



# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

3^ Direzione - Viabilità Metropolitana - 5° Servizio

## PROGETTO ESECUTIVO

(Art. 23 comma 8 del D.Lgs. n° 50/2016)

**\*\*Patto per lo sviluppo della Città Metropolitana di Messina\*\***

**Lavori di ricostruzione del piano viabile particolarmente dissestato in alcuni tratti della S.P. 147 di S. Gregorio nel Comune di Capo d'Orlando.-**

**AGGIORNAMENTO PREZZARIO 2019**

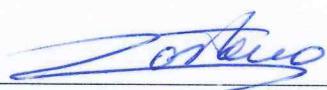
**Elaborati:**

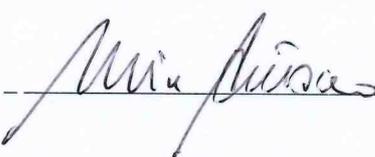
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. RELAZIONE TECNICA</li> <li>2. RELAZIONE GEOLOGICA</li> <li>3. ELABORATI GRAFICI</li> <li>4. ANALISI PREZZI</li> <li>5. ELENCO PREZZI</li> <li>6. COMPUTO METRICO E QUADRO ECONOMICO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>7. ELABORATI DI CALCOLO</li> <li>8. CRONOPROGRAMMA</li> <li>9. CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO</li> <li>10. P. S. C. E STIMA COSTI SICUREZZA</li> <li>11. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA</li> </ul> |
|--|--|

Messina li 21 maggio 2019

**PROGETTISTI:**

Ing. R. BONANNO 

Geom. G. CASTANO 

Geom. A. LETIZIA 

**VISTI E APPROVAZIONI:**

Visto: Il Dirigente

**VALIDAZIONE PROGETTO**

Art. 26 del D.Lgs 50/2016

Verbale in data 19/05/2019

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

ing. Giovanni LENTINI 

**APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA**

Art. 5, comma 3 L. R. N° 12/2011

PARERE N° 28 del 19/05/2019

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

ing. Giovanni LENTINI 

**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

ing. Giovanni LENTINI 



## **RELAZIONE DI CALCOLO**

- **premessa**
- **stato dei luoghi**
- **caratteristiche del terreno**
- **scelta progettuale**
- **relazione di calcolo strutturale**
- **verifica delle sezioni in c.a.**
- **planimetrie**
- **esecutivi delle armature**

## **PREMESSA:**

Il presente calcolo riguarda la costruzione di una struttura in c.a. su micropali a parziale modifica della sagoma stradale sulla S.P. 147 di S.Gregorio nel Comune di Capo d'Orlando nei pressi della curva Faro.

Il manufatto è realizzato nell'ambito dei **“lavori di ricostruzione del piano viabile particolarmente dissestato in alcuni tratti della S.P.147 di S.Gregorio del Comune di Capo d'Orlando”**

## **STATO DEI LUOGHI**

La strada provinciale in argomento è soggetta, in alcuni tratti del percorso, all'azione aggressiva del mare. La linea di battigia, in molti tratti, si trova a diretto contatto con le strutture a sostegno del piano viabile che è costituita da muri di sostegno eseguiti in conglomerato cementizio semplice. Il paramento esterno di questi muri presenta evidenti segni dell'azione demolitrice delle onde del mare soprattutto nella parte superficiale e corticale, con effetto di erosione, disgregazione degli elementi lapidei del conglomerato.

In prossimità del km. 0+600 si è già verificato in passato il crollo di alcuni tratti dell'originario muro di sostegno, che è stato ricostruito in cemento armato a tipologia “paraonde” e con l'impiego di palancole in acciaio sotto il piano fondazione.

Oggi le fondazioni dei muri di sostegno della strada, in diversi punti, si trovano a stretto contatto con la battigia del mare ed in particolare al km. 2+400 si sono verificati fenomeni di sifonamento che hanno provocato cedimenti del cassonetto stradale e favorito la formazione di voragini. Qui la strada presenta un tornante che aggira il promontorio del capo sul quale sorge l'infrastruttura militare del Faro di Capo d'Orlando; il corpo stradale infatti è sostenuto da muri di sostegno in calcestruzzo non armato aventi altezza di m.7,00 fondati direttamente sugli scogli affioranti.

