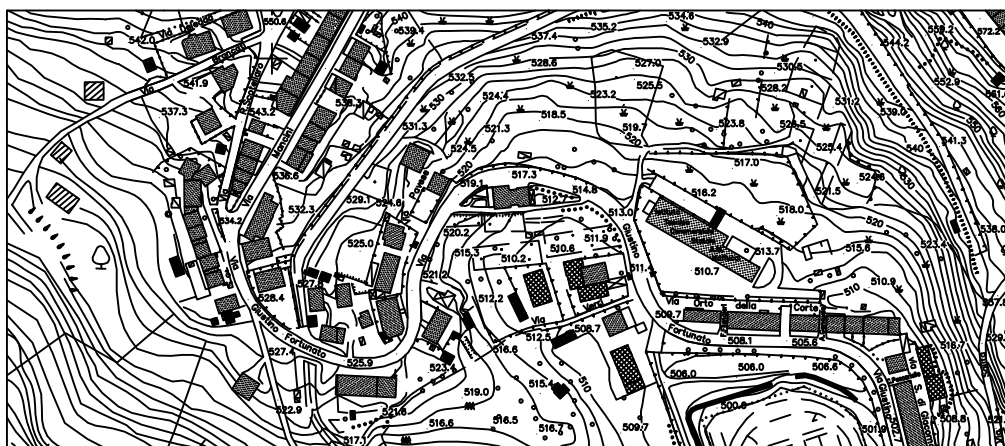


COMUNE DI CALITRI

PROVINCIA DI AVELLINO

PROGETTO ESECUTIVO DI RIQUALIFICAZIONE URBANISTICA DI VIA CIRCUMVALLAZIONE

Elaborato
n° 2-D



RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI CONTENIMENTO

Geom. Antonio Tuozzolo
Via Cavour n° 32
83045 Calitri (AV)
Tel. 0827 / 34089

DATA
OTTOBRE 2008

COMMITTENTE:
COMUNE DI CALITRI

IL TECNICO:
Geom. Antonio Tuozzolo

RELAZIONE DI CALCOLO MURO IN C.A. DI CONTENIMENTO

Progetto: Muro di sostegno h 1,60
Ditta: Amministrazione Comunale
Comune: Calitri (AV)
Progettista: Geom. Antonio Tuozzolo
Direttore dei Lavori: Geom. Antonio Tuozzolo
Impresa:

Normative di riferimento

Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità del pendio

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

**PER SOSTENERE IL DISLIVELLO DI M .2.40 È STATO PREVISTO UN MURO A MENSOLA IN
C.A.DI ALTEZZA MASSIMA FUORI TERRA ML. 1,60**

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

Resistenza caratteristica Rck: 300

Tensioni ammissibile a compressione: 97.50 daN/cm²

Tensioni tangenziale ammissibile: 6.00 daN/cm²

Tensioni tangenziale ammissibile massima: 18.29 daN/cm²

Peso specifico 2500 daN/m³

Acciaio

Classe: 44k

Tensioni ammissibile: 2600.00 [daN/cm²]

