISMA LONG.	SISMA VERT.	TOTALI S.L.U. (A1+M1)
SFORZO VERTICALE V=	2626.90	0.00	29.05	2655.95
SFORZO ORIZZONTALE H=	536.61	136.88	0.00	673.49
MOMENTO LONGITUDINALE ML=	2176.86	427.92	-2.07	2602.71

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO LONGITUDINALE

Combinazioni: Momento massimo

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni ys= 650.00 [mm]
 Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]
 Momento agente di calcolo (rispetto a y=ys) Msd(y=ys)= 434.20 [kNm]

Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione: yg= 650.00 mm) Msd(y=yg)= 434.20 [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: modello parabola-rettangolo

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave fck= 20.00 [N/mm²]
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata α_{cc} = 0.85
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave γ_c = 1.50
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave fcd= 11.333 [N/mm²]
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave fctd= 1.032 [N/mm²]

Elementi	b inf	h	b sup	y inf	y sup	ϵ inf	ϵ sup	σ inf	σ sup	NRd(y=0)	Mrd(y=0)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	‰	‰	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	1000.0	1300.0	1000.0	0.0	1300.0	10.2564	-0.8523	0.000	0.000	-413.26	522.93
2	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
3	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
4	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
5	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
6	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
7	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
8	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
9	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
10	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
totali		1300.0		0.0	1300.0					-413.26	522.93

Armatura ordinaria longitudinale: modello elastico-plastico indefinito

Modulo di elasticità acciaio Es= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario fyk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario γ_s = 1.15
 Deformazione massima di calcolo ϵ_{ud} = 10.00 ‰
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario fyd= 373.91 [N/mm²]

Armature	Numero	Diametro	livello	area	ϵ yd	ϵ acc	σ acc	Nrd(y=0)	Mrd(y=0)
strato	ferri	[mm]	[mm]	[mm ²]	‰	‰	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	4	20	30.0	1256.64	1.7805	10.0000	373.91	469.87	-14.10
2	4	12	1270.0	452.39	1.7805	-0.5959	-125.14	-56.61	71.90
3	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
4	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
5	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
6	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
7	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
8	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
9	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
10	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
totali			30.0	1709.03	1.78054	10.0000		413.26	57.80

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d) ξ = 0.0009
 Altezza totale della sezione h= 1300.0 [mm]
 Copriferro armatura tesa c= 30.0 [mm]
 Altezza utile (h-c) d= 1270.0 [mm]
 Profondità dell'asse neutro x= 1.1 [mm]
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d) δ = 0.0236
 Braccio della coppia interna z= 1235.38 [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo ϵ_{cls} = -0.8523 ‰ in y= 1300.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso ϵ_{acc} = 10.0000 ‰ in y= 30.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso ϵ_{ap} = 0.0000 ‰ in y= [mm]

Campo di deformazione specifica 2

Parametro di deformazione λ ($\epsilon = \lambda + \mu$) λ = 1.026E-02

Parametro di deformazione μ ($\epsilon = \lambda + \mu$) μ = -8.545E-06 [mm⁻¹]

Sforzo normale resistente (rispetto alla base - y=0) Nrd(y=0)= 0.00 [kN]

Momento resistente (rispetto alla base - y=0) Mrd(y=0)= 580.73 [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a y=ys) Nrd= 0.00 [kN]

Momento resistente (rispetto a y=ys) Mrd= 580.73 [kNm]

Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost) Mrd/Msd= 1.337

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: SFORZO DI TAGLIO

Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio agente Vd= 579.00 [kN]
 Carichi appesi o indiretti Cad= 0.00 [kN/m]

Distanza della sezione dal bordo di appoggio (verifica solo VRcd se: $av \leq d$; EN 1992-1-1;6.2.1(8)) av= 999999.00 [mm]
 Sezione ad altezza variabile: Inclinazione dei lembi della membratura ($p > 0$ per h crescente con M): p= 0.20
 Componente di taglio dovuto all'inclinazione dei lembi della membratura Vmd= -70.29 [kN]
 Sforzo di taglio agente di calcolo: ($Vsd = Vd + Vmd$) Vsd= 508.71 [kN]

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]
 Altezza utile sezione: $d = h - c$ d= 1270.00 [mm]
 Braccio della coppia interna z= 1235.38 [mm]
 Area armature longitudinali tese Asl= 1256.64 [mm²]
 Coefficiente: $k = 1 + (200/d)^{0.5}$ [≤ 2] k= 1.397
 Coefficiente: $V_{min} = 0.035 * (k^{1.5}) * (f_{ck}^{0.5})$ Vmin= 0.25841 [N/mm²]
 Rapporto geometrico armatura longitudinale: $\rho_l = Asl / (bw * d)$ [≤ 0.02] $\rho_l = 0.00099$
 Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$ [$\leq 0.2 * f_{cd}$] $\sigma_{cp} = 0.000$ [N/mm²]
Sforzo di taglio resistente Vrd= 328.18 [kN]
Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; solo calcestruzzo) Vrd/Vsd= 0.645

Armatura ordinaria trasversale (per taglio)

Modulo di elasticità acciaio armatura trasversale Esv= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario armatura trasversale fyvk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario armatura trasversale $\gamma_s = 1.15$

	Staffe	Ferri piegati
Resistenza di calcolo acciaio ordinario armatura trasversale	fysd= 373.91 [N/mm ²]	fypd= 299.13 [N/mm ²]
Disposizione armatura trasversale (staffe): numero bracci:	n= 2	n= 0
di diametro:	$\phi_s = 12$ [mm]	$\phi_p = 0$ [mm]
interasse:	ss= 500.00 [mm]	sp= 0.00 [mm]
Inclinazione rispetto all'asse della trave ($45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$)	$\alpha_s = 90.00^\circ$	$\alpha_p = 45.00^\circ$

Inclinazione dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$) $\cot \theta = 2.500$
 Controllo limite inferiore $\cot \theta$ in caso di significativo sforzo normale:
 Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$ $\sigma_{cp} = 0.000$ [N/mm²]
 Tensione tangenziale baricentrica $\tau_b = 0.587$ [N/mm²]
 Tensione principale massima baricentrica $\sigma_1 = 0.587$ [N/mm²]
 Inclinazione minima dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave $\cot \theta = 1.000$
 Inclinazione assunta dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$) $\cot \theta = 2.500$
 Prolungamento delle armature longitudinali dovuto all'inclinazione $a_1 = 1544.22$ [mm]
 Incremento momento flettente dovuto al taglio (traslazione diagramma momenti: solo se: $Msd + \Delta M <$ $\Delta M = 785.55$ [kNm])

Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio

Verifica del calcestruzzo compresso

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]
 Altezza utile sezione: $d = h - c$ d= 1270.00 [mm]
 Braccio della coppia interna z= 1235.38 [mm]
 Coefficiente α_c ($\sigma_{cp} / f_{cd} = 0.000$) $\alpha_c = 1.000$
 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: $f'_{cd} = 0.5 * f_{cd}$ $f'_{cd} = 5.667$ [N/mm²]
 Sforzo di taglio resistente (calcestruzzo compresso) Vrcd= 1191.31 [kN]

Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; calcestruzzo compresso) Vrcd/Vsd= 2.058

Verifica dell'armatura trasversale d'anima

Area delle armature trasversali (staffe) Asv= 226.19 [mm²]
 Area staffe necessaria per carichi appesi Ast'= 0.000 [mm²]
 Area staffe utile al netto dell'armatura necessaria per carichi appesi Ast''= 226.19 [mm²]
 Area delle armature trasversali (ferri piegati) Asw= 0.00 [mm²]
 Sforzo di taglio resistente (staffe) Vrsd= 522.42 [kN]
 Sforzo di taglio resistente (ferri piegati) Vrp= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio resistente totale armature trasversali Vrsd= 522.42 [kN]

Sforzo di taglio resistente: Vrd=minimo(Vrcd; Vrsd) Vrd= 522.42 [kN]
Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; armatura d'anima) Vrd/Vsd= 1.027

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. RARA

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y_c 64.436 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 64.44 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 322.80 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 19.56 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 110.44 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -2.583 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -32.81 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 212.87 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	100.00	130.00	100.00	0.00	130.00	110.44	130.00	0.000	-2.583
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		130.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	4	20	3.00	12.57	212.87
2	4	12	127.00	4.52	-32.81
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
	Totale		35.82	17.09	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. FREQUENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y_c 64.436 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 64.44 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 304.40 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 19.56 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 110.44 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -2.436 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -30.94 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 200.73 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	100.00	130.00	100.00	0.00	130.00	110.44	130.00	0.000	-2.436
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		130.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	4	20	3.00	12.57	200.73
2	4	12	127.00	4.52	-30.94
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
	Totale		35.82	17.09	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. FREQUENTE

Riferimento :
D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per
l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" .

