

Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio



Provincia di Pistoia



Comune di Pistoia

Autorità di Bacino del Fiume Arno



REGIONE TOSCANA
GIUNTA REGIONALE



Consorzio di Bonifica
"Ombrone Pistoiese - Bisenzio"



Publiacqua

Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera

STRALCIO I PROGETTO DEFINITIVO Cassa di espansione in loc. Laghi Primavera

R.U.P.

Arch. Francesco Bragagnolo

Via XXVII Aprile, 17 51100 Pistoia (PT)

PROGETTO:

Consorzio di Bonifica Ombrone P.se - Bisenzio

Via Traversa della Vergine, 81
51100 Pistoia

GRUPPO DI LAVORO PROGETTO DEFINITIVO (Decreto del Direttore n° 255 del 18.12.2006):

Ing. Stefano Burchielli : responsabile della progettazione

Ing. Nicola Giusti : progettista

Ing. jr. Matteo Vaccai: progettista

Geom. Stefania Galardini : procedure espropriative

Rag. Giovanna Vassallo : supporto amministrativo

Arch. Olga Agostini: inquadramento urbanistico e proposta di
modifica degli strumenti vigenti

Università degli Studi di Firenze - Facoltà di ingegneria

Dipartimento ingegneria Civile: Impatto ambientale

coordinatore attività: prof. Ing. Enio Paris

Arch. Riccardo Luca Breschi: studio urbanistico e di inserimento
ambientale

GEOTECNAlab S.r.l.: prove geotecniche di laboratorio

Geom. Stefano Loli: rilievi topografici

D.R.E.AM. Italia S.c.r.l. : aspetti geologici

Geologia e Ambiente S.n.C. : indagini geognostiche

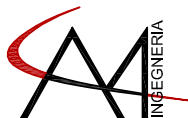
Ing. Giancarlo Caroli: progettazione opere idrauliche

Interstudio Firenze S.r.l. : ingegnerizzazione attività di scavo, selezione
e trasporto materiale interte, progettazione viabilità

R.T.I. Interstudio Firenze S.r.l. - Geotecnica Progetti S.r.l. :

Invaso Giudea in località Gello - Aggiornamento del progetto per il
ripristino funzionale, per l'aumento della capacità e per l'adeguamento
al D.M. 24.03.1982 n° 44 e delle verifiche sismiche (Progettisti: ingg.
Giuseppe Baldovin, Ezio Baldovin - D.L.: ing. Sergio Rizzo)

REVISIONE PROGETTO DEFINITIVO (Decreto del Direttore n° 224 del 17.06.2013):



A4 INGEGNERIA STUDIO TECNICO ASSOCIATO - DOTT. ING. DAVID MALOSSI

VIA ROMA 26 - 59100 - PRATO

TEL/FAX 0574442523

MAIL: info@a4ingegneria.it

TITOLO:

RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD.

STI-004
PARTE 3

DATA MARZO 2014



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

DATI TERRENO A MONTE

β_m	inclinazione pendio	0.0	(°)
Z_w	profondità falda rispetto a testa muro	5.75	(m)
n	numero strati terreno (max. 3)	1	(-)

strato n°	H_i (m)	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	η (°)	Ka (-)	δ (°)
1	10.95	18.00	0.00	28.0	22.0	0.320	20.0
2	0.00	20.00	0.00	30.0	20.0	0.400	15.0
3	0.00	20.00	5.00	30.0	20.0	0.400	10.0

H_i	spessore strato i-mo
γ	peso specifico terreno
c, ϕ	coesione e angolo di attrito terren
δ	angolo di attrito terra-muro
η	inclinazione spinta attiva (fig. 4), $\text{cor}\beta \leq \eta \leq \phi$
Ka	coefficiente spinta attiva terreno
Kp	coefficiente spinta passiva terreno (inserire valore effettivo)

DATI TERRENO A VALLE

β_v	inclinazione pendio	0.0	(°)
Z_{vv}	profondità falda a valle	0.00	(m)
Opz1	considero il peso del terreno a valle ai fini della verifica di stabilità? (S/N)	S	(-)
Opz2	contributo spinta passiva 0 - non viene considerato 1 - viene considerato al 50%	1	(-)

strato n°	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	δ (°)	Kp (-)
1	18.00	0.00	28.0	20.0	4.810

DATI TERRENO DI FONDAZIONE

c_f	adesione fondazione-terreno	15.00	(kPa)
δ_f	angolo di attrito fondazione-terreno	22.0	(°)

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

N.B. : il foglio va compilato solo nel caso si sia in presenza di sisma

DATI TERRENO A MONTE

β_m	inclinazione pendio	0.0	(°)
Z_w	profondità falda rispetto a testa muro	5.75	(m)
n	numero strati terreno (max. 3)	1	(-)

strato n°	H_i (m)	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	η (°)	δ (°)	Ka,sisma (-)	Permeabilità (*)
1	10.95	18.00	0.00	28.0	22.0	20.0	0.370	b
2	0.00	20.00	0.00	30.0	20.0	15.0	1.180	a
3	0.00	20.00	5.00	30.0	20.0	10.0	1.070	a

H_i spessore strato i-mo
 γ peso specifico terreno
 c, ϕ coesione e angolo di attrito terren
 δ angolo di attrito terra-muro
 η inclinazione spinta attiva (fig. 4), $\text{con} \beta \leq \eta \leq \phi$
 K_a coefficiente spinta attiva terreno
 K_p coefficiente spinta passiva terreno (inserire valore effettivo)
 (*) A=permeabilità elevata $k \geq 10^{-4}$ m/s
 B=permeabilità bassa $k < 10^{-4}$ m/s

DATI TERRENO A VALLE

β_v	inclinazione pendio	0.0	(°)
Z_{wv}	profondità falda a valle	0.00	(m)
Opz1	considero il peso del terreno a valle ai fini della verifica di stabilità? (S/N)	S	(-)
Opz2	contributo spinta passiva 0 - non viene considerato 1 - viene considerato al 50%	1	(-)

strato n°	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	δ (°)	Kp,sisma (-)
1	18.00	0.00	28.0	20.0	2.650

PARTE D'OPERA: Cassa di espansione in loc. Laghi Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