GEOMETRIA DEL MURO

Lunghezza del muro: 12.00 m

Paramento

Altezza del paramento: 1.60 m

Larghezza in sommità: 0.30 m

Larghezza alla base: 0.30 m

Inclinazione lato di valle: 0.00 °

Inclinazione lato di monte: 0.00 °

Fondazione

Lunghezza mensola di valle: 1.10 m

Altezza esterna mensola di valle: 0.40 m

Altezza interna mensola di valle: 0.40 m

Lunghezza mensola di monte: 0.25 m

Altezza esterna mensola di monte: 0.40 m

Altezza interna mensola di monte: 0.40 m

Inclinazione fondazione: 0.00 °

Lunghezza totale fondazione: 1.65 m

Dente a monte della fondazione

Altezza del dente: 0.40 m

Larghezza del dente: 0.25 m

DATI RELATIVI AL TERRENO

Inclinazione del piano campagna: 20.00 °

Dati strato monte

Peso specifico: 1800.00 daN/mc

Coesione: 0.00 daN/cm²

Angolo di attrito interno: 23.00 °

Angolo di aderenza terra-muro: 15.33 °

Dati strato di fondazione

Peso specifico: 1800.00 daN/mc

Coesione: 0.00 daN/m²

Angolo di attrito interno: 23.00 °

Angolo di aderenza terra-muro: 15.33 °

FALDA

Falda assente

CARICHI

Forza orizzontale: 0.00 daN

Forza verticale: 0.00 daN

Momento: 0.00 daNm

DATI ARMATURE

Copriferro: 3 cm

Lunghezza di ancoraggio: 30 diametri

Diametro dei ripartitori: 8.00 mm

Passo dei ripartitori: 33 cm

Diametro delle legature: 8 mm

Numero delle legature a mq: 6

Paramento di monte

Diametro dei ferri continui: 12 mm

Numero dei ferri continui: 3

Paramento di valle

Diametro dei ferri continui: 12 mm

Numero dei ferri continui: 3

Fondazione

Diametro dei ferri superiori: 12 mm

Numero dei ferri superiori: 3

Diametro dei ferri inferiori: 12 mm

Numero dei ferri inferiori: 3

Il muro di sostegno progettato è stato sottoposto alle verifiche stabilità:

- Verifica allo scorrimento:

$$F_{res}/F_{sc} \geq h$$

Dove F_{res} = risultante delle forze resistenti allo scorrimento lungo il piano di posa

F_{sc} = risultante delle forze che favoriscono lo scorrimento lungo il piano di
posa

h = coefficiente di sicurezza ammissibile, pari a 1.3 secondo Normativa

- Verifica al ribaltamento:

$$M_{st}/M_{rib} \geq h$$

Dove M_{st} = momento stabilizzante rispetto allo spigolo di valle della fondazione

M_{rib} = momento ribaltante rispetto allo spigolo di valle della fondazione

h = coefficiente di sicurezza ammissibile, pari a 1.5 secondo Normativa

- Verifica al carico limite:

$$q_{lim}/q \geq h$$

Dove q_{lim} = carico limite in fondazione, determinato con la *formula di Meyerhof*:

q = carico in fondazione

h = coefficiente di sicurezza ammissibile, pari a 2 secondo Normativa

OPZIONI DI CALCOLO

Grado di intensità sismica: 0

Spinta passiva: 0.50 %

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento: 1.50

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento: 1.30

Coefficiente di sicurezza allo schiacciamento: 2.00

Il calcolo delle spinte del terreno si basa sulla *teoria di Coulomb*, i coefficienti di spinta attiva e di spinta passiva sono calcolati con la *formula di Coulomb*, riveduta da *Muller-Breslau*.

Gli effetti del sisma sono portati in conto come da normativa vigente calcolando l'incremento sismico con la formula di *Monobe-Okabe*.

E' stata portata in conto un' aliquota della spinta passiva del terreno, pari a 0,5%, nel rispetto della normativa (tale percentuale non può superare il 50%).

RISULTATI

Pesi propri

Peso proprio del muro: 3100.00 daN

ascissa del baricentro: 1.05 m

ordinata del baricentro: 0.55 m

Peso proprio del terrapieno: 740.47 daN

ascissa del baricentro: 1.53 m

ordinata del baricentro: 1.22 m

Spinte

Coefficiente di spinta statico: 0.62

Spinta statica: 3469.18 daN

Componente orizz. della spinta statica: 3345.75 daN

Componente vert. della spinta statica: 917.18 daN

Punto di applicazione della spinta statica: 0.83 m

Spinta passiva: 254.32 daN

Componente orizz. della spinta passiva: 245.27 daN

Componente vert. della spinta passiva: 67.24 daN

Punto di applicazione della spinta passiva: 0.00 m

Risultanti applicate sul piano di posa di fondazione

Risultante normale in fondazione: 4690.41 daN

Risultante tangenziale in fondazione: 3100.47 daN

Inclinazione della risultante rispetto alla vert.: 33.47 °

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione: -12.99 cm

Pressioni sul terreno

Tensione all'estremo di monte della fondazione: 0.15 daN/cm²

Tensione all'estremo di valle della fondazione: 0.42 daN/cm²

Verifiche di stabilità

Coefficiente al ribaltamento: 4.11

Coefficiente allo scorrimento: 1.90

Coefficiente allo schiacciamento: 2.04

PRESSIONI TOTALI SUL PARAMENTO

(z=0 in sommità)