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio	Aderenza migliorata
Sensibilità armatura	Poco sensibile
Condizioni ambientali	Aggressive
Combinazione di azioni	Frequenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio	fck=	20.0 N/mm ²
Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ($f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{2/3}$)	fctm=	2.210 N/mm ²
Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ($f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$)	fctk=	1.842 N/mm ²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo	scmax=	1.017 N/mm ²
---	--------	-------------------------

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo	Ec=	29962 N/mm ²
Modulo elastico delle armature	Es=	210000 N/mm ²
Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata	sigmas=	200.732 N/mm ²
Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	b,eff=	100.000 cm
Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]	h,eff=	7.500 cm
Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	Ac,eff = b,eff h,eff =	750.000 cm ²
Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff	As=	12.566 cm ²
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.016755
Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)	kt=	0.6
Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	0.000535
Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)	epsrm,lim=	0.000574

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)	s1=	23.000 cm
Diametro equivalente delle barre tese	fi=	20 mm
Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)	c=	2.000 cm
Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ($s = 5*(c+fi/2)$)	b=	15.000 cm
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.016755
Deformazione di trazione massima in sezione fessurata	eps1=	0.000459
Deformazione di trazione minima in sezione fessurata	eps2=	0.000000
Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)	k1=	0.800
Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata	k2=	0.500
Coefficiente	k3=	3.400
Coefficiente	k4=	0.425
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	27.092 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	0.000574
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	27.092 cm
Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ($w_k = epsrm Dsmax$)	wm=	0.155 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :
Condizioni ambiente: Aggressive
Combinazioni di azioni: Frequenti
Tipo di armatura: Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata	wk=	0.300 mm
---	-----	----------

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. QUASI PERMANENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y_c 64.436 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 64.44 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 252.80 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 19.56 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 110.44 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -2.023 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -25.69 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 166.70 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	100.00	130.00	100.00	0.00	130.00	110.44	130.00	0.000	-2.023
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		130.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	4	20	3.00	12.57	166.70
2	4	12	127.00	4.52	-25.69
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
	Totale		35.82	17.09	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. QUASI PERMANENTE

Riferimento :

D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per

l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" .

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio

Sensibilità armatura

Condizioni ambientali

Combinazione di azioni

Aderenza migliorata

Poco sensibile

Aggressive

Quasi permanenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio

fck= 20.0 N/mm²

Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ($f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{2/3}$)

fctm= 2.210 N/mm²

Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ($f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$)

fctk= 1.842 N/mm²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo

scmax= 0.844 N/mm²

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo

Ec= 29962 N/mm²

Modulo elastico delle armature

Es= 210000 N/mm²

Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata

sigmas= 166.705 N/mm²

Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure

b,eff= 100.000 cm

Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]

h,eff= 7.500 cm

Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure

Ac,eff = b,eff h,eff = 750.000 cm²

Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff

As= 12.566 cm²

Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff

ro,eff=As/Ac,eff= 0.016755

Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)

kt= 0.4

Deformazione unitaria media dell'armatura

epsrm= 0.000513

Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)

epsrm,lim= 0.000476

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)

s1= 23.000 cm

Diametro equivalente delle barre tese

fi= 20 mm

Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)

c= 2.000 cm

Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ($s = 5*(c+fi/2)$)

b= 15.000 cm

Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff

ro,eff=As/Ac,eff= 0.016755

Deformazione di trazione massima in sezione fessurata

eps1= 0.000381

Deformazione di trazione minima in sezione fessurata

eps2= 0.000000

Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)

k1= 0.800

Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata

k2= 0.500

Coefficiente

k3= 3.400

Coefficiente

k4= 0.425

Distanza massima tra le fessure

Dsmax= 27.092 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura

epsrm= 0.000513

Distanza massima tra le fessure

Dsmax= 27.092 cm

Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ($w_k = epsrm Dsmax$)

wm= 0.139 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

Condizioni ambiente: Aggressive

Combinazioni di azioni: Quasi permanenti

Tipo di armatura: Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata

wk= 0.200 mm

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO TRASVERSALE

Combinazioni: Momento massimo

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni ys= 607.82 [mm]
 Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]
 Momento agente di calcolo (rispetto a y=ys) Msd(y=ys)= 1125.60 [kNm]

Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione: yg= 607.82 mm) Msd(y=yg)= 1125.60 [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: modello parabola-rettangolo

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave fck= 20.00 [N/mm²]
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata α_{cc} = 0.85
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave γ_c = 1.50
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave fcd= 11.333 [N/mm²]
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave fctd= 1.032 [N/mm²]

Elementi	b inf	h	b sup	y inf	y sup	ϵ inf	ϵ sup	σ inf	σ sup	NRd(y=0)	Mrd(y=0)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	‰	‰	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	4050.0	1000.0	4050.0	0.0	1000.0	10.2630	1.4975	0.000	0.000	0.00	0.00
2	4050.0	300.0	1550.0	1000.0	1300.0	1.4975	-1.1321	0.000	-9.199	-1297.17	1621.83
3	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
4	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
5	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
6	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
7	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
8	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
9	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
10	0.0	0.0	0.0	1300.0	1300.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
totali		1300.0		0.0	1300.0					-1297.17	1621.83

Armatura ordinaria longitudinale: modello elastico-plastico indefinito

Modulo di elasticità acciaio Es= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario fyk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario γ_s = 1.15
 Deformazione massima di calcolo ϵ_{ud} = 10.00 ‰
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario fyd= 373.91 [N/mm²]

Armature	Numero	Diametro	livello	area	ϵ yd	ϵ acc	σ acc	Nrd(y=0)	Mrd(y=0)
strato	ferri	[mm]	[mm]	[mm ²]	‰	‰	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	20	16	30.0	4021.24	1.7805	10.0000	373.91	1503.59	-45.11
2	10	12	1270.0	1130.97	1.7805	-0.8691	-182.52	-206.43	262.16
3	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
4	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
5	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
6	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
7	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
8	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
9	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
10	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
totali			30.0	5152.21	1.78054	10.0000		1297.17	217.05

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d) ξ = 0.0011
 Altezza totale della sezione h= 1300.0 [mm]
 Copriferro armatura tesa c= 30.0 [mm]
 Altezza utile (h-c) d= 1270.0 [mm]
 Profondità dell'asse neutro x= 1.4 [mm]
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d) δ = 0.0236
 Braccio della coppia interna z= 1220.28 [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo ϵ_{cls} = -1.1321 ‰ in y= 1300.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso ϵ_{acc} = 10.0000 ‰ in y= 30.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso ϵ_{ap} = 0.0000 ‰ in y= [mm]

Campo di deformazione specifica λ = 2
 Parametro di deformazione λ ($\epsilon = \lambda + \mu$ y) λ = 1.026E-02
 Parametro di deformazione μ ($\epsilon = \lambda + \mu$ y) μ = -8.765E-06 [mm⁻¹]
 Sforzo normale resistente (rispetto alla base - y=0) Nrd(y=0)= 0.00 [kN]
 Momento resistente (rispetto alla base - y=0) Mrd(y=0)= 1838.88 [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a y=ys) Nrd= 0.00 [kN]
 Momento resistente (rispetto a y=ys) Mrd= 1838.88 [kNm]
 Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost) Mrd/Msd= 1.634