La fondazione del muro si trova a diretto contatto con la battigia, ed è soggetta a fenomeni di sifonamento che si ripercuotono in alto a livello del piano viabile provocando, come s'è detto, sprofondamenti del cassonetto stradale e piccole voragini. Questi fenomeni hanno provocato incidenti stradali verso i quali questo Ente proprietario della strada è chiamato a rispondere. Al momento in questo tratto di strada è stato imposto il divieto di transito per i mezzi di portata superiore a 3,5 tonnellate.

Lungo tutto il percorso si notano le condizioni precarie della protezione laterale costituita da blocchi di calcestruzzo posati sulla sommità dei muri di sostegno e non vincolati ad essi; l'altezza di tali elementi è del tutto insufficiente (in alcuni tratti di soli 40 cm.) e rappresenta un pericolo di caduta verso il basso anche per i passanti.

Alla luce di quanto sopra evidenziato, si ritiene necessario ed improrogabile redigere con urgenza un apposito progetto mirato all'esecuzione dei lavori per la messa in sicurezza della strada. Si evidenzia l'importanza dell'intervento qui proposto e l'urgenza della realizzazione, perché la S.P.147 di San Gregorio è percorsa intensamente tutto l'anno ma specie nel periodo estivo è soggetta ad un importantissimo volume di traffico, specialmente dopo l'apertura del porto turistico di Capo d'Orlando in località San Gregorio.

Vista l'assidua frequentazione del litorale verso San Gregorio per il godimento delle notevoli bellezze paesaggistiche da parte di cittadini, turisti, runner etc. , e stante l'attuale insufficiente larghezza del marciapiede, che non permette il passaggio contemporaneo di due pedoni, si rende necessario la modifica della sagoma stradale per evitare di esporre i pedoni al traffico automobilistico.

Considerato che la larghezza della carreggiata stradale non consente ulteriori restringimenti, si rende necessario provvedere all'ampliamento della banchina portandola ad una larghezza di cm.180.

Per fare ciò, la scelta progettuale è andata verso la realizzazione di un aggetto di cm. 70 verso il mare, eliminando e contestuale sostituzione dell'esistente parapetto in cls con ringhiera in acciaio inossidabile, realizzando così anche una continuità architettonica con il resto del lungomare di Capo d'Orlando verso ovest.

La struttura in c.a. comporta una parte in aggetto ed una parte appoggiata sulla massicciata stradale che fungerà anche da contrappeso. Il tutto sarà ancorato da un ordine di micropali posti ad interasse di 3,00 m che avranno anche lo scopo di consolidare il sottofondo a tergo delle fondazioni del muro in modo da evitare futuri fenomeni di sifonamento.

### CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Il terreno costituente i luoghi oggetto d'intervento è costituito essenzialmente da sabbie e ghiaie per la parte del sottofondo stradale. La parte bassa del rilevato stradale è costituita da massi e scogli preesistenti la costruzione della strada e su cui è stato impostata la fondazione dell'attuale muro di sostegno. La parte della mensola che appoggerà direttamente sulla testa del muro andrà considerata come cerniera fissa, essendo il muro in c.l.s. pressoché indeformabile.

La stratigrafia del terreno è stata studiata anche con GEORADAR al fine di individuare eventuali cavità del sottofondo e del rilevato stradale dovuto a fenomeni di sifonamento da parte del mare.

Si è quindi ritenuto, in accordo con il geologo incaricato, che le caratteristiche del terreno possono così riassumersi:

- peso di volume naturale  $\gamma_n = 2.00 \text{ ton/m}^3$

- peso di volume saturo  $\gamma_s = 2.30 \text{ ton/m}^3$

- angolo di attrito  $\varphi = 35^\circ$

- coesione  $c = 0 \text{ ton/mq}$

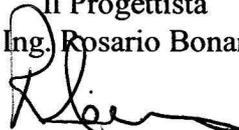
In considerazione del particolare tipo di struttura, che è posta sulla sommità del muro e poggiata sul terrapieno stradale (con ancoraggio infisso tramite micropalo), la categoria del suolo /sottosuolo presa in considerazione a base di calcolo è di **tipo E** (*terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20m posti sul substrato di riferimento con  $V_s > 800\text{m/s}$* )

## LA SCELTA PROGETTUALE

La scelta progettuale, stante le risorse assegnate, è stata indirizzata verso la risoluzione delle problematiche più gravi, con l'intento di alzare il più possibile gli standard di sicurezza del tratto di strada. Gli interventi individuati pertanto prevedono l'esecuzione dei seguenti interventi:

- ✓ Rinfoltimento della mantellata di massi naturali esistente e danneggiata dai marosi, eseguita via terra al piede del muro di sostegno lato mare, in corrispondenza del km. km.2+350, a protezione delle fondazioni;
- ✓ Realizzazione di sottomurazione in calcestruzzo per chiudere i varchi al di sotto delle fondazioni del muro in corrispondenza del km.2+350;
- ✓ Bonifica del tratto stradale dal km. 2+260 al km.2+480 mediante rimozione del cassonetto stradale esistente per una larghezza pari alla semicarreggiata, e rifacimento dello stesso con fondazione stradale e conglomerato bituminoso nei tre strati di base, di collegamento e di usura debitamente stesi con vibrofinitrice e compattati con rullo vibrante;
- ✓ Realizzazione di micropali per il consolidamento del piano viabile dal km.2+260 al km.2+480 con iniezioni a pressione di miscela cementizia additivata per il riempimento dei vuoti al di sotto del piano viabile;
- ✓ ampliamento del marciapiede dal km.2+260 al km.2+480 mediante solettone a sbalzo aggettante cm.70 oltre la testa del muro di sostegno esistente, con rifacimento della protezione laterale mediante parapetto in c.a. e ringhiera in acciaio inox;
- ✓ irruvidimento e scarifica del piano viabile esistente e stesa di nuovo tappetino d'usura in conglomerato bituminoso per tutto il percorso stradale, debitamente steso con vibrofinitrice e compattato con rullo vibrante;
- ✓ rifacimento della segnaletica orizzontale e verticale;

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*".

Il Progettista  
Ing. Rosario Bonanno  


## **Relazione di calcolo strutturale**

## RELAZIONE DI CALCOLO

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il calcolo delle spinte, le verifiche di stabilità e di resistenza di muri di sostegno.

### • **NORMATIVA DI RIFERIMENTI**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

### • **CALCOLO DELLE SPINTE**

Si suppone valida l'ipotesi in base alla quale la spinta attiva si ingenera in seguito al movimento del manufatto nella direzione della spinta agente. Le ipotesi di base per il calcolo della spinta sono le seguenti, le medesime adottate dal metodo di calcolo secondo *Coulomb*, con l'estensione di *Muller-Breslau* e *Mononobe-Okabe*:

- In fase di spinta attiva si crea all'interno del terrapieno un cuneo di spinta, che si distacca dal terreno indisturbato tramite linee di frattura rettilinee, lungo le quali il cuneo scorre generando tensioni tangenziali dovute all'attrito.
- Sul cuneo di spinta agiscono le seguenti forze: peso proprio del terreno, sovraccarichi applicati sull'estradosso del terrapieno, spinte normali alle superfici di scorrimento del cuneo (da una parte contro il paramento e dall'altra contro la porzione di terreno indisturbato), forze di attrito che si innescano lungo le superfici del cuneo e che si oppongono allo scorrimento.
- In condizioni sismiche, al peso proprio del cuneo va aggiunta una componente orizzontale, ed eventualmente anche una verticale, pari al peso complessivo moltiplicato per il prodotto dei coefficienti sismici.
- Il fatto che il muro ha spostamenti significativi fa in modo che l'attrito che si genera è pari al valore massimo possibile, sia in condizioni di spinta attiva che di spinta passiva, quindi le risultanti delle reazioni sulle pareti del cuneo risultano inclinate di un angolo  $f$  rispetto alla normale alla superficie di scorrimento.

Il programma *C.D.W. Win*, pur adottando le stesse ipotesi, piuttosto che utilizzare la formula di *Coulomb* in forma chiusa, applica la procedura originaria derivante dall'equilibrio delle forze agenti sul cuneo di spinta, cercando il valore di massimo della spinta per tentativi successivi su tutti i possibili cunei di spinta. Così facendo si possono aggiungere alle ipotesi già indicate le seguenti generalizzazioni, che invece devono essere trascurate utilizzando i metodi classici:

- Il terreno spingente può essere costituito da diversi strati, separati da superfici di forma generica, con caratteristiche geotecniche differenti.
- Il profilo dell'estradosso del terrapieno spingente può avere una forma generica qualsiasi, purché coerente con le caratteristiche del terreno.
- I sovraccarichi agenti sul terrapieno possono avere una distribuzione assolutamente libera.
- Può essere tenuta in conto la coesione interna del terreno e la forza di adesione tra terreno e muro.
- Si può calcolare la spinta di un muro con mensola aerea stabilizzante a monte, al di sotto della quale si crea un vuoto nel terreno.
- È possibile conoscere l'esatto andamento delle pressioni agenti sul profilo del muro anche nei casi sopra detti, in cui tale andamento non è lineare, ma la cui distribuzione incide sul calcolo delle sollecitazioni interne.
- Si può supporre anche l'esistenza una linea di rottura del cuneo interna, che va dal vertice estremo della mensola di fondazione a monte fino a intersecare il paramento, inclinata di un certo angolo legato a quello di attrito interno del terreno stesso. Si può quindi conoscere l'esatta forma del cuneo di spinta, per cui le forze in gioco variano in quanto solo una parte di esso è a contatto con il

paramento. Il peso proprio del terreno portato sarà solo quello della parte di terrapieno che realmente rimarrà solidale con la fondazione e non risulterà interessato da scorrimenti, quindi in generale un triangolo. Ciò fa sì che il peso gravante sulla fondazione può risultare notevolmente inferiore a quello ricavato con i metodi usuali, dal momento che una parte è già stata conteggiata nel cuneo di spinta.

Per quanto riguarda la spinta passiva, quella del terrapieno a valle, le uniche differenze rispetto a quanto detto consistono nel fatto che le forze di attrito e di coesione tra le superfici di scorrimento del cuneo hanno la direzione opposta che nel caso di spinta attiva, nel senso che si oppongono a un moto di espulsione verso l'alto del cuneo, e la procedura iterativa va alla ricerca di un valore minimo piuttosto che un massimo.

Nei casi di fondazione su pali o muri tirantati si può ritenere più giusto adottare un tipo di spinta a riposo, che considera il cuneo di terreno non ancora formato e spostamenti dell'opera nulli o minimi. Tale spinta è in ogni caso superiore a quella attiva e la sua entità si dovrebbe basare su considerazioni meno semplicistiche. Il programma opera prendendo come riferimento una costante di spinta pari a:

$$K_o = 1 - 0,9 \times \sin \phi$$

essendo  $\phi$  l'angolo di attrito interno del terreno, formula che si trova diffusamente in letteratura. Se tale deve essere la costante di spinta per un terreno uniforme, ad estradosso rettilineo orizzontale e privo di sovraccarichi e di azione sismica, viene ricavato un fattore di riduzione dell'angolo di attrito interno del terreno, tale che utilizzando questo angolo ridotto e la consueta procedura per il calcolo della spinta attiva, la costante fittizia di spinta attiva corrisponda alla costante a riposo della formula sopra riportata.

Una volta ricavato questo fattore riduttivo, il programma procede al calcolo con le procedure standard, mettendo in gioco le altre variabili, quali la sagomatura dell'estradosso e degli strati, la presenza di sovraccarichi variamente distribuiti e la condizione sismica. La giustificazione di ciò risiede nella considerazione in base alla quale in condizioni di spinta a riposo, gli spostamenti interni al terreno sono ridotti rispetto alla spinta attiva, quindi l'attrito che si mobilita è una parte di quello massimo possibile, e di conseguenza la spinta risultante cresce.

In base a queste considerazioni di ordine generale, il programma opera come segue:

- Si definisce la geometria di tutti i vari cunei di spinta di tentativo, facendo variare l'angolo di scorrimento dalla parte di monte da 0 fino al valore limite  $90 - \phi$ . Quindi in caso di terreno multistrato, la superficie di scorrimento sarà costituita da una spezzata con inclinazioni differenti da strato a strato. Ciò assicura valori di spinta maggiori rispetto a una eventuale linea di scorrimento unica rettilinea. L'angolo di scorrimento interno, quello dalla parte del paramento, qualora si attivi la procedura “*Coulomb estes*” è posto pari a  $3/4$  dell'angolo utilizzato a monte. Tale percentuale è quella che massimizza il valore della spinta. È possibile però attivare la procedura “*Coulomb classico*”, in cui tale superficie si mantiene verticale, ma utilizzando in ogni caso l'angolo di attrito tra terreno e muro.
- Si calcola l'entità complessiva dei sovraccarichi agenti sul terrapieno che ricadono nella porzione di estradosso compresa nel cuneo di spinta.
- Si calcola il peso proprio del cuneo di spinta e le eventuali componenti sismiche orizzontali e verticali dovute al peso proprio ed eventualmente anche ai sovraccarichi agenti sull'estradosso.
- Si calcolano le eventuali azioni tangenziali sulle superfici interne dovute alla coesione interna e all'adesione tra terreno e muro.
- In base al rispetto dell'equilibrio alla traslazione verticale e orizzontale, nota l'inclinazione delle spinte sulle superfici interne (pari all'angolo di attrito), sviluppato in base a tutte le forze agenti sul concio, si ricavano le forze incognite, cioè le spinte agenti sul paramento e sulla superficie di scorrimento interna del cuneo.
- Si ripete la procedura per tutti i cunei di tentativo, ottenuti al variare dell'angolo alla base. Il valore massimo (minimo nel caso di spinta passiva) tra tutti quelli calcolati corrisponde alla spinta del terrapieno.