CARICHI PERMANENTI - RIEPILOGO FORZE RISULTANTI

Muro		
W_m	peso proprio	435.0 (kN)
b_m	braccio rispetto a punto "O"	2.85 (m)
Terreno a valle		
S_{v,h}	spinta passiva terreno a valle, componente orizzontale	73.5 (kN)
h_v	altezza punto applicazione S _{v,h} rispetto "O"	0.95 (m)
S_{v,v}	spinta passiva terreno a valle, componente verticale	-26.7 (kN)
b_v	braccio rispetto a punto "O"	0.00 (m)
W_{tv}	peso proprio	13.2 (kN)
b_{tv}	braccio rispetto a punto "O"	0.50 (m)
Terreno a monte, solo carichi permanenti		
S_{m,h}	spinta attiva terreno a monte, componente orizzontale	292.4 (kN)
h_m	altezza punto applicazione S _{m,h} rispetto "O"	4.16 (m)
S_{m,v}	spinta attiva terreno a monte, componente verticale	113.2 (kN)
b_m	braccio rispetto a punto "O"	1.98 (m)
W_{tm}	peso proprio	849.5 (kN)
b_{tm}	braccio rispetto a punto "O"	4.86 (m)
W_{sov}	contributo sovraccarichi	0.0 (kN)
b_{sov}	braccio rispetto a punto "O"	0.00 (m)
Spinta dell'acqua		
U_{m1,h}	spinta su paramento inclinato a monte, componente orizzontale	80.0 (kN)
h_{Um1}	altezza punto applicazione U _{m1,h} rispetto "O"	2.53 (m)
U_{m1,v}	spinta su paramento inclinato a monte, componente verticale	6.6 (kN)
b_{Um1}	braccio H _{m1,h} rispetto "O"	2.09 (m)
U_{m2}	spinta su paramento verticale fondazione, lato mon	55.2 (kN)
h_{Um2}	altezza punto applicazione U _{m2} rispetto "O"	0.57 (m)
U_{m3}	peso acqua su mensola fondazione lato mon	232.0 (kN)
b_{Um3}	braccio U _{m3} rispetto "O"	5.10 (m)
U_{v1}	spinta su paramento verticale fondazione, lato val	40.6 (kN)
h_{Uv1}	altezza punto applicazione U _{v1} rispetto "O"	0.95 (m)
U_{v2}	peso acqua su mensola fondazione lato val	16.5 (kN)
b_{Uv2}	braccio U _{v2} rispetto "O"	0.50 (m)
U_f	spinta acqua sotto piano fondazion	-322.0 (kN)
b_{Uf}	braccio U _f rispetto "O"	4.39 (m)

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

AZIONI IN FONDAZIONE E SEZIONE INCASTRO - CARICHI PERMANENTI

Carichi su piano imposta fondazione

N	componente perpendicolare al piano di fondazione	1317	(kN)
T	componente parallela al piano di fondazione	313	(kN)
M	momento agente nel baricentro della fondazione	1218	(kN*m)

Azioni interne sezione incastro

V	compressione	286	(kN)
H	taglio	312	(kN)
M	momento	1007	(kN*m)

AZIONI IN FONDAZIONE E SEZIONE INCASTRO - CARICHI TOTALI

Carichi su piano imposta fondazione

N	componente perpendicolare al piano di fondazione	1377	(kN)
T	componente parallela al piano di fondazione	496	(kN)
M	momento agente nel baricentro della fondazione	1982	(kN*m)

Azioni interne sezione incastro

V	compressione	332	(kN)
H	taglio	429	(kN)
M	momento	1506	(kN*m)



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

SCELTA FATTORI SICUREZZA

F_s_{rib,a}	normativa italiana:	1.50	1.50
F_s_{sc,a}	normativa italiana:	1.30	1.30

VERIFICHE STABILITA' - CARICHI PERMANENTI

$$\mathbf{F_s} \text{ ribaltamento} = M_{stab} / M_{rib} \quad \underline{\quad 2.41 \quad} \quad (-)$$

$$\mathbf{F_s} \text{ scorrimento} = F_{stab} / F_{scorr} \quad \underline{\quad 1.79 \quad} \quad (-)$$

$$\mathbf{F_s}_{rib} \geq \mathbf{F_s}_{rib,a} \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

$$\mathbf{F_s}_{sc} \geq \mathbf{F_s}_{sc,a} \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

VERIFICHE STABILITA' - CARICHI PERMANENTI+ACCIDENTALI (+SISMA)

$$\mathbf{F_s} \text{ ribaltamento} = M_{stab} / M_{rib} \quad \underline{\quad 2.15 \quad} \quad (-)$$

$$\mathbf{F_s} \text{ scorrimento} = F_{stab} / F_{scorr} \quad \underline{\quad 1.31 \quad} \quad (-)$$

$$\mathbf{F_s}_{rib} \geq \mathbf{F_s}_{rib,a} \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

$$\mathbf{F_s}_{sc} \geq \mathbf{F_s}_{sc,a} \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



VERIFICA DEL CARICO LIMITE DI FONDAZIONE

Si considera la seguente relazione applicabile per carichi verticali , per una fondazione di forma rettangolare allungata $L \gg B$, con il piano di posa a profondità D , sottoposta a carichi verticali e con piano di posa e piano campagna orizzontali.

In presenza di falda:

$$q_{lim} - \gamma_w a = N_q [\gamma_1 (D-a) + \gamma_1' a] + N_c C + N_g \gamma_2' B/2$$

dove:

γ_1 e γ_2 sono i pesi dell'unità di volume rispettivamente del terreno posto al di sopra e al di sotto del piano di posa.

Il termine C è la coesione del terreno al di sotto del piano di posa (C' in condizioni non drenate)

N_q , N_c e N_g sono i coefficienti adimensionali ricavati sulla base della teoria della plasticità e funzione dell'angolo di attrito ϕ del terreno al di sotto del piano di posa (gabellati in funzione di ϕ).

Il termine a è la profondità in corrispondenza del cambio di terreno nel caso di doppio strato.

Nel caso in esame:

$$\gamma_1 \text{ e } \gamma_2 = 1,8 \text{ t/mc}$$

$$C = 0$$

$$\phi = 28^\circ$$

$$N_q = 14,72; N_c = 25,80; N_g = 16,72$$

$$D = 3 \text{ m (profondità media della soletta rispetto al terreno naturale)}$$

$$a = 3 \text{ m altezza della falda dall'intradosso della fondazione}$$

$$L = 8,0 \text{ m}$$



**Consorzio di Bonifica
Ombrone P.se – Bisenzio**

PROGETTO DEFINITIVO

Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed
approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera

$$B = 1,0 \text{ m}$$

Il carico limite assumerà perciò i valori:

$$q_{lim} = 14,72 \times 1,1 \text{ t/mc} \times 3 \text{ m} + 25,80 \times 0 \text{ t/mq} + 16,72 \times 1,1 \text{ t/mc} \times 1 \text{ m} / 2 + 1,0 \text{ t/mc} \\ \times 3 \text{ m} = 61 \text{ t/mq} = 6,1 \text{ kg/cmq}$$

$$\text{Sull'intera platea } Q_{lim} = q_{lim} \times B \times L = 61 \text{ t/mq} \times 1 \text{ m} \times 8 \text{ m} = 488 \text{ t}$$

$$\text{Il carico massimo indicato dal programma è } N = 1.377 \text{ kN} = 137 \text{ t}$$

$$\text{Il coefficiente di sicurezza è pertanto } s = 3,6$$

VERIFICA IN CORRISPONDENZA DELL'INCASTRO

Spessore	= 120 cm
M	= 150 t*m
N	= 33 t*m
T	= 43 t
Armatura tesa	= 10 ϕ 28
Armatura compressa	= 5 ϕ 28
σ cls	= 68,8 kg/cmq
σ acc	= 2.076 kg/cmq
J	= 7.999.500 cm ⁴
Y	= 34,5 cm

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



**Consorzio di Bonifica
Ombrone P.se – Bisenzio**

PROGETTO DEFINITIVO

Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed
approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera

MURO DI CONTENIMENTO DI VALLE (altezza 6,5 m)

Le verifiche del muro -stabilità alla rotazione e allo slittamento- sono state condotte anche in questo caso con l'ausilio del software GSS (Geotechnical Survival Software), su una striscia unitaria di muro. I parametri geotecnici sono rimasti invariati. A seguire sono riportati input e output del programma.