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO TRASVERSALE - COMB. RARA

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y_c 60.307 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 60.31 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 836.60 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 23.22 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 106.78 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -2.620 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -34.22 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 175.65 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	405.00	100.00	405.00	0.00	100.00	89.48	100.00	0.000	0.000
2	405.00	30.00	155.00	100.00	130.00	106.78	130.00	0.000	-2.620
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		130.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	20	16	3.00	40.21	175.65
2	10	12	127.00	11.31	-34.22
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
Totale			30.22	51.52	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO TRASVERSALE - COMB. FREQUENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y_c 60.307 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 60.31 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 789.10 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 23.22 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 106.78 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -2.471 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -32.28 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 165.67 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	405.00	100.00	405.00	0.00	100.00	89.48	100.00	0.000	0.000
2	405.00	30.00	155.00	100.00	130.00	106.78	130.00	0.000	-2.471
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		130.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	20	16	3.00	40.21	165.67
2	10	12	127.00	11.31	-32.28
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
Totale			30.22	51.52	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO TRASVERSALE - COMB. FREQUENTE

Riferimento :

D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" .

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio

Sensibilità armatura

Condizioni ambientali

Combinazione di azioni

Aderenza migliorata

Poco sensibile

Aggressive

Frequenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio

fck= 20.0 N/mm²

Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio (fctm = 0.30 (fck)^(2/3))

fctm= 2.210 N/mm²

Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure (fctm/1.2)

fck= 1.842 N/mm²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo

scmax= 0.738 N/mm²

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo

Ec= 29962 N/mm²

Modulo elastico delle armature

Es= 210000 N/mm²

Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata

sigmas= 165.674 N/mm²

Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure

b,eff= 100.000 cm

Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]

h,eff= 7.500 cm

Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure

Ac,eff = b,eff h,eff = 750.000 cm²

Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff

As= 40.212 cm²

Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff

ro,eff=As/Ac,eff= 0.053617

Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)

kt= 0.6

Deformazione unitaria media dell'armatura

epsrm= 0.000627

Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)

epsrm,lim= 0.000473

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)

s1= 18.400 cm

Diametro equivalente delle barre tese

fi= 16 mm

Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)

c= 2.200 cm

Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo (s = 5*(c+fi/2))

b= 15.000 cm

Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff

ro,eff=As/Ac,eff= 0.053617

Deformazione di trazione massima in sezione fessurata

eps1= 0.000379

Deformazione di trazione minima in sezione fessurata

eps2= 0.000000

Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)

k1= 0.800

Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata

k2= 0.500

Coefficiente

k3= 3.400

Coefficiente

k4= 0.425

Distanza massima tra le fessure

Dsmax= 12.553 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura

epsrm= 0.000627

Distanza massima tra le fessure

Dsmax= 12.553 cm

Valore caratteristico dell'apertura delle fessure (wk = epsrm Dsmax)

wm= 0.079 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

Condizioni ambiente: Aggressive

Combinazioni di azioni: Frequenti

Tipo di armatura: Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata

wk= 0.300 mm

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO TRASVERSALE - COMB. QUASI PERMANENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y_c 60.307 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 60.31 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 655.20 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 23.22 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 106.78 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -2.052 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -26.80 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 137.56 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	405.00	100.00	405.00	0.00	100.00	89.48	100.00	0.000	0.000
2	405.00	30.00	155.00	100.00	130.00	106.78	130.00	0.000	-2.052
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		130.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	20	16	3.00	40.21	137.56
2	10	12	127.00	11.31	-26.80
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
Totale			30.22	51.52	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - PLINTO TRASVERSALE - COMB. QUASI PERMANENTE

Riferimento :

D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" .

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio

Sensibilità armatura

Condizioni ambientali

Combinazione di azioni

Aderenza migliorata

Poco sensibile

Aggressive

Quasi permanenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio

fck= 20.0 N/mm²

Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ($f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{(2/3)}$)

fctm= 2.210 N/mm²

Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ($f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$)

fctk= 1.842 N/mm²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo

scmax= 0.613 N/mm²

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo

Ec= 29962 N/mm²

Modulo elastico delle armature

Es= 210000 N/mm²

Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata

sigmas= 137.561 N/mm²

Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure

b,eff= 100.000 cm

Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]

h,eff= 7.500 cm

Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure

Ac,eff = b,eff h,eff = 750.000 cm²

Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff

As= 40.212 cm²

Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff

ro,eff=As/Ac,eff= 0.053617

Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)

kt= 0.4

Deformazione unitaria media dell'armatura

epsrm= 0.000547

Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)

epsrm,lim= 0.000393

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)

s1= 18.400 cm

Diametro equivalente delle barre tese

fi= 16 mm

Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)

c= 2.200 cm

Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ($s = 5*(c+fi/2)$)

b= 15.000 cm

Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff

ro,eff=As/Ac,eff= 0.053617

Deformazione di trazione massima in sezione fessurata

eps1= 0.000315

Deformazione di trazione minima in sezione fessurata

eps2= 0.000000

Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)

k1= 0.800

Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata

k2= 0.500

Coefficiente

k3= 3.400

Coefficiente

k4= 0.425

Distanza massima tra le fessure

Dsmax= 12.553 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura

epsrm= 0.000547

Distanza massima tra le fessure

Dsmax= 12.553 cm

Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ($w_k = epsrm Dsmax$)

wm= 0.069 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

Condizioni ambiente: Aggressive

Combinazioni di azioni: Quasi permanenti

Tipo di armatura: Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata

wk= 0.200 mm

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

PONTE CANALE - SPALLA - FUSTO

Combinazioni: Momento massimo

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni ys= 775.00 [mm]
 Sforzo normale agente di calcolo Nsd= -3677.80 [kN]
 Momento agente di calcolo (rispetto a y=ys) Msd(y=ys)= 3315.30 [kNm]

Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione: yg= 775.00 mm) Msd(y=yg)= 3315.30 [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: modello parabola-rettangolo

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave fck= 20.00 [N/mm²]
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata α_{cc} = 0.85
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave γ_c = 1.50
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave fcd= 11.333 [N/mm²]
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave fctd= 1.032 [N/mm²]

Elementi	b inf	h	b sup	y inf	y sup	ϵ inf	ϵ sup	σ inf	σ sup	NRd(y=0)	Mrd(y=0)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	‰	‰	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	2600.0	1550.0	2600.0	0.0	1550.0	10.2306	-1.6853	0.000	-11.053	-3914.30	5753.20
2	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
3	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
4	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
5	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
6	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
7	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
8	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
9	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
10	0.0	0.0	0.0	1550.0	1550.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
totali		1550.0		0.0	1550.0					-3914.30	5753.20

Armatura ordinaria longitudinale: modello elastico-plastico indefinito

Modulo di elasticità acciaio Es= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario fyk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario γ_s = 1.15
 Deformazione massima di calcolo ϵ_{ud} = 10.00 ‰
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario fyd= 373.91 [N/mm²]

Armature	Numero	Diametro	livello	area	ϵ yd	ϵ acc	σ acc	Nrd(y=0)	Mrd(y=0)
strato	ferri	[mm]	[mm]	[mm ²]	‰	‰	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	11	20	30.0	3455.75	1.7805	10.0000	373.91	1292.15	-38.76
2	11	20	1520.0	3455.75	1.7805	-1.4547	-305.48	-1055.66	1604.60
3	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
4	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
5	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
6	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
7	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
8	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
9	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
10	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
totali			30.0	6911.50	1.78054	10.0000		236.50	1565.83

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d) ξ = 0.0017
 Altezza totale della sezione h= 1550.0 [mm]
 Copriferro armatura tesa c= 30.0 [mm]
 Altezza utile (h-c) d= 1520.0 [mm]
 Profondità dell'asse neutro x= 2.6 [mm]
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d) δ = 0.0197
 Braccio della coppia interna z= 1439.79 [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo ϵ_{cls} = -1.6853 ‰ in y= 1550.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso ϵ_{acc} = 10.0000 ‰ in y= 30.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso ϵ_{ap} = 0.0000 ‰ in y= [mm]