## • **COMBINAZIONI DI CARICO**

Il programma opera in ottemperanza alle norme attuali per quanto riguarda le combinazioni di carico da usare per i vari tipi di verifiche. In particolare viene rispettato quanto segue.

- Le verifiche di resistenza del paramento e della fondazione SLU vengono effettuate in base alle combinazioni di carico del tipo A1, riportate nei tabulati di stampa.
- Le verifiche geotecniche di portanza e scorrimento vengono effettuate in base alle combinazioni di tipo A1 e A2, in caso di approccio del tipo 1, oppure utilizzando le sole combinazioni del tipo A1, in caso di approccio 2.

- Il sisma verticale viene considerato alternativamente in direzione verso l'alto e verso il basso. La spinta riportata nei tabulati si riferisce al caso in cui la spinta risulta maggiore.

- Le verifiche al ribaltamento vengono svolte utilizzando i coefficienti riportati in norma nella tabella 6.2.I secondo le modalità previste dalla norma stessa, annullando quindi i contributi delle singole azioni che abbiano un effetto stabilizzante.

- I coefficienti delle combinazioni di carico riportati nei tabulati di stampa si riferiscono esclusivamente ai sovraccarichi applicati sul terrapieno e sul muro stesso. Il peso proprio strutturale del muro e quello del terreno di spinta vengono trattati in base a quanto prevede la norma per i pesi propri strutturali e non strutturali, a prescindere dai coefficienti utilizzati per le varie combinazioni.

□ **CAPACITA' PORTANTE DEI PALI DI FONDAZIONE**

La portanza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. E' data dalla somma della portata alla punta e la portata per attrito laterale. I calcoli sono eseguiti secondo le norme *A.G.I.* La formula di seguito riportata è un'estensione di quella classica in quanto tiene conto del fatto che il terreno può presentare strati con caratteristiche differenti. Gli angoli vanno espressi in radianti.

Nel caso di terreni coesivi ( $cm > 0$ ):

$$Ra = \pi \cdot D \cdot l \cdot \alpha \cdot cm$$

$$Rb = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot (9 \cdot cb + \pi m \cdot l)$$

essendo (esprimendo cm in Kg/cm<sup>2</sup>):

$$\alpha = 0,9 \text{ per } cm \leq 0,25$$

$$\alpha = 0,8 \text{ per } 0,25 < cm \leq 0,50$$

$$\alpha = 0,6 \text{ per } 0,50 < cm \leq 0,75$$

$$\alpha = 0,4 \text{ per } 0,75 < cm$$

Nel caso di terreni incoerenti ( $cm = 0$ ):

$$Ra = \pi \cdot D \cdot \frac{l}{2} \cdot \sum [K \cdot \tau \cdot h^2 \cdot \tan \phi + 2 \cdot h \cdot \tan \phi \cdot \sum (\tau \cdot h)]$$

essendo:

$$K = \frac{1}{7} \cdot \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \cdot \frac{1}{1 - \tan(0,8 \cdot \phi) \cdot (1 - \sin \phi)}$$

con la prima sommatoria estesa a tutti gli strati e la seconda a tutti quelli soprastanti lo strato i-esimo.

$$Rb = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot \pi m \cdot l \cdot Nq$$

il termine  $Nq$  è funzione di  $\phi_b$  e del rapporto  $h / D$ , ricavato per interpolazione lineare in base alla seguente tabella (valida nel caso di  $D$  minore o uguale al diametro limite impostato nei dati generali, pari a 60 o 80 cm):