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

GEOMETRIA MURO

H	altezza muro	6.50	(m)
B	larghezza fondazione	6.00	(m)
B _t	spessore muro in sommità	0.40	(m)
B _{sv}	variazione spessore muro verso valle	0.00	(m)
B _{sm}	variazione spessore muro verso monte	0.60	(m)
B _v	larghezza mensola fondazione verso valle	1.00	(m)
B _m	larghezza mensola fondazione verso monte	4.00	(m)
H _f	spessore fondazione	1.00	(m)
B _{vd}	posizione eventuale dente	1.00	(m)
B _d	larghezza eventuale dente	1.00	(m)
H _d	altezza eventuale dente	1.00	(m)
H _t	profondità estradosso fondazione verso valle	1.50	(m)
γ _m	peso specifico muro	25.00	(kN/m ³)
α _v	inclinazione paramento di valle	90.0	(°)
α _m	inclinazione paramento di monte	84.7	(°)

SOVRACCARICHI PERMANENTI / ACCIDENTALI

p	sovraccarico permanente esteso a tutto il terrapieno	0.00	(kN/m ²)
q	sovraccarico accidentale esteso a tutto il terrapieno	20.00	(kN/m ²)

COEFFICIENTI SISMICI

k _h	coefficiente sismico orizzontale	0.07	(-)
k _v	coefficiente sismico verticale		(-)

N.B.: I coefficienti sismici devono essere congruenti con quelli utilizzati nel calcolo di k_a e k_p.

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

DATI TERRENO A MONTE

β_m	inclinazione pendio	0.0	(°)
Z_w	profondità falda rispetto a testa muro	2.50	(m)
n	numero strati terreno (max. 3)	1	(-)

strato n°	H_i (m)	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	η (°)	K_a (-)	δ (°)
1	10.00	18.00	0.00	28.0	22.0	0.320	20.0
2	0.00	20.00	0.00	30.0	20.0	0.400	15.0
3	0.00	20.00	5.00	30.0	20.0	0.400	10.0

H_i	spessore strato i-mo
γ	peso specifico terreno
c, ϕ	coesione e angolo di attrito terren
δ	angolo di attrito terra-muro
η	inclinazione spinta attiva (fig. 4), $\text{cor}\beta \leq \eta \leq \phi$
K_a	coefficiente spinta attiva terreno
K_p	coefficiente spinta passiva terreno (inserire valore effettivo)

DATI TERRENO A VALLE

β_v	inclinazione pendio	0.0	(°)
Z_{wv}	profondità falda a valle	0.00	(m)
Opz1	considero il peso del terreno a valle ai fini della verifica di stabilità? (S/N)	S	(-)
Opz2	contributo spinta passiva 0 - non viene considerato 1 - viene considerato al 50%	1	(-)

strato n°	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	δ (°)	K_p (-)
1	18.00	0.00	28.0	20.0	4.810

DATI TERRENO DI FONDAZIONE

c_f	adesione fondazione-terreno	15.00	(kPa)
δ_f	angolo di attrito fondazione-terreno	22.0	(°)

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

N.B. : il foglio va compilato solo nel caso si sia in presenza di sisma

DATI TERRENO A MONTE

β_m	inclinazione pendio	0.0	(°)
Z_w	profondità falda rispetto a testa muro	2.50	(m)
n	numero strati terreno (max. 3)	1	(-)

strato n°	H_i (m)	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	η (°)	δ (°)	Ka,sisma (-)	Permeabilità (*)
1	10.00	18.00	0.00	28.0	22.0	20.0	0.370	b
2	0.00	20.00	0.00	30.0	20.0	15.0	1.180	a
3	0.00	20.00	5.00	30.0	20.0	10.0	1.070	a

H_i spessore strato i-mo
 γ peso specifico terreno
c, ϕ coesione e angolo di attrito terren
 δ angolo di attrito terra-muro
 η inclinazione spinta attiva (fig. 4), $\text{con} \beta \leq \eta \leq \phi$
Ka coefficiente spinta attiva terreno
Kp coefficiente spinta passiva terreno (inserire valore effettivo)
(*): A=permeabilità elevata $k \geq 10^{-4}$ m/s
B=permeabilità bassa $k < 10^{-4}$ m/s

DATI TERRENO A VALLE

β_v	inclinazione pendio	0.0	(°)
Z_{wv}	profondità falda a valle	0.00	(m)
Opz1	considero il peso del terreno a valle ai fini della verifica di stabilità? (S/N)	S	(-)
Opz2	contributo spinta passiva 0 - non viene considerato 1 - viene considerato al 50%	1	(-)

strato n°	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	δ (°)	Kp,sisma (-)
1	18.00	0.00	28.0	20.0	2.650

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

CARICHI PERMANENTI - RIEPILOGO FORZE RISULTANTI

Muro

W_m	peso proprio	288.8	(kN)
b_m	braccio rispetto a punto "O"	2.23	(m)

Terreno a valle

S_{v,h}	spinta passiva terreno a valle, componente orizzontale	110.8	(kN)
h_v	altezza punto applicazione S _{v,h} rispetto "O"	0.17	(m)
S_{v,v}	spinta passiva terreno a valle, componente verticale	-40.3	(kN)
b_v	braccio rispetto a punto "O"	0.00	(m)
W_{tv}	peso proprio	12.0	(kN)
b_{tv}	braccio rispetto a punto "O"	0.50	(m)

Terreno a monte, solo carichi permanenti

S_{m,h}	spinta attiva terreno a monte, componente orizzontale	125.4	(kN)
h_m	altezza punto applicazione S _{m,h} rispetto "O"	3.10	(m)
S_{m,v}	spinta attiva terreno a monte, componente verticale	45.7	(kN)
b_m	braccio rispetto a punto "O"	1.84	(m)
W_{tm}	peso proprio	335.7	(kN)
b_{tm}	braccio rispetto a punto "O"	3.82	(m)
W_{sov}	contributo sovraccarichi	0.0	(kN)
b_{sov}	braccio rispetto a punto "O"	0.00	(m)

Spinta dell'acqua

U_{m1,h}	spinta su paramento inclinato a monte, componente orizzontale	80.0	(kN)
h_{Um1}	altezza punto applicazione U _{m1,h} rispetto "O"	2.33	(m)
U_{m1,v}	spinta su paramento inclinato a monte, componente verticale	7.4	(kN)
b_{Um1}	braccio H _{m1,h} rispetto "O"	1.88	(m)
U_{m2}	spinta su paramento verticale fondazione, lato mon	45.0	(kN)
h_{Um2}	altezza punto applicazione U _{m2} rispetto "O"	0.48	(m)
U_{m3}	peso acqua su mensola fondazione lato mon	160.0	(kN)
b_{Um3}	braccio U _{m3} rispetto "O"	4.00	(m)
U_{v1}	spinta su paramento verticale fondazione, lato val	31.2	(kN)
h_{Uv1}	altezza punto applicazione U _{v1} rispetto "O"	0.83	(m)
U_{v2}	peso acqua su mensola fondazione lato val	15.0	(kN)
b_{Uv2}	braccio U _{v2} rispetto "O"	0.50	(m)
U_f	spinta acqua sotto piano fondazion	-225.0	(kN)
b_{Uf}	braccio U _f rispetto "O"	3.33	(m)