Campo di deformazione specifica λ
 Parametro di deformazione λ ($\epsilon = \lambda + \mu$) λ = 1.023E-02
 Parametro di deformazione μ ($\epsilon = \lambda + \mu$) μ = -7.688E-06 [mm⁻¹]
 Sforzo normale resistente (rispetto alla base - y=0) Nrd(y=0)= -3677.80 [kN]
 Momento resistente (rispetto alla base - y=0) Mrd(y=0)= 7319.03 [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a y=ys) Nrd= -3677.80 [kN]
 Momento resistente (rispetto a y=ys) Mrd= 4468.74 [kNm]
 Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost) Mrd/Msd= 1.348

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: SFORZO DI TAGLIO

Sforzo normale agente di calcolo Nsd= -3677.80 [kN]
 Sforzo di taglio agente Vd= 792.70 [kN]
 Carichi appesi o indiretti Cad= 0.00 [kN/m]

Distanza della sezione dal bordo di appoggio (verifica solo VRcd se: $av \leq d$; EN 1992-1-1;6.2.1(8)) av= 999999.00 [mm]
 Sezione ad altezza variabile: Inclinazione dei lembi della membratura ($p > 0$ per h crescente con M): p= 0.00
 Componente di taglio dovuto all'inclinazione dei lembi della membratura Vmd= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio agente di calcolo: ($Vsd = Vd + Vmd$) Vsd= 792.70 [kN]

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 2600.00 [mm]
 Altezza utile sezione: $d = h - c$ d= 1520.00 [mm]
 Braccio della coppia interna z= 1439.79 [mm]
 Area armature longitudinali tese Asl= 3455.75 [mm²]
 Coefficiente: $k = 1 + (200/d)^{0.5}$ [≤ 2] k= 1.363
 Coefficiente: $v_{min} = 0.035 * (k^{1.5}) * (f_{ck}^{0.5})$ Vmin= 0.24900 [N/mm²]
 Rapporto geometrico armatura longitudinale: $\rho_l = Asl / (bw * d)$ [≤ 0.02] $\rho_l = 0.00087$
 Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$ [$\leq 0.2 * f_{cd}$] $\sigma_{cp} = 0.913$ [N/mm²]
Sforzo di taglio resistente Vrd= 1525.05 [kN]
Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; solo calcestruzzo) Vrd/Vsd= 1.924

Armatura ordinaria trasversale (per taglio)

Modulo di elasticità acciaio armatura trasversale Esv= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario armatura trasversale fyvk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario armatura trasversale $\gamma_s = 1.15$

	Staffe	Ferri piegati
Resistenza di calcolo acciaio ordinario armatura trasversale	fysd= 373.91 [N/mm ²]	fypd= 299.13 [N/mm ²]
Disposizione armatura trasversale (staffe): numero bracci:	n= 4	n= 0
di diametro:	$\phi_s = 12$ [mm]	$\phi_p = 0$ [mm]
interasse:	ss= 500.00 [mm]	sp= 0.00 [mm]
Inclinazione rispetto all'asse della trave ($45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$)	$\alpha_s = 90.00^\circ$	$\alpha_p = 45.00^\circ$

Inclinazione dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$) $\cot \theta = 2.500$
 Controllo limite inferiore $\cot \theta$ in caso di significativo sforzo normale:
 Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$ $\sigma_{cp} = 0.913$ [N/mm²]
 Tensione tangenziale baricentrica $\tau_b = 0.295$ [N/mm²]
 Tensione principale massima baricentrica $\sigma_1 = 0.087$ [N/mm²]
 Inclinazione minima dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave $\cot \theta = 3.388$
 Inclinazione assunta dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$) $\cot \theta = 3.388$
 Prolungamento delle armature longitudinali dovuto all'inclinazione $a_1 = 2439.15$ [mm]
 Incremento momento flettente dovuto al taglio (traslazione diagramma momenti: solo se: $Msd + \Delta M <$ $\Delta M = 1426.65$ [kNm])

Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio

Verifica del calcestruzzo compresso

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 2600.00 [mm]
 Altezza utile sezione: $d = h - c$ d= 1520.00 [mm]
 Braccio della coppia interna z= 1439.79 [mm]
 Coefficiente α_c ($\sigma_{cp}/f_{cd} = 0.081$) $\alpha_c = 1.081$
 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: $f'_{cd} = 0.5 * f_{cd}$ $f'_{cd} = 5.667$ [N/mm²]
 Sforzo di taglio resistente (calcestruzzo compresso) Vrcd= 3305.67 [kN]

Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; calcestruzzo compresso) Vrcd/Vsd= 4.170 (VERIFICA NON RICHIESTA)

Verifica dell'armatura trasversale d'anima

Area delle armature trasversali (staffe) Asv= 452.39 [mm²]
 Area staffe necessaria per carichi appesi Ast'= 0.000 [mm²]
 Area staffe utile al netto dell'armatura necessaria per carichi appesi Ast''= 452.39 [mm²]
 Area delle armature trasversali (ferri piegati) Asw= 0.00 [mm²]
 Sforzo di taglio resistente (staffe) Vrsd= 1650.37 [kN]
 Sforzo di taglio resistente (ferri piegati) Vrp= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio resistente totale armature trasversali Vrsd= 1650.37 [kN]

Sforzo di taglio resistente: Vrd=minimo(Vrcd; Vrsd) Vrd= 1650.37 [kN]
Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; armatura d'anima) Vrd/Vsd= 2.082 (VERIFICA NON RICHIESTA)

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - FUSTO - COMB. RARA

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y _i = 77.500 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 77.50 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= -2770.70 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 2485.40 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 48.09 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 106.91 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -4.932 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -69.36 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 159.84 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	260.00	155.00	260.00	0.00	155.00	106.91	155.00	0.000	-4.932
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		155.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	11	20	3.00	34.56	159.84
2	11	20	152.00	34.56	-69.36
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
		Totale	77.50	69.12	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - FUSTO - COMB. FREQUENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y _i = 77.500 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 77.50 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= -2675.90 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 2380.10 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 48.47 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 106.53 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -4.711 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -66.29 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 150.92 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	260.00	155.00	260.00	0.00	155.00	106.53	155.00	0.000	-4.711
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		155.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	11	20	3.00	34.56	150.92
2	11	20	152.00	34.56	-66.29
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
		Totale	77.50	69.12	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - FUSTO - COMB. FREQUENTE

Riferimento :
D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per
l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" .

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio	Aderenza migliorata
Sensibilità armatura	Poco sensibile
Condizioni ambientali	Aggressive
Combinazione di azioni	Frequenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio	fck=	20.0 N/mm ²
Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ($f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{2/3}$)	fctm=	2.210 N/mm ²
Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ($f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$)	fctk=	1.842 N/mm ²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo	scmax=	1.487 N/mm ²
---	--------	-------------------------

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo	Ec=	29962 N/mm ²
Modulo elastico delle armature	Es=	210000 N/mm ²
Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata	sigmas=	150.922 N/mm ²
Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	b,eff=	260.000 cm
Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]	h,eff=	7.500 cm
Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	Ac,eff = b,eff h,eff	1950.000 cm ²
Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff	As=	34.558 cm ²
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.017722
Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)	kt=	0.6
Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	0.000318
Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)	epsrm,lim=	0.000431

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)	s1=	21.100 cm
Diametro equivalente delle barre tese	fi=	20 mm
Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)	c=	2.000 cm
Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ($s = 5*(c+fi/2)$)	b=	15.000 cm
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.017722
Deformazione di trazione massima in sezione fessurata	eps1=	0.000346
Deformazione di trazione minima in sezione fessurata	eps2=	0.000000
Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)	k1=	0.800
Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata	k2=	0.500
Coefficiente	k3=	3.400
Coefficiente	k4=	0.425
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	25.985 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	0.000431
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	25.985 cm
Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ($w_k = epsrm Dsmax$)	wm=	0.112 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :
Condizioni ambiente: Aggressive
Combinazioni di azioni: Frequenti
Tipo di armatura: Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata	wk=	0.300 mm
---	-----	----------

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - FUSTO - COMB. QUASI PERMANENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Yi = 77.500 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 77.50 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= -2391.40 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 2064.20 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 49.87 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 105.13 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -4.047 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -57.05 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 124.31 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	260.00	155.00	260.00	0.00	155.00	105.13	155.00	0.000	-4.047
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		155.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	11	20	3.00	34.56	124.31
2	11	20	152.00	34.56	-57.05
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
		Totale	77.50	69.12	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - SPALLA - FUSTO - COMB. QUASI PERMANENTE

Riferimento :
D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per
l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" .