z [m]	p [daN/cm ²]
0,00	0,00
0,08	0,01
0,15	0,02
0,23	0,02
0,30	0,03
0,38	0,04
0,46	0,05
0,53	0,06
0,61	0,07
0,69	0,07
0,76	0,08
0,84	0,09
0,91	0,10
0,99	0,11
1,07	0,12
1,14	0,12
1,22	0,13
1,30	0,14
1,37	0,15
1,45	0,16
1,52	0,16
1,60	0,17

PRESSIONI DEL TERRENO SULLA FONDAZIONE DI MONTE

(x=0 all'estremo libero)

x [m]	p [daN/cm ²]
0,00	0,42
0,03	0,41
0,06	0,41

0,08	0,40
0,11	0,40
0,14	0,40
0,17	0,39
0,19	0,39
0,22	0,38
0,25	0,38

PRESSIONI DEL TERRENO SULLA FONDAZIONE DI VALLE

(x=0 all'estremo libero)

x [m]	p [daN/cm ²]
0,00	0,15
0,12	0,17
0,24	0,19
0,37	0,21
0,49	0,23
0,61	0,25
0,73	0,27
0,86	0,29
0,98	0,31
1,10	0,33

SOLLECITAZIONI SUL PARAMENTO

z=0 in sommità

z [m]	M [daNm]	T [daN]	N [daN]
0,00	0,00	0,00	0,00
0,08	0,08	3,13	57,14
0,15	0,64	12,52	114,29
0,23	2,15	28,17	171,43
0,30	5,09	50,08	228,57
0,38	9,94	78,25	285,71
0,46	17,17	112,68	342,86

0,53	27,27	153,37	400,00
0,61	40,70	200,32	457,14
0,69	57,95	253,53	514,29
0,76	79,49	313,00	571,43
0,84	105,81	378,73	628,57
0,91	137,36	450,73	685,71
0,99	174,65	528,98	742,86
1,07	218,13	613,49	800,00
1,14	268,29	704,26	857,14
1,22	325,60	801,29	914,29
1,30	390,55	904,58	971,43
1,37	463,60	1014,13	1028,57
1,45	545,24	1129,94	1085,71
1,52	635,94	1252,01	1142,86
1,60	736,18	1380,35	1200,00

VERIFICHE DI RESISTENZA SUL PARAMENTO

Metodo delle tensioni ammissibili

z=0 in sommità

z	B	H	Afinf	Afsup	xc	sc	sf	tau
[m]	[m]	[m]	[daN/cm ²]	[daN/cm ²]	[cm]	[daN/cm ²]	[daN/cm ²]	[daN/cm ²]
0,00	100	30,00	0,00	0,00		0	0	0,00
0,08	100	30,00	3,39	3,39	-	0,02	-0,27	0,00
0,15	100	30,00	3,39	3,39	-	0,04	-0,50	0,01
0,23	100	30,00	3,39	3,39	-	0,07	-0,67	0,01
0,30	100	30,00	3,39	3,39	-	0,11	-0,72	0,02
0,38	100	30,00	3,39	3,39	-	0,15	-0,64	0,03
0,46	100	30,00	3,39	3,39	-	0,22	-0,37	0,05
0,53	100	30,00	3,39	3,39	25,26	0,31	0,32	0,07
0,61	100	30,00	3,39	3,39	19,85	0,45	2,43	0,09
0,69	100	30,00	3,39	3,39	15,06	0,68	8,12	0,11