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

CARICHI PERMANENTI+ACCIDENTALI - RIEPILOGO FORZE RISULTANTI

Muro

W_m	peso proprio	288.8	(kN)
b_m	braccio rispetto a punto "O"	2.23	(m)
S_{me}	carico orizzontale dovuto al sisma	20.2	(kN)
h_{me}	altezza punto applicazione S_{me} rispetto "O"	1.71	(m)

Terreno a valle

S_{v,h}	spinta passiva terreno a valle, componente orizzontale	61.1	(kN)
h_v	altezza punto applicazione S_{v,h} rispetto "O"	0.17	(m)
S_{v,v}	spinta passiva terreno a valle, componente verticale	-22.2	(kN)
b_v	braccio rispetto a punto "O"	0.00	(m)
W_{tv}	peso proprio	12.0	(kN)
b_{tv}	braccio rispetto a punto "O"	0.50	(m)

Terreno a monte, carichi permanenti+accidentali

S_{m,h}	spinta attiva terreno a monte, componente orizzontale	194.5	(kN)
h_m	altezza punto applicazione S_{m,h} rispetto "O"	3.24	(m)
S_{m,v}	spinta attiva terreno a monte, componente verticale	73.6	(kN)
b_m	braccio rispetto a punto "O"	1.81	(m)
W_{tm}	peso proprio	335.7	(kN)
b_{tm}	braccio rispetto a punto "O"	3.95	(m)
H_{tm}	inerzia terreno a monte	23.8	(kN)
h_{tm}	altezza punto applicazione H_{tm} rispetto "O"	4.49	(m)
W_{sov}	contributo sovraccarico	12.0	(kN)
b_{sov}	braccio rispetto a punto "O"	0.50	(m)

Spinta dell'acqua

U_{m1,h}	spinta su paramento inclinato a monte, componente orizzontale	80.0	(kN)
h_{Um1}	altezza punto applicazione U_{m1,h} rispetto "O"	2.33	(m)
U_{m1,v}	spinta su paramento inclinato a monte, componente verticale	7.4	(kN)
b_{Um1}	braccio U_{m1,v} rispetto "O"	1.88	(m)
U_{m2}	spinta su paramento verticale fondazione, lato mon	45.0	(kN)
h_{Um2}	altezza punto applicazione U_{m2} rispetto "O"	0.48	(m)
U_{m3}	peso acqua su mensola fondazione lato mon	160.0	(kN)
b_{Um3}	braccio U_{m3} rispetto "O"	4.00	(m)
U_{v1}	spinta su paramento verticale fondazione, lato val	31.2	(kN)
h_{Uv1}	altezza punto applicazione U_{v1} rispetto "O"	0.83	(m)
U_{v2}	peso acqua su mensola fondazione lato val	15.0	(kN)
b_{Uv2}	braccio U_{v2} rispetto "O"	0.50	(m)
U_f	spinta acqua sotto piano fondazion	-225.0	(kN)
b_{Uf}	braccio U_f rispetto "O"	3.33	(m)
ΔU_e	incremento spinta acqua dovuto al sisma	0.0	(kN)
h_{Ue}	altezza punto applicazione ΔU_e rispetto "O"	0.00	(m)

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

SCELTA FATTORI SICUREZZA

$Fs_{rib,a}$	normativa italiana:	1.50	1.50
$Fs_{sc,a}$	normativa italiana:	1.30	1.30

VERIFICHE STABILITA' - CARICHI PERMANENTI

$$Fs_{ribaltamento} = M_{stab} / M_{rib} \quad \underline{2.02} \quad (-)$$

$$Fs_{scorrimento} = F_{stab} / F_{scorr} \quad \underline{1.89} \quad (-)$$

$$Fs_{rib} \geq Fs_{rib,a} \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

$$Fs_{sc} \geq Fs_{sc,a} \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

VERIFICHE STABILITA' - CARICHI PERMANENTI+ACCIDENTALI (+SISMA)

$$Fs_{ribaltamento} = M_{stab} / M_{rib} \quad \underline{1.91} \quad (-)$$

$$Fs_{scorrimento} = F_{stab} / F_{scorr} \quad \underline{1.30} \quad (-)$$

$$Fs_{rib} \geq Fs_{rib,a} \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

$$Fs_{sc} \geq Fs_{sc,a} \quad \text{Verifica soddisfatta}$$

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



O. MURI

O.3. MURO A MENSOLA

AZIONI IN FONDAZIONE E SEZIONE INCASTRO - CARICHI PERMANENTI

Carichi su piano imposta fondazione

N	componente perpendicolare al piano di fondazione	599	(kN)
T	componente parallela al piano di fondazione	108	(kN)
M	momento agente nel baricentro della fondazione	423	(kN*m)

Azioni interne sezione incastro

V	compressione	150	(kN)
H	taglio	173	(kN)
M	momento	390	(kN*m)

AZIONI IN FONDAZIONE E SEZIONE INCASTRO - CARICHI TOTALI

Carichi su piano imposta fondazione

N	componente perpendicolare al piano di fondazione	645	(kN)
T	componente parallela al piano di fondazione	247	(kN)
M	momento agente nel baricentro della fondazione	762	(kN*m)

Azioni interne sezione incastro

V	compressione	177	(kN)
H	taglio	239	(kN)
M	momento	586	(kN*m)



VERIFICA DEL CARICO LIMITE DI FONDAZIONE

Date le caratteristiche del terreno è lecito supporre che il carico limite sia il medesimo calcolato per il muro di monte ($q_{lim} = 61 \text{ t/mq}$)

Sull'intera platea $Q_{lim} = q_{lim} \times B \times L = 61 \text{ t/mq} \times 1 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 366 \text{ t}$

Il carico massimo indicato dal programma è $N = 1.377 \text{ kN} = 17,7 \text{ t}$

Il coefficiente di sicurezza è pertanto $s = 20$

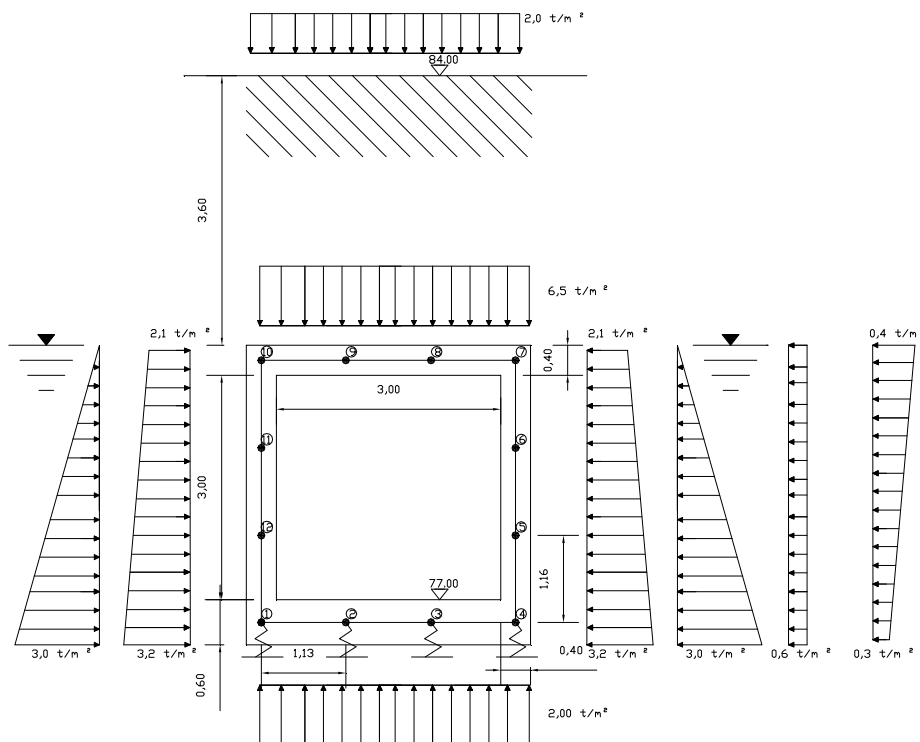
VERIFICA IN CORRISPONDENZA DELL'INCASTRO