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio	Aderenza migliorata
Sensibilità armatura	Poco sensibile
Condizioni ambientali	Aggressive
Combinazione di azioni	Quasi permanenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio	fck=	20.0 N/mm ²
Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ($f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{2/3}$)	fctm=	2.210 N/mm ²
Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ($f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$)	fctk=	1.842 N/mm ²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo	scmax=	1.272 N/mm ²
---	--------	-------------------------

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo	Ec=	29962 N/mm ²
Modulo elastico delle armature	Es=	210000 N/mm ²
Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata	sigmas=	124.310 N/mm ²
Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	b,eff=	260.000 cm
Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]	h,eff=	7.500 cm
Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	Ac,eff = b,eff h,eff =	1950.000 cm ²
Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff	As=	34.558 cm ²
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.017722
Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)	kt=	0.4
Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	0.000325
Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)	epsrm,lim=	0.000355

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)	s1=	21.100 cm
Diametro equivalente delle barre tese	fi=	20 mm
Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)	c=	2.000 cm
Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ($s = 5*(c+fi/2)$)	b=	15.000 cm
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.017722
Deformazione di trazione massima in sezione fessurata	eps1=	0.000285
Deformazione di trazione minima in sezione fessurata	eps2=	0.000000
Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)	k1=	0.800
Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata	k2=	0.500
Coefficiente	k3=	3.400
Coefficiente	k4=	0.425
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	25.985 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	0.000355
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	25.985 cm
Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ($w_k = epsrm Dsmax$)	wm=	0.092 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :	
Condizioni ambiente:	Aggressive
Combinazioni di azioni:	Quasi permanenti
Tipo di armatura:	Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata	wk=	0.200 mm
---	-----	----------

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

PONTE CANALE - PILA - PLINTO LONGITUDINALE

Combinazioni: Momento massimo

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni ys= 600.00 [mm]
 Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]
 Momento agente di calcolo (rispetto a y=ys) Msd(y=ys)= 181.00 [kNm]

Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione: yg= 600.00 mm) Msd(y=yg)= 181.00 [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: modello parabola-rettangolo

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave fck= 20.00 [N/mm²]
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata α_{cc} = 0.85
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave γ_c = 1.50
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave fcd= 11.333 [N/mm²]
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave fctd= 1.032 [N/mm²]

Elementi	b inf	h	b sup	y inf	y sup	ϵ inf	ϵ sup	σ inf	σ sup	Nrd(y=0)	Mrd(y=0)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	‰	‰	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	1000.0	1200.0	1000.0	0.0	1200.0	10.2741	-0.6899	0.000	-6.470	-261.22	306.68
2	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
3	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
4	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
5	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
6	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
7	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
8	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
9	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
10	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
totali		1200.0		0.0	1200.0					-261.22	306.68

Armatura ordinaria longitudinale: modello elastico-plastico indefinito

Modulo di elasticità acciaio Es= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario fyk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario γ_s = 1.15
 Deformazione massima di calcolo ϵ_{ud} = 10.00 ‰
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario fyd= 373.91 [N/mm²]

Armature	Numero	Diametro	livello	area	ϵ yd	ϵ acc	σ acc	Nrd(y=0)	Mrd(y=0)
strato	ferri	[mm]	[mm]	[mm ²]	‰	‰	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	4	16	30.0	804.25	1.7805	10.0000	373.91	300.72	-9.02
2	4	12	1170.0	452.39	1.7805	-0.4158	-87.31	-39.50	46.21
3	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
4	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
5	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
6	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
7	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
8	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
9	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
10	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
totali			30.0	1256.64	1.78054	10.0000		261.22	37.19

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d) ξ = 0.0007
 Altezza totale della sezione h= 1200.0 [mm]
 Copriferro armatura tesa c= 30.0 [mm]
 Altezza utile (h-c) d= 1170.0 [mm]
 Profondità dell'asse neutro x= 0.8 [mm]
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d) δ = 0.0256
 Braccio della coppia interna z= 1144.01 [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo ϵ_{cls} = -0.6899 ‰ in y= 1200.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso ϵ_{acc} = 10.0000 ‰ in y= 30.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso ϵ_{ap} = 0.0000 ‰ in y= [mm]

Campo di deformazione specifica λ
 Parametro di deformazione λ ($\epsilon = \lambda + \mu$) λ = 1.027E-02
 Parametro di deformazione μ ($\epsilon = \lambda + \mu$) μ = -9.137E-06 [mm⁻¹]
 Sforzo normale resistente (rispetto alla base - y=0) Nrd(y=0)= 0.00 [kN]
 Momento resistente (rispetto alla base - y=0) Mrd(y=0)= 343.87 [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a y=ys) Nrd= 0.00 [kN]
 Momento resistente (rispetto a y=ys) Mrd= 343.87 [kNm]
 Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost) Mrd/Msd= 1.900

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: SFORZO DI TAGLIO

Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio agente Vd= 362.00 [kN]
 Carichi appesi o indiretti Cad= 0.00 [kN/m]

Distanza della sezione dal bordo di appoggio (verifica solo VRcd se: $av \leq d$; EN 1992-1-1;6.2.1(8)) av= 999999.00 [mm]
 Sezione ad altezza variabile: Inclinazione dei lembi della membratura ($p > 0$ per h crescente con M): p= 0.30
 Componente di taglio dovuto all'inclinazione dei lembi della membratura Vmd= -47.46 [kN]
 Sforzo di taglio agente di calcolo: ($Vsd = Vd + Vmd$) Vsd= 314.54 [kN]

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]
 Altezza utile sezione: $d = h - c$ d= 1170.00 [mm]
 Braccio della coppia interna z= 1144.01 [mm]
 Area armature longitudinali tese Asl= 804.25 [mm²]
 Coefficiente: $k = 1 + (200/d)^{0.5}$ [≤ 2] k= 1.413
 Coefficiente: $v_{min} = 0.035 * (k^{1.5}) * (f_{ck}^{0.5})$ Vmin= 0.26303 [N/mm²]
 Rapporto geometrico armatura longitudinale: $\rho_l = Asl / (bw * d)$ [≤ 0.02] $\rho_l = 0.00069$
 Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$ [$\leq 0.2 * f_{cd}$] $\sigma_{cp} = 0.000$ [N/mm²]
Sforzo di taglio resistente Vrd= 307.74 [kN]
Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; solo calcestruzzo) Vrd/Vsd= 0.978

Armatura ordinaria trasversale (per taglio)

Modulo di elasticità acciaio armatura trasversale Esv= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario armatura trasversale fyvk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario armatura trasversale $\gamma_s = 1.15$

	Staffe	Ferri piegati
Resistenza di calcolo acciaio ordinario armatura trasversale	fysd= 373.91 [N/mm ²]	fypd= 299.13 [N/mm ²]
Disposizione armatura trasversale (staffe): numero bracci:	n= 2	n= 0
di diametro:	$\phi_s = 12$ [mm]	$\phi_p = 0$ [mm]
interasse:	ss= 500.00 [mm]	sp= 0.00 [mm]
Inclinazione rispetto all'asse della trave ($45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$)	$\alpha_s = 90.00^\circ$	$\alpha_p = 45.00^\circ$