0,76	100	30,00	3,39	3,39	11,71	1,03	20,08	0,14
0,84	100	30,00	3,39	3,39	9,69	1,47	39,31	0,17
0,91	100	30,00	3,39	3,39	8,45	2,00	65,74	0,20
0,99	100	30,00	3,39	3,39	7,64	2,62	99,44	0,23
1,07	100	30,00	3,39	3,39	7,08	3,33	140,70	0,27
1,14	100	30,00	3,39	3,39	6,67	4,15	189,94	0,31
1,22	100	30,00	3,39	3,39	6,36	5,09	247,64	0,35
1,30	100	30,00	3,39	3,39	6,12	6,14	314,30	0,39
1,37	100	30,00	3,39	3,39	5,93	7,32	390,46	0,44
1,45	100	30,00	3,39	3,39	5,77	8,64	476,64	0,49
1,52	100	30,00	3,39	3,39	5,64	10,10	573,40	0,55
1,60	100	30,00	3,39	3,39	5,53	11,71	681,27	0,60

Legenda Tabella Verifiche di resistenza

z = passo di restituzione dei valori

B = base della sezione

H = altezza della sezione

A_{inf} = area di ferro in zona tesa

A_{sup} = area di ferro in zona compressa

x_c = distanza dell'asse neutro dal bordo compresso

σ_c = tensione normale nel cls al bordo compresso

σ_f = massima tensione normale nell'acciaio

τ = tensione tangenziale nel cls

SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE DI MONTE

x=0 all'estremo libero

x [m]	M [daNm]	T [daN]
0,00	0,00	0,00
0,03	0,08	5,62
0,06	0,31	9,96
0,08	0,63	13,03
0,11	1,03	14,82
0,14	1,44	15,34

0,17	1,86	14,63
0,19	2,24	12,64
0,22	2,55	9,37
0,25	2,75	5,01

VERIFICHE DI RESISTENZA NELLA FONDAZIONE DI MONTE

Metodo delle tensioni ammissibili

x=0 all'estremo libero

z	B	H	Afinf	Afsup	xc	sc	sf	tau
[m]	[m]	[m]	[daN/cmq]	[daN/cmq]	[cm]	[daN/cmq]	[daN/cmq]	[daN/cmq]
0,00	100	40,00	3,39	3,39		0	0	0
0,03	100	40,00	0,00	0,00	18,50	0,00	0,01	0,00
0,06	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,00	0,26	0,00
0,08	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,01	0,53	0,00
0,11	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,01	0,86	0,00
0,14	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,01	1,21	0,00
0,17	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,02	1,56	0,00
0,19	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,02	1,88	0,00
0,22	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,02	2,14	0,00
0,25	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,03	2,31	0,00

SOLLECITAZIONI IN FONDAZIONE DI VALLE

x=0 all'estremo libero

x [m]	M [daNm]	T [daN]
0,00	0,00	0,00
0,12	4,32	73,81
0,24	19,08	171,34
0,37	47,23	293,09
0,49	91,71	439,07
0,61	156,11	610,77
0,73	242,35	805,40
0,86	353,82	1024,25

0,98	493,48	1267,32
1,10	665,83	1536,91

VERIFICHE DI RESISTENZA NELLA FONDAZIONE DI VALLE

Metodo delle tensioni ammissibili

x=0 all'estremo libero

z	B	H	Afinf	Afsup	xc	sc	sf	tau
[m]	[m]	[m]	[daN/cm ²]	[daN/cm ²]	[cm]	[daN/cm ²]	[daN/cm ²]	[daN/cm ²]
0,00	100	40,00	3,39	3,39		0	0	0
0,12	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,04	3,63	0,02
0,24	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,18	16,02	0,05
0,37	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,46	39,66	0,09
0,49	100	40,00	3,39	3,39	5,44	0,89	77,03	0,14
0,61	100	40,00	3,39	3,39	5,44	1,51	131,11	0,19
0,73	100	40,00	3,39	3,39	5,44	2,34	203,54	0,26
0,86	100	40,00	3,39	3,39	5,44	3,42	297,16	0,33
0,98	100	40,00	3,39	3,39	5,44	4,77	414,45	0,40
1,10	100	40,00	3,39	3,39	5,44	6,43	559,19	0,49