Spessore	= 100 cm
M	= 58,6 t*m
N	= 18 t
T	= 23,9 t
Armatura tesa	= 5 ϕ 24
Armatura compressa	= 5 ϕ 24
σ_{cls}	= 53,0 kg/cmq
σ_{acc}	= 2.543 kg/cmq
J	= 2.334.189 cm ⁴
Y	= 22,9 cm



TOMBINO SCATOLARE

La sezione trasversale del tombino in cemento armato -Rck 300- è costituita da uno scatolare con luce netta 3x3 m. Pareti e copertura hanno spessore 40 cm, la soletta di base 60 cm. Questo manufatto ha uno sviluppo longitudinale di 33,20 m ed è destinato a smaltire grosse portate.



ANALISI DEI CARICHI

Si considera la seguente combinazione dei carichi :

- pesi propri (vengono calcolati automaticamente da programma) ;
- spinta del terreno e incremento di spinta sismica;
- spinta della falda (cautelativamente ipotizzata all'estradosso della copertura)

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



**Consorzio di Bonifica
Ombrone P.se – Bisenzio**

PROGETTO DEFINITIVO

Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed
approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera

- sottopressioni agenti sulla soletta di fondazione
- sovraccarico accidentale agente sulla soletta e lateralmente pari a 2,00 t/mq

La spinta unitaria massima del terreno in condizioni statiche e sature vale $St = \gamma' \cdot h$

* K_a

Considerando un peso specifico del terreno immerso pari a $\gamma' = 1,1$ t/mc, un angolo tra paramento del muro e l'orizzontale uguale a 90° , un angolo di attrito del terreno pari a 28° , un angolo di attrito terreno-parete pari a 20° e un terreno orizzontale risulta :

$K_a = 0,320$ e $St_{min} = 0,32 \times 1,8$ t/mc $\times 3,6$ m = 2,1 t/mq; mentre:

$St_{max} = 2,1$ t/mq + $0,32 \times 1,1$ t/mc $\times 3$ m = 3,2 t/mq

Per $c = 0,07$ il coefficiente di spinta sismica del terreno vale $K_{as} = 0,370$ e la corrispondente spinta massima vale $Sts_{max} = 3,6$ t/mq, mentre quella minima vale $Sts_{min} = 2,4$ t/mq

L'incremento unitario di spinta sismica del terreno vale pertanto $\Delta F_{max} = 0,4$ t/mq e $\Delta F_{min} = 0,3$ t/mq.

La spinta unitaria dovuta alla spinta del sovraccarico accidentale vale $S_q = 2 \times 0,320 = 0,65$ t/mq.

La spinta unitaria massima della falda e le sottopressioni sulla fondazione valgono $S_a = 3,0$ t/mq.

Al terreno è stato assegnato un modulo di sottofondo $K = 2.000$ t/mc secondo il modello alla Winkler.

Di seguito si allegano i tabulati di calcolo, e le verifiche del cemento armato.

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



**Consorzio di Bonifica
Ombrone P.se – Bisenzio**

PROGETTO DEFINITIVO

Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed
approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 1
4/26/07 13.08.29

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
LOAD1	DEAD	1.0000
TERRENO	DEAD	1.0000
SISMA	DEAD	1.0000
ACQUA	DEAD	1.0000
ACCID	DEAD	1.0000

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 2
4/26/07 13.08.29

J O I N T D A T A

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	-1.69950	0.00000	0.00000	1 1 0 1 0 1	0.000	0.000	0.000
2	-0.56650	0.00000	0.00000	1 1 0 1 0 1	0.000	0.000	0.000
3	0.56650	0.00000	0.00000	1 1 0 1 0 1	0.000	0.000	0.000
4	1.69950	0.00000	0.00000	1 1 0 1 0 1	0.000	0.000	0.000
5	1.69950	0.00000	1.16700	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
6	1.69950	0.00000	2.33400	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
7	1.69950	0.00000	3.50100	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
8	0.56650	0.00000	3.50100	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
9	-0.56650	0.00000	3.50100	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
10	-1.69950	0.00000	3.50100	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
11	-1.69950	0.00000	2.33400	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
12	-1.69950	0.00000	1.16700	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 3
4/26/07 13.08.29

J O I N T S P R I N G D A T A

JOINT	K-U1	K-U2	K-U3	K-R1	K-R2	K-R3
2	0.000	0.000	2260.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	2260.000	0.000	0.000	0.000
1	0.000	0.000	1130.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	1130.000	0.000	0.000	0.000

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 4
4/26/07 13.08.29

F R A M E E L E M E N T D A T A

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	2	SOLETTA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.133
2	2	3	SOLETTA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.133
3	3	4	SOLETTA	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.133
4	4	5	PARETI	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.167
5	5	6	PARETI	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.167
6	6	7	PARETI	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.167
7	7	8	COPERTUR	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.133
8	8	9	COPERTUR	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.133
9	9	10	COPERTUR	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.133
10	10	11	PARETI	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.167
11	11	12	PARETI	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.167
12	12	1	PARETI	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.167

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 5

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



**Consorzio di Bonifica
Ombrone P.se – Bisenzio**

PROGETTO DEFINITIVO

Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed
approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera

4/26/07 13.08.29

FRAME	SPAN	DISTRI	BUTED	LOADS	Load Case	TERRENO
FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
7	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-6.5000	1.0000	-6.5000
8	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-6.5000	1.0000	-6.5000
9	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-6.5000	1.0000	-6.5000
6	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-2.5000	1.0000	-2.1000
5	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-2.9000	1.0000	-2.5000
4	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-3.2000	1.0000	-2.9000
10	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	2.1000	1.0000	2.5000
11	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	2.5100	1.0000	2.9000
12	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	2.9000	1.0000	3.2000

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 6
4/26/07 13.08.29

FRAME	SPAN	DISTRI	BUTED	LOADS	Load Case	SISMA
FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
4	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-0.3000	1.0000	-0.3300
5	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-0.3300	1.0000	-0.3700
6	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-0.3700	1.0000	-0.4000

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 7
4/26/07 13.08.30

FRAME	SPAN	DISTRI	BUTED	LOADS	Load Case	ACQUA
FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
1	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	3.0000	1.0000	3.0000
2	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	3.0000	1.0000	3.0000
3	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	3.0000	1.0000	3.0000
6	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-1.1600	1.0000	0.0000
5	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-2.3300	1.0000	-1.1600
4	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-3.0000	1.0000	-2.3300
10	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	0.0000	1.0000	1.1600
11	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	1.1600	1.0000	2.3200
12	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	2.3200	1.0000	3.0000