Inclinazione dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$) $\cot \theta = 2.500$
 Controllo limite inferiore $\cot \theta$ in caso di significativo sforzo normale:
 Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$ $\sigma_{cp} = 0.000$ [N/mm²]
 Tensione tangenziale baricentrica $\tau_b = 0.393$ [N/mm²]
 Tensione principale massima baricentrica $\sigma_1 = 0.393$ [N/mm²]
 Inclinazione minima dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave $\cot \theta = 1.000$
 Inclinazione assunta dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$) $\cot \theta = 2.500$
 Prolungamento delle armature longitudinali dovuto all'inclinazione $a_1 = 1430.02$ [mm]
 Incremento momento flettente dovuto al taglio (traslazione diagramma momenti: solo se: $Msd + \Delta M <$ $\Delta M = 449.79$ [kNm])

Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio

Verifica del calcestruzzo compresso

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 1000.00 [mm]
 Altezza utile sezione: $d = h - c$ d= 1170.00 [mm]
 Braccio della coppia interna z= 1144.01 [mm]
 Coefficiente α_c ($\sigma_{cp} / f_{cd} = 0.000$) $\alpha_c = 1.000$
 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: $f'_{cd} = 0.5 * f_{cd}$ $f'_{cd} = 5.667$ [N/mm²]
 Sforzo di taglio resistente (calcestruzzo compresso) Vrcd= 1103.20 [kN]

Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; calcestruzzo compresso) Vrcd/Vsd= 3.048

Verifica dell'armatura trasversale d'anima

Area delle armature trasversali (staffe) Asv= 226.19 [mm²]
 Area staffe necessaria per carichi appesi Ast'= 0.000 [mm²]
 Area staffe utile al netto dell'armatura necessaria per carichi appesi Ast''= 226.19 [mm²]
 Area delle armature trasversali (ferri piegati) Asw= 0.00 [mm²]
 Sforzo di taglio resistente (staffe) Vrsd= 483.79 [kN]
 Sforzo di taglio resistente (ferri piegati) Vrp= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio resistente totale armature trasversali Vrsd= 483.79 [kN]

Sforzo di taglio resistente: Vrd=minimo(Vrcd; Vrsd) Vrd= 483.79 [kN]
Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; armatura d'anima) Vrd/Vsd= 1.538

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - PILA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. RARA

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Yi = 59.753 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 59.75 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 132.00 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 15.14 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 104.86 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -1.451 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -17.45 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 146.43 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	100.00	120.00	100.00	0.00	120.00	104.86	120.00	0.000	-1.451
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		120.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	4	16	3.00	8.04	146.43
2	4	12	117.00	4.52	-17.45
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
		Totale	44.04	12.57	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - PILA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. FREQUENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Yi = 59.753 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 59.75 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 115.90 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 15.14 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 104.86 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -1.274 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -15.33 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 128.57 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	100.00	120.00	100.00	0.00	120.00	104.86	120.00	0.000	-1.274
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		120.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	4	16	3.00	8.04	128.57
2	4	12	117.00	4.52	-15.33
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
		Totale	44.04	12.57	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - PILA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. FREQUENTE

Riferimento :
D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per
l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio	Aderenza migliorata
Sensibilità armatura	Poco sensibile
Condizioni ambientali	Aggressive
Combinazione di azioni	Frequenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio	fck=	20.0 N/mm ²
Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ($f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{(2/3)}$)	fctm=	2.210 N/mm ²
Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ($f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$)	fctk=	1.842 N/mm ²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo	scmax=	0.461 N/mm ²
---	--------	-------------------------

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo	Ec=	29962 N/mm ²
Modulo elastico delle armature	Es=	210000 N/mm ²
Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata	sigmas=	128.566 N/mm ²
Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	b,eff=	260.000 cm
Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]	h,eff=	7.500 cm
Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	Ac,eff = b,eff h,eff =	1950.000 cm ²
Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff	As=	8.042 cm ²
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.004124
Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)	kt=	0.6
Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	-0.000963
Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)	epsrm,lim=	0.000367

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)	s1=	23.400 cm
Diametro equivalente delle barre tese	fi=	16 mm
Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)	c=	2.200 cm
Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ($s = 5*(c+fi/2)$)	b=	15.000 cm
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.004124
Deformazione di trazione massima in sezione fessurata	eps1=	0.000294
Deformazione di trazione minima in sezione fessurata	eps2=	0.000000
Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)	k1=	0.800
Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata	k2=	0.500
Coefficiente	k3=	3.400
Coefficiente	k4=	0.425
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	73.430 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	0.000367
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	73.430 cm
Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ($w_k = epsrm Dsmax$)	wm=	0.270 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :	
Condizioni ambiente:	Aggressive
Combinazioni di azioni:	Frequenti
Tipo di armatura:	Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata	wk=	0.300 mm
---	-----	----------

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - PILA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. QUASI PERMANENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Yi = 59.753 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 59.75 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 114.90 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 15.14 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 104.86 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -1.263 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -15.19 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 127.46 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	100.00	120.00	100.00	0.00	120.00	104.86	120.00	0.000	-1.263
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		120.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	4	16	3.00	8.04	127.46
2	4	12	117.00	4.52	-15.19
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
		Totale	44.04	12.57	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - PILA - PLINTO LONGITUDINALE - COMB. QUASI PERMANENTE

Riferimento :
D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4
Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per
l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" .

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio	Aderenza migliorata
Sensibilità armatura	Poco sensibile
Condizioni ambientali	Aggressive
Combinazione di azioni	Quasi permanenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio	fck=	20.0 N/mm ²
Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ($f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{(2/3)}$)	fctm=	2.210 N/mm ²
Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ($f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$)	fctk=	1.842 N/mm ²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo	scmax=	0.457 N/mm ²
---	--------	-------------------------

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo	Ec=	29962 N/mm ²
Modulo elastico delle armature	Es=	210000 N/mm ²
Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata	sigmas=	127.457 N/mm ²
Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	b,eff=	260.000 cm
Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]	h,eff=	7.500 cm
Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure	Ac,eff = b,eff h,eff =	1950.000 cm ²
Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff	As=	8.042 cm ²
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.004124
Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)	kt=	0.4
Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	-0.000443
Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)	epsrm,lim=	0.000364

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)	s1=	23.400 cm
Diametro equivalente delle barre tese	fi=	16 mm
Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)	c=	2.200 cm
Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ($s = 5*(c+fi/2)$)	b=	15.000 cm
Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff	ro,eff=As/Ac,eff=	0.004124
Deformazione di trazione massima in sezione fessurata	eps1=	0.000292
Deformazione di trazione minima in sezione fessurata	eps2=	0.000000
Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)	k1=	0.800
Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata	k2=	0.500
Coefficiente	k3=	3.400
Coefficiente	k4=	0.425
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	73.430 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura	epsrm=	0.000364
Distanza massima tra le fessure	Dsmax=	73.430 cm
Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ($w_k = epsrm Dsmax$)	wm=	0.267 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :	
Condizioni ambiente:	Aggressive
Combinazioni di azioni:	Quasi permanenti
Tipo di armatura:	Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata	wk=	0.200 mm
---	-----	----------

La sezione NON è verificata allo stato limite di apertura delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO SEZIONE C.A. O C.A.P.