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 8
4/26/07 13.08.30

FRAME	SPAN	DISTRI	BUTED	LOADS	Load Case	ACCID
FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
7	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-2.0000	1.0000	-2.0000
8	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-2.0000	1.0000	-2.0000
9	FORCE	GLOBAL-Z	0.0000	-2.0000	1.0000	-2.0000
4	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-0.6500	1.0000	-0.6500
5	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-0.6500	1.0000	-0.6500
6	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	-0.6500	1.0000	-0.6500

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 1
4/26/07 13.09.34

LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
COMB1	ADD				COMB1
		LOAD1	1.0000	STATIC (DEAD)	
		TERRENO	1.0000	STATIC (DEAD)	
		SISMA	1.0000	STATIC (DEAD)	
		ACQUA	1.0000	STATIC (DEAD)	
		ACCID	1.0000	STATIC (DEAD)	

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 2
4/26/07 13.09.35

JOINT DISPLACEMENTS

JOINT	LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	COMB1	0.0000	0.0000	-0.0153	0.0000	-1.146E-03	0.0000
2	COMB1	0.0000	0.0000	-0.0140	0.0000	-9.886E-04	0.0000
3	COMB1	0.0000	0.0000	-0.0132	0.0000	-5.668E-04	0.0000
4	COMB1	0.0000	0.0000	-0.0127	0.0000	-4.745E-04	0.0000
5	COMB1	-8.451E-04	0.0000	-0.0127	0.0000	-8.418E-04	0.0000
6	COMB1	-1.873E-03	0.0000	-0.0127	0.0000	-9.180E-04	0.0000
7	COMB1	-3.064E-03	0.0000	-0.0128	0.0000	-1.221E-03	0.0000
8	COMB1	-3.057E-03	0.0000	-0.0142	0.0000	-1.103E-03	0.0000
9	COMB1	-3.050E-03	0.0000	-0.0151	0.0000	-4.476E-04	0.0000
10	COMB1	-3.043E-03	0.0000	-0.0154	0.0000	-4.197E-04	0.0000
11	COMB1	-2.241E-03	0.0000	-0.0154	0.0000	-8.465E-04	0.0000
12	COMB1	-1.176E-03	0.0000	-0.0154	0.0000	-9.476E-04	0.0000

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 3
4/26/07 13.09.35

JOINT REACTIONS

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	COMB1	-7.7219	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	COMB1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	COMB1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	COMB1	11.2288	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SAP2000 v7.42 File: SCATOLARE 3X3 Ton-m Units PAGE 4
4/26/07 13.09.35

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	COMB1							

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



**Consorzio di Bonifica
Ombrone P.se – Bisenzio**

PROGETTO DEFINITIVO

**Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed
approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera**

	0.00	0.00	22.68	0.00	0.00	0.00	5.97
	2.8E-01	0.00	23.87	0.00	0.00	0.00	-6.184E-01
	5.7E-01	0.00	25.06	0.00	0.00	0.00	-7.55
	8.5E-01	0.00	26.25	0.00	0.00	0.00	-14.82
	1.13	0.00	27.45	0.00	0.00	0.00	-22.42
2	COMB1						
	0.00	0.00	-4.29	0.00	0.00	0.00	-22.42
	2.8E-01	0.00	-3.10	0.00	0.00	0.00	-21.37
	5.7E-01	0.00	-1.91	0.00	0.00	0.00	-20.67
	8.5E-01	0.00	-7.142E-01	0.00	0.00	0.00	-20.29
	1.13	0.00	4.777E-01	0.00	0.00	0.00	-20.26
3	COMB1						
	0.00	0.00	-29.28	0.00	0.00	0.00	-20.26
	2.8E-01	0.00	-28.09	0.00	0.00	0.00	-12.14
	5.7E-01	0.00	-26.90	0.00	0.00	0.00	-4.35
	8.5E-01	0.00	-25.71	0.00	0.00	0.00	3.10
	1.13	0.00	-24.52	0.00	0.00	0.00	10.22
4	COMB1						
	0.00	-38.85	-11.23	0.00	0.00	0.00	-10.22
	5.8E-01	-36.04	-7.19	0.00	0.00	0.00	-4.85
	1.17	-33.24	-3.43	0.00	0.00	0.00	-1.77
5	COMB1						
	0.00	-33.24	-3.43	0.00	0.00	0.00	-1.77
	5.8E-01	-30.44	-3.285E-02	0.00	0.00	0.00	-7.774E-01
	1.17	-27.63	2.92	0.00	0.00	0.00	-1.64
6	COMB1						
	0.00	-27.63	2.92	0.00	0.00	0.00	-1.64
	5.8E-01	-24.83	5.43	0.00	0.00	0.00	-4.10
	1.17	-22.02	7.49	0.00	0.00	0.00	-7.89
7	COMB1						
	0.00	-7.49	-22.02	0.00	0.00	0.00	-7.89
	2.8E-01	-7.49	-18.26	0.00	0.00	0.00	-2.19
	5.7E-01	-7.49	-14.49	0.00	0.00	0.00	2.45
	8.5E-01	-7.49	-10.72	0.00	0.00	0.00	6.02
	1.13	-7.49	-6.95	0.00	0.00	0.00	8.52
8	COMB1						
	0.00	-7.49	-6.95	0.00	0.00	0.00	8.52
	2.8E-01	-7.49	-3.18	0.00	0.00	0.00	9.96
	5.7E-01	-7.49	5.872E-01	0.00	0.00	0.00	10.33
	8.5E-01	-7.49	4.36	0.00	0.00	0.00	9.63
	1.13	-7.49	8.12	0.00	0.00	0.00	7.86
9	COMB1						
	0.00	-7.49	8.12	0.00	0.00	0.00	7.86
	2.8E-01	-7.49	11.89	0.00	0.00	0.00	5.02
	5.7E-01	-7.49	15.66	0.00	0.00	0.00	1.12
	8.5E-01	-7.49	19.43	0.00	0.00	0.00	-3.85
	1.13	-7.49	23.20	0.00	0.00	0.00	-9.89
10	COMB1						
	0.00	-23.20	7.49	0.00	0.00	0.00	9.89
	5.8E-01	-26.00	6.04	0.00	0.00	0.00	5.92
	1.17	-28.81	4.13	0.00	0.00	0.00	2.93
11	COMB1						
	0.00	-28.81	4.13	0.00	0.00	0.00	2.93
	5.8E-01	-31.61	1.76	0.00	0.00	0.00	1.19
	1.17	-34.41	-1.06	0.00	0.00	0.00	9.619E-01
12	COMB1						
	0.00	-34.41	-1.06	0.00	0.00	0.00	9.619E-01
	5.8E-01	-37.22	-4.25	0.00	0.00	0.00	2.50
	1.17	-40.02	-7.72	0.00	0.00	0.00	5.97

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

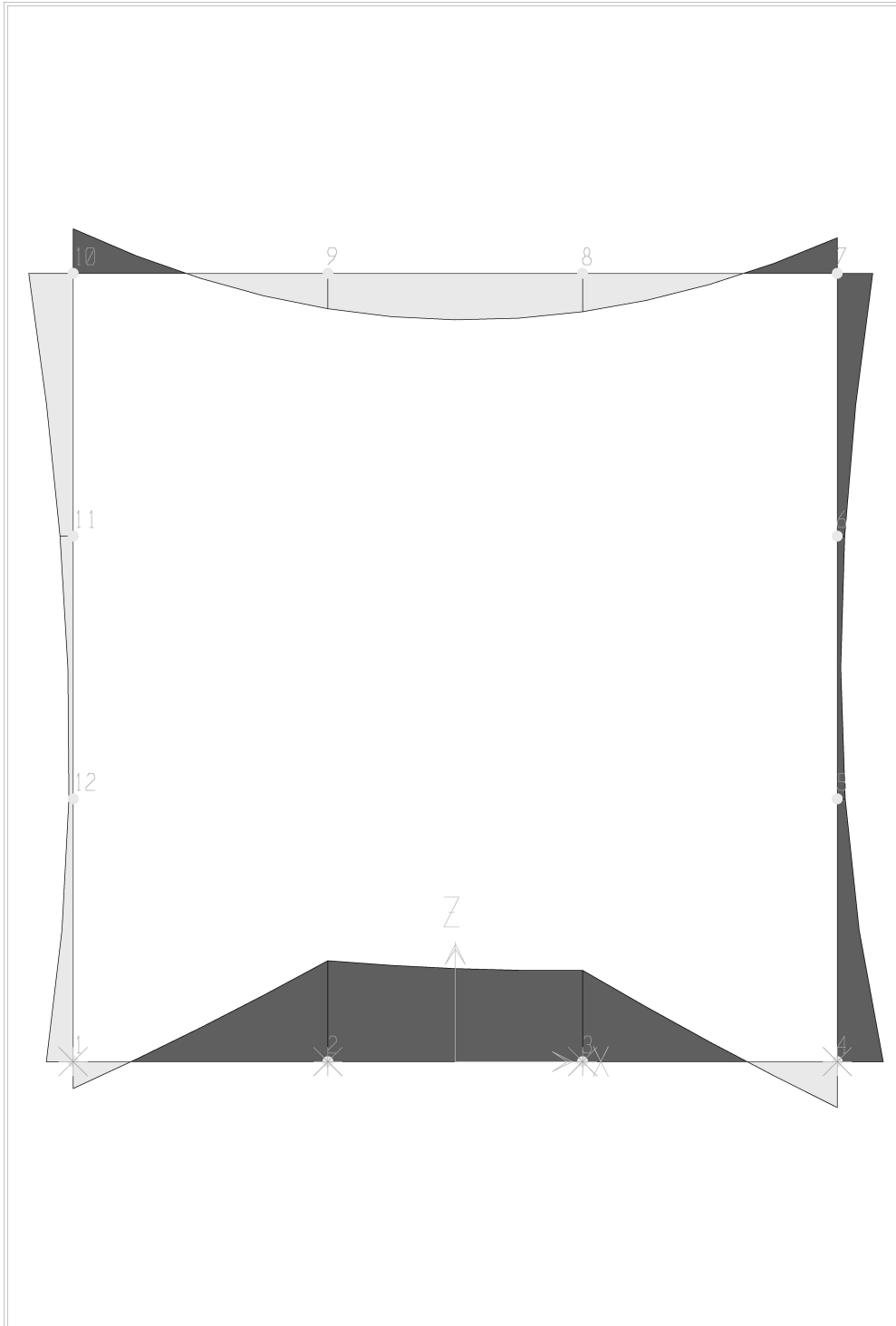
COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



SAP2000

4/26/07 13.11.46



SAP2000 v7.42 - File:scatolare 3x3 - Moment 3-3 Diagram (COMB1) - Ton-m Units

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

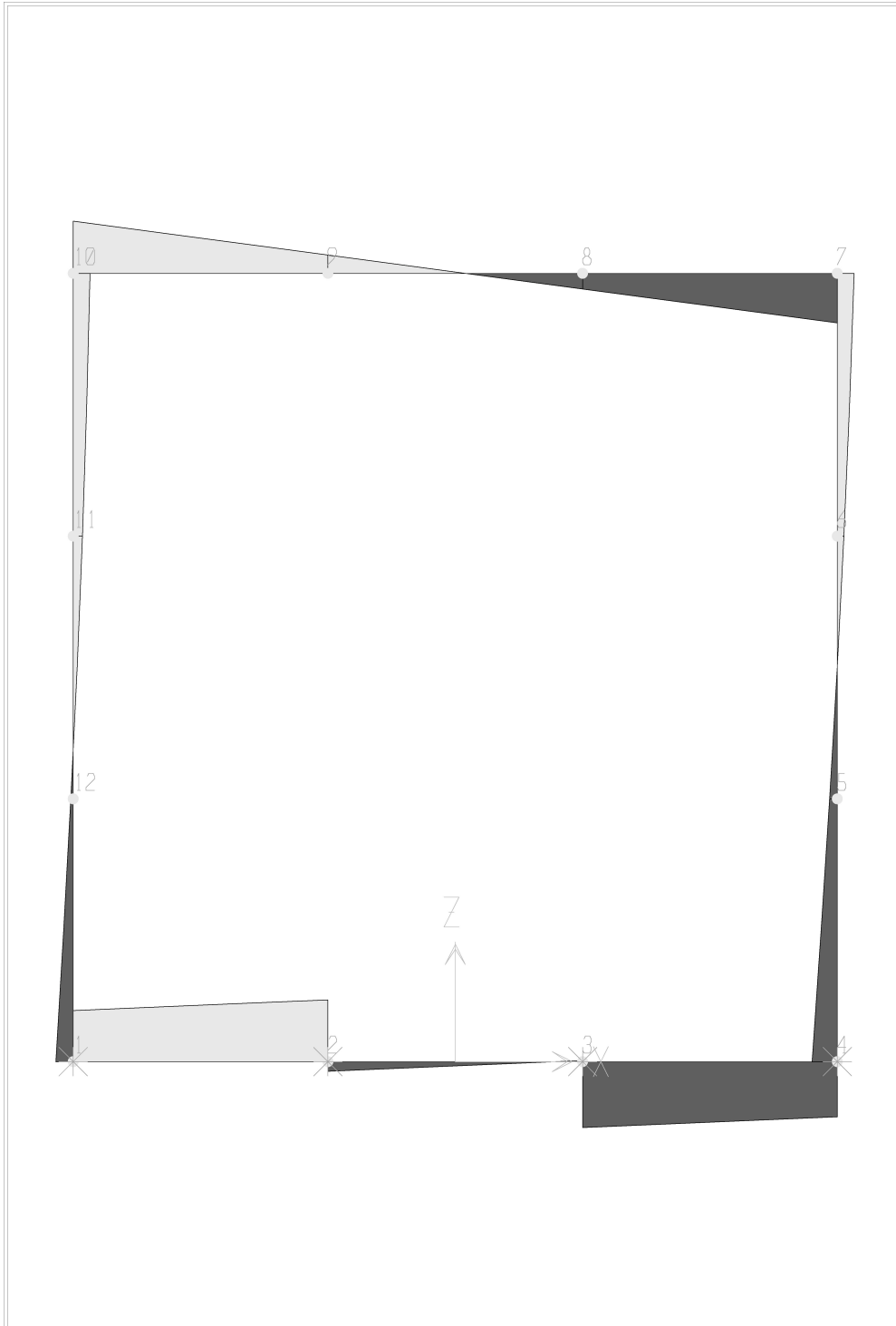
COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



SAP2000

4/26/07 13.12.19



SAP2000 v7.42 - File:scatolare 3x3 - Shear Force 2-2 Diagram (COMB1) - Ton-m Units