(V.2014.11.15)

PONTE CANALE - PILA - PLINTO TRASVERSALE

Combinazioni: Momento massimo

Ordinata rispetto a cui sono calcolate le sollecitazioni ys= 576.81 [mm]
 Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]
 Momento agente di calcolo (rispetto a y=ys) Msd(y=ys)= 1042.60 [kNm]

Momento agente di calcolo (rispetto al baricentro della sezione: yg= 576.81 mm) Msd(y=yg)= 1042.60 [kNm]

DATI GEOMETRICI SEZIONE

Calcestruzzo trave: modello parabola-rettangolo

Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo trave fck= 20.00 [N/mm²]
 Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata α_{cc} = 0.85
 Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo trave γ_c = 1.50
 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo trave fcd= 11.333 [N/mm²]
 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo trave fctd= 1.032 [N/mm²]

Elementi	b inf	h	b sup	y inf	y sup	ϵ inf	ϵ sup	σ inf	σ sup	NRd(y=0)	Mrd(y=0)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	‰	‰	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	4000.0	1000.0	4000.0	0.0	1000.0	10.2807	0.9243	0.000	0.000	0.00	0.00
2	4000.0	200.0	2000.0	1000.0	1200.0	0.9243	-0.9469	0.000	-8.191	-1076.28	1250.84
3	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
4	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
5	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
6	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
7	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
8	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
9	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
10	0.0	0.0	0.0	1200.0	1200.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00
totali		1200.0		0.0	1200.0					-1076.28	1250.84

Armatura ordinaria longitudinale: modello elastico-plastico indefinito

Modulo di elasticità acciaio Es= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario fyk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario γ_s = 1.15
 Deformazione massima di calcolo ϵ_{ud} = 10.00 ‰
 Resistenza di calcolo acciaio ordinario fyd= 373.91 [N/mm²]

Armature	Numero	Diametro	livello	area	ϵ yd	ϵ acc	σ acc	Nrd(y=0)	Mrd(y=0)
strato	ferri	[mm]	[mm]	[mm ²]	‰	‰	[N/mm ²]	[kN]	[kNm]
1	16	16	30.0	3216.99	1.7805	10.0000	373.91	1202.87	-36.09
2	8	12	1170.0	904.78	1.7805	-0.6663	-139.91	-126.59	148.11
3	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
4	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
5	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
6	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
7	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
8	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
9	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
10	0	0	0.0	0.00	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.00
totali			30.0	4121.77	1.78054	10.0000		1076.28	112.03

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: MOMENTO FLETTENTE - SFORZO NORMALE

Profondità relativa dell'asse neutro (x/d) ξ = 0.0009
 Altezza totale della sezione h= 1200.0 [mm]
 Copriferro armatura tesa c= 30.0 [mm]
 Altezza utile (h-c) d= 1170.0 [mm]
 Profondità dell'asse neutro x= 1.1 [mm]
 Rapporto tra copriferro armatura tesa ed altezza utile (c/d) δ = 0.0256
 Braccio della coppia interna z= 1132.18 [mm]

Deformazione massima nel calcestruzzo ϵ_{cls} = -0.9469 ‰ in y= 1200.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio ordinario teso ϵ_{acc} = 10.0000 ‰ in y= 30.00 [mm]
 Deformazione massima nell'acciaio di precompressione teso ϵ_{ap} = 0.0000 ‰ in y= [mm]

Campo di deformazione specifica λ
 Parametro di deformazione λ ($\epsilon = \lambda + \mu$) λ = 1.028E-02
 Parametro di deformazione μ ($\epsilon = \lambda + \mu$) μ = -9.356E-06 [mm⁻¹]
 Sforzo normale resistente (rispetto alla base - y=0) Nrd(y=0)= 0.00 [kN]
 Momento resistente (rispetto alla base - y=0) Mrd(y=0)= 1362.87 [kNm]

Sforzo normale resistente (rispetto a y=ys) Nrd= 0.00 [kN]
 Momento resistente (rispetto a y=ys) Mrd= 1362.87 [kNm]
 Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (Nrd=cost) Mrd/Msd= 1.307

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO: SFORZO DI TAGLIO

Sforzo normale agente di calcolo Nsd= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio agente Vd= 1737.60 [kN]
 Carichi appesi o indiretti Cad= 0.00 [kN/m]

Distanza della sezione dal bordo di appoggio (verifica solo VRcd se: $av \leq d$; EN 1992-1-1;6.2.1(8)) av= 999999.00 [mm]
 Sezione ad altezza variabile: Inclinazione dei lembi della membratura ($p > 0$ per h crescente con M): p= 0.00
 Componente di taglio dovuto all'inclinazione dei lembi della membratura Vmd= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio agente di calcolo: ($Vsd = Vd + Vmd$) Vsd= 1737.60 [kN]

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 4000.00 [mm]
 Altezza utile sezione: $d = h - c$ d= 1170.00 [mm]
 Braccio della coppia interna z= 1132.18 [mm]
 Area armature longitudinali tese Asl= 3216.99 [mm²]
 Coefficiente: $k=1+(200/d)^{0.5}$ [≤ 2] k= 1.413
 Coefficiente: $V_{min}=0.035 * (k^{1.5}) * (f_{ck}^{0.5})$ Vmin= 0.26303 [N/mm²]
 Rapporto geometrico armatura longitudinale: $\rho_l = Asl / (bw * d)$ [≤ 0.02] $\rho_l = 0.00069$
 Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$ [$\leq 0.2 * f_{cd}$] $\sigma_{cp} = 0.000$ [N/mm²]
Sforzo di taglio resistente Vrd= 1230.97 [kN]
Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; solo calcestruzzo) Vrd/Vsd= 0.708

Armatura ordinaria trasversale (per taglio)

Modulo di elasticità acciaio armatura trasversale Esv= 210000.00 [N/mm²]
 Resistenza caratteristica acciaio ordinario armatura trasversale fyvk= 430.00 [N/mm²]
 Coefficiente parziale di sicurezza acciaio ordinario armatura trasversale $\gamma_s = 1.15$

	Staffe	Ferri piegati
Resistenza di calcolo acciaio ordinario armatura trasversale	fysd= 373.91 [N/mm ²]	fypd= 299.13 [N/mm ²]
Disposizione armatura trasversale (staffe): numero bracci:	n= 8	n= 0
di diametro:	$\phi_s = 12$ [mm]	$\phi_p = 0$ [mm]
interasse:	ss= 500.00 [mm]	sp= 0.00 [mm]
Inclinazione rispetto all'asse della trave ($45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$)	$\alpha_s = 90.00^\circ$	$\alpha_p = 45.00^\circ$

Inclinazione dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$) $\cot \theta = 2.500$
 Controllo limite inferiore $\cot \theta$ in caso di significativo sforzo normale:
 Tensione media di compressione nella sezione: $\sigma_{cp} = Nsd / Ac$ $\sigma_{cp} = 0.000$ [N/mm²]
 Tensione tangenziale baricentrica $\tau_b = 0.560$ [N/mm²]
 Tensione principale massima baricentrica $\sigma_1 = 0.560$ [N/mm²]
 Inclinazione minima dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave $\cot \theta = 1.000$
 Inclinazione assunta dei "puntoni" di calcestruzzo rispetto all'asse della trave ($1 \leq \cot \theta \leq 2.5$) $\cot \theta = 2.500$
 Prolungamento delle armature longitudinali dovuto all'inclinazione $a_1 = 1415.23$ [mm]
 Incremento momento flettente dovuto al taglio (traslazione diagramma momenti: solo se: $Msd + \Delta M <$ $\Delta M = 2459.11$ [kNm])

Verifica elementi con armature trasversali resistenti a taglio**Verifica del calcestruzzo compresso**

Larghezza (minima) della membratura resistente a taglio bw= 4000.00 [mm]
 Altezza utile sezione: $d = h - c$ d= 1170.00 [mm]
 Braccio della coppia interna z= 1132.18 [mm]
 Coefficiente α_c ($\sigma_{cp} / f_{cd} = 0.000$) $\alpha_c = 1.000$
 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo: $f'_{cd} = 0.5 * f_{cd}$ $f'_{cd} = 5.667$ [N/mm²]
 Sforzo di taglio resistente (calcestruzzo compresso) Vrcd= 4367.19 [kN]

Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; calcestruzzo compresso) Vrcd/Vsd= 2.513

Verifica dell'armatura trasversale d'anima

Area delle armature trasversali (staffe) Asv= 904.78 [mm²]
 Area staffe necessaria per carichi appesi Ast'= 0.000 [mm²]
 Area staffe utile al netto dell'armatura necessaria per carichi appesi Ast''= 904.78 [mm²]
 Area delle armature trasversali (ferri piegati) Asw= 0.00 [mm²]
 Sforzo di taglio resistente (staffe) Vrsd= 1915.14 [kN]
 Sforzo di taglio resistente (ferri piegati) Vrp= 0.00 [kN]
 Sforzo di taglio resistente totale armature trasversali Vrsd= 1915.14 [kN]

Sforzo di taglio resistente: Vrd=minimo(Vrcd; Vrsd) Vrd= 1915.14 [kN]
Coefficiente di sicurezza allo stato limite ultimo (≥ 1 ; armatura d'anima) Vrd/Vsd= 1.102

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - PILA - PLINTO TRASVERSALE - COMB. RARA

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Yi = 56.278 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 56.28 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 760.00 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 19.25 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 100.75 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -2.814 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -35.63 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 214.37 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	400.00	90.00	400.00	0.00	90.00	83.69	90.00	0.000	0.000
2	400.00	30.00	200.00	90.00	120.00	100.75	120.00	0.000	-2.814
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		120.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	16	16	3.00	32.17	214.37
2	8	12	117.00	9.05	-35.63
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
Totale			28.02	41.22	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

SEZIONE A TRAPEZI IN CEMENTO ARMATO - VERIFICA A PRESSO/TENSO-FLESSIONE RETTA.

TITOLO: PONTE CANALE - PILA - PLINTO TRASVERSALE - COMB. QUASI PERMANENTE

Gli sforzi sono applicati al baricentro della sezione omogeneizzata (SI/NO); (Y _i = 56.278 cm)	SI
Ordinata punto di applicazione sforzi (solo se non baricentrici)	Y= 56.28 cm
Sforzo normale (N>0: trazione; N<0: compressione)	N= 0.00 kN
Momento flettente(M>0: tende fibre inferiori; M<0: tende fibre superiori)	M= 661.50 kN.m
Coefficiente di omogeneizzazione	m= 15
Ordinata asse neutro (dall'alto)	ys= 19.25 cm
Ordinata asse neutro (dal basso)	yi= 100.75 cm
Tensione calcestruzzo minima	sc1= -2.449 N/mm ²
Tensione calcestruzzo massima	sc2= 0.000 N/mm ²
Tensione acciaio minima	sf1= -31.01 N/mm ²
Tensione acciaio massima	sf2= 186.59 N/mm ²

Sezione (dal basso)

Trapezio (n°)	bi (cm)	h (cm)	bs (cm)	Yi (cm)	Ys (cm)	Yi' (cm)	Ys' (cm)	si N/mm ²	ss N/mm ²
1	400.00	90.00	400.00	0.00	90.00	83.69	90.00	0.000	0.000
2	400.00	30.00	200.00	90.00	120.00	100.75	120.00	0.000	-2.449
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Totale		120.00							

Armature (dal basso)

Strato (n°)	Numero ferri	Diametro (mm)	Yf (cm)	Af cm ²	sf N/mm ²
1	16	16	3.00	32.17	186.59
2	8	12	117.00	9.05	-31.01
3	0	0	0.00	0.00	
4	0	0	0.00	0.00	
5	0	0	0.00	0.00	
6	0	0	0.00	0.00	
7	0	0	0.00	0.00	
8	0	0	0.00	0.00	
9	0	0	0.00	0.00	
10	0	0	0.00	0.00	
Totale			28.02	41.22	

Legenda

- bi= base inferiore trapezio
- h= altezza trapezio
- bs= base superiore trapezio
- Yi= ordinata base inferiore trapezio
- Ys= ordinata di base superiore trapezio
- Yi'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo si
- Ys'= ordinata di calcolo tensione calcestruzzo ss
- si= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Yi'
- ss= tensione di calcolo calcestruzzo all'ordinata Ys'
- Af= area dello strato di acciaio alla quota Yf
- Yf= ordinata dello strato di acciaio di area Af
- sf= tensione di calcolo acciaio all'ordinata Yf

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

TITOLO: PONTE CANALE - PILA - PLINTO TRASVERSALE - COMB. QUASI PERMANENTE

Riferimento :

D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni - Paragrafo 4.1.2.2.4

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2 febbraio 2009, N. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008" .

DATI GENERALI

Tipo impronte acciaio

Sensibilità armatura

Condizioni ambientali

Combinazione di azioni

Aderenza migliorata

Poco sensibile

Aggressive

Quasi permanenti

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FORMAZIONE DELLE FESSURE

Resistenza caratteristica cilindrica del conglomerato cementizio

fck= 20.0 N/mm²

Resistenza a trazione media del conglomerato cementizio ($f_{ctm} = 0.30 (f_{ck})^{2/3}$)

fctm= 2.210 N/mm²

Resistenza a trazione allo stato di formazione delle fessure ($f_{ctk} = f_{ctm}/1.2$)

fctk= 1.842 N/mm²

Per la combinazione di azioni prescelta si ha (sezione interamente reagente - sollecitazioni effettive):

Tensione di trazione massima nel calcestruzzo

scmax= 0.725 N/mm²

La sezione è verificata allo stato limite di formazione delle fessure

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE

a) Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura epsrm

Modulo elastico del calcestruzzo

Ec= 29962 N/mm²

Modulo elastico delle armature

Es= 210000 N/mm²

Tensione nell'armatura tesa in sezione fessurata

sigmas= 186.585 N/mm²

Base della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure

b,eff= 400.000 cm

Altezza della zona di calcestruzzo efficace [min(2.5(h-d);(h-x)/3;h/2)]

h,eff= 7.500 cm

Area della zona di calcestruzzo efficace entro cui le barre influenzano l'apertura delle fessure

Ac,eff = b,eff h,eff = 3000.000 cm²

Area della sezione di acciaio posta nell'area efficace Ac,eff

As= 32.170 cm²

Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff

ro,eff=As/Ac,eff= 0.010723

Coefficiente per le condizioni di sollecitazione (0.6 azioni di breve durata, 0.4 azioni di lunga durata)

kt= 0.4

Deformazione unitaria media dell'armatura

epsrm= 0.000466

Deformazione unitaria media dell'armatura (limite inferiore) (epsrm,lim = 0.6 sigmas/Es)

epsrm,lim= 0.000533

b) Calcolo della distanza massima tra le fessure Dsmax

Distanza tra le barre (Int - fi)

s1= 23.400 cm

Diametro equivalente delle barre tese

fi= 16 mm

Ricoprimento netto dell'armatura (Yf-fi/2)

c= 2.200 cm

Distanza limite tra le barre da utilizzare nel calcolo ($s = 5*(c+fi/2)$)

b= 15.000 cm

Rapporto tra l'area della sezione di acciaio As e l'area di calcestruzzo efficace Ac,eff

ro,eff=As/Ac,eff= 0.010723

Deformazione di trazione massima in sezione fessurata

eps1= 0.000428

Deformazione di trazione minima in sezione fessurata

eps2= 0.000000

Coefficiente di aderenza calcestruzzo alla barra (0.8 per barre ad aderenza migliorata, 1.6 per barre lisce)

k1= 0.800

Coefficiente di forma del diagramma delle deformazioni di trazione nella sezione fessurata

k2= 0.500

Coefficiente

k3= 3.400

Coefficiente

k4= 0.425

Distanza massima tra le fessure

Dsmax= 32.845 cm

c) Calcolo del valore caratteristico dell'apertura delle fessure wk

Deformazione unitaria media dell'armatura

epsrm= 0.000533

Distanza massima tra le fessure

Dsmax= 32.845 cm

Valore caratteristico dell'apertura delle fessure ($w_k = epsrm Dsmax$)

wm= 0.175 mm

e) Verifica

Considerando secondo Normativa :

Condizioni ambiente: Aggressive

Combinazioni di azioni: Quasi permanenti

Tipo di armatura: Poco sensibile

Valore nominale caratteristico dell'apertura delle fessure per la combinazione d'azioni considerata

wk= 0.200 mm

La sezione è verificata allo stato limite di apertura delle fessure