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

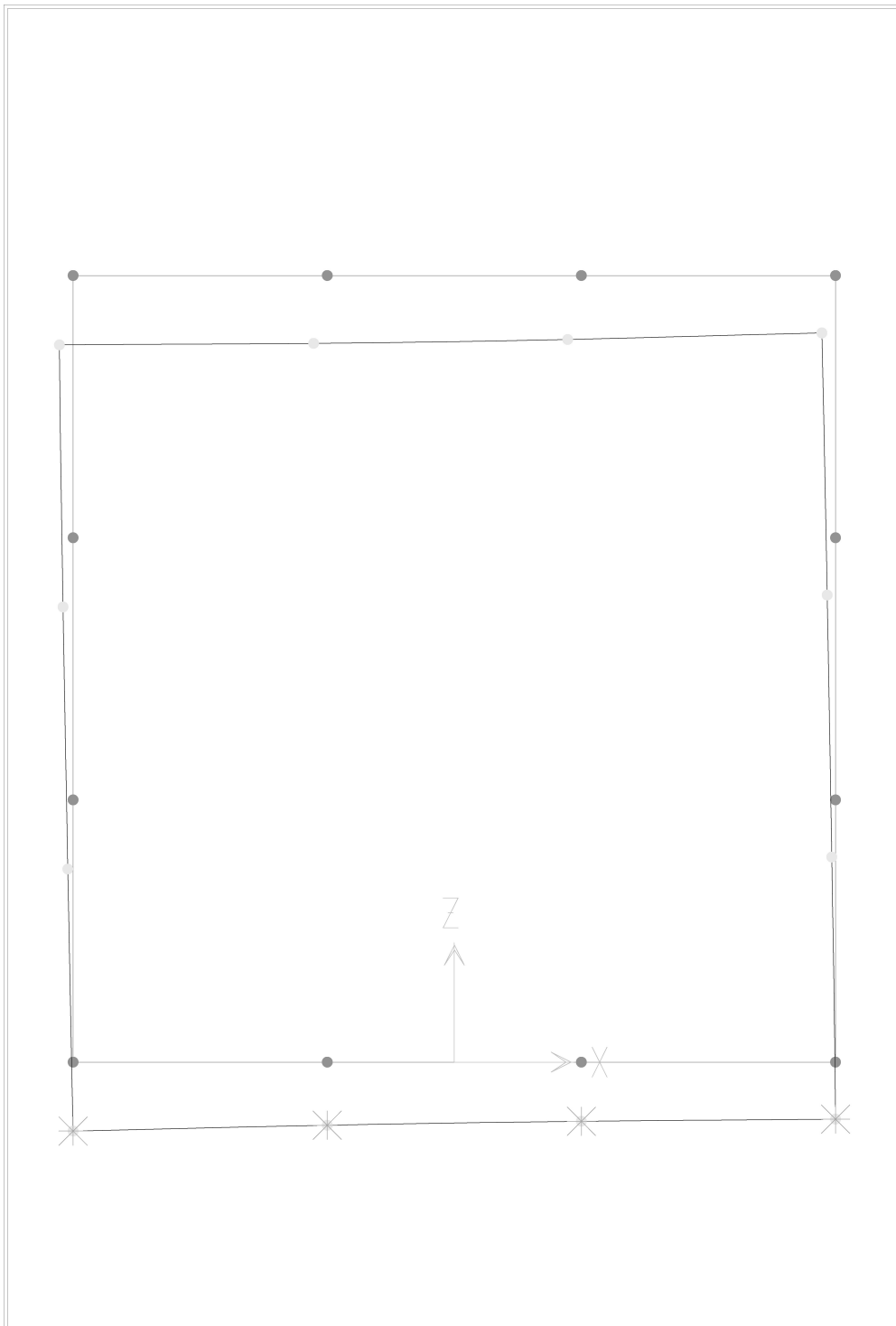
COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



SAP2000

4/26/07 13.12.36



SAP2000 v7.42 - File:scatolare 3x3 - Deformed Shape (COMB1) - Ton-m Units

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

- FONDAZIONE (nodo No.2)

Spessore	= 60 cm
M	= 22,5 t*m
T	= 27,5 t
Armatura tesa	= 5 Φ 22
Armatura compressa	= 4 Φ 22
σ cls	= 50,8 kg/cmq
σ acc	= 2.300 kg/cmq
J	= 617.184 cm ⁴
Y	= 13,9 cm

- FONDAZIONE (nodo No.4)

Spessore	= 60 cm
M	= 10,35 t*m
T	= 24,5t
Armatura tesa	= 4 Φ 22
Armatura compressa	= 5 Φ 22
σ cls	= 24,5 kg/cmq
σ acc	= 1.305 kg/cmq
J	= 517.230 cm ⁴
Y	= 12,3 cm

- PARETE (nodo No.4)

Spessore	= 40 cm
----------	---------

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



**Consorzio di Bonifica
Ombrone P.se – Bisenzio**

PROGETTO DEFINITIVO

Opere strutturali di messa in sicurezza idraulica ed
approvvigionamento idropotabile in loc. Gello e Laghi Primavera

M	= 10,3 t*m
T	= 11,3 t
Armatura tesa	= 4 Φ 22
Armatura compressa	= 4 Φ 22
σ cls	= 51,1 kg/cmq
σ acc	= 2.070 kg/cmq
J	= 195.593 cm ⁴
Y	= 9,7 cm

- COPERTURA (mezzeria nodi No.2-3)

Spessore	= 40 cm
M	= 10,4 t*m
T	= 0 t
Armatura tesa	= 4 Φ 22
Armatura compressa	= 4 Φ 22
σ cls	= 51,6 kg/cmq
σ acc	= 2.098 kg/cmq
J	= 195.593 cm ⁴
Y	= 9,7 cm

PARTE D'OPERA: Cassa di
espansione in loc. Laghi
Primavera

ELABORATO:
RELAZIONE CALCOLI STATICI

COD. ELAB.:
004_CAS_REL_CAL_STA.DOC

REDATTO:
Ing. Giancarlo Caroli



VERIFICA DEL CARICO LIMITE DI FONDAZIONE

Date le caratteristiche del terreno è lecito supporre che il carico limite sia il medesimo calcolato per i muri di contenimento ($q_{lim} = 61 \text{ t/mq}$).

Su una striscia unitaria di platea $Q_{lim} = q_{lim} \times B \times L = 61 \text{ t/mq} \times 3,8 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 231 \text{ t}$

Il peso gravante sul terreno nell'ipotesi di acqua all'interno del tombino è dato da:

- Manufatto: $2,5 \text{ t/mc} \times 1 \text{ m} \times (3 \times 0,4 \text{ m} \times 3 \text{ m} + 0,6 \text{ m} \times 3 \text{ m}) = 13,5 \text{ t}$
- Acqua : $1,0 \text{ t/mc} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 9 \text{ t}$
- Peso del terreno sovrastante: $1,8 \text{ t/mc} \times 3,6 \text{ m} \times 3,8 \text{ m} = 24,6 \text{ t}$

Il peso complessivo è: $13,5 \text{ t} + 9 \text{ t} + 24,6 \text{ t} = 47,1 \text{ t}$

Pertanto il coefficiente di sicurezza è: $231 \text{ t} / 47,1 \text{ t} = 4,9$