$\phi_b$	0	28	30	32	34	36	38	40	
$Nq$	0	12	17	25	40	58	89	137	per $h / D = 25$
$Nq$	0	9	14	22	37	56	88	136	per $h / D = 50$

o in base a quest'altra (per  $D$  maggiore del diametro limite):

$\phi_b$	0	25	30	35	40	
$Nq$	0	4,0	10,0	18,8	32,8	per $h / D = 4$
$Nq$	0	5,2	8,8	15,2	28,5	per $h / DS = 32$

In presenza di fenomeni di attrito negativo, alla portata laterale va sottratto il seguente termine:

$$Rneg = \pi \cdot D \cdot \pi m \cdot l \cdot Lambe$$

La simbologia usata nella formula precedente è la seguente:

$D$	= diametro del palo
$L$	= lunghezza del palo
$H$	= spessore dello strato di terreno attraversato
$Ra$	= portanza per attrito laterale
$Rb$	= portanza alla base
$\tau$	= peso specifico del terreno del singolo strato
$m$	= peso specifico in media pesata sugli strati
$\phi$	= angolo di attrito interno del terreno del singolo strato
$cb$	= coesione del terreno dello strato di base
$cm$	= coesione in media pesata sugli strati
$Lambe$	= coefficiente di Lambe per il calcolo dell'attrito negativo

Tale formula si riferisce alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro. Ai fini del calcolo del coefficiente di sicurezza alla portanza, al carico di esercizio agente sul palo si somma il peso proprio del palo stesso.

#### • MURI IN CALCESTRUZZO A MENSOLA

Sulle sezioni del paramento e delle varie mensole, aeree e di fondazione, si effettua il progetto delle armature e le verifiche a presso-flessione e taglio in corrispondenza di tutte le sezioni singolari (punti di attacco e di spigolo) e in tutte quelle intermedie ad un passo pari a quello imposto nei dati generali. Vengono applicate le formule classiche relative alle sezioni rettangolari in cemento armato, con il progetto dell'armatura necessaria.

#### • PALI DI FONDAZIONE

I pali di fondazione collegati alla zattera di fondazione risultano sollecitati, oltre che a sforzo normale e a taglio, anche a momento flettente indotto dal taglio. Tali sollecitazioni sono diverse per i pali delle varie file, per cui la verifica viene ripetuta tutte le volte che è necessario.

Il taglio agente sul palo si ottiene dividendo la spinta complessiva del muro per il numero dei pali, ricavando la componente normale al palo di tale forza e moltiplicandola per il coefficiente di ripartizione del taglio assegnato nei dati generali. Circa il momento flettente, il calcolo viene effettuato con il metodo degli elementi finiti, utilizzando il modello di trave su suolo alla *Winkler* sottoposta ad una forza tagliante ad un estremo. Nel caso di tratto sveltante viene aggiunto un tratto di palo non contrastato dall'azione del terreno. Ai fini del calcolo il palo è suddiviso in tronchi per i quali la costante di *Winkler* varia con la profondità. In mancanza di dati espliciti forniti in input, la costante di *Winkler* viene ricavata con la seguente espressione (cfr. *Bowles – Fondazioni*, pag. 649):

$$K_w = 40 \cdot (c \cdot N_c + 0,5 \cdot g \cdot 1 \cdot N_g) + 40 \cdot g \cdot N_q \cdot z$$

essendo:

- $c$  = coesione
- $g$  = peso specifico efficace
- $N_c, N_q, N_g$  = coefficienti di portanza
- $z$  = ascissa della profondità

La verifica del palo viene effettuata con un calcolo a presso-flessione, per tutte le combinazioni di carico previste e per tutte le file di pali.

Per quanto riguarda la zattera di fondazione collegata ai pali, viene anche calcolata l'armatura trasversale, ipotizzando, in maniera semplificata, l'esistenza di tante travi in cemento armato che collegano i pali lungo ciascuna fila, incastrate in corrispondenza delle teste dei pali e caricate dal peso proprio e del terreno su essa gravante.

L'interazione cinematica, dove valutata, palo-terreno è calcolata secondo le Norme NEHRP:

- Per lo strato omogeneo:

$$M(z) = E_p \cdot I_p \cdot \frac{a(z)}{V_s^2}$$

in cui:

- $E_p$  = modulo elastico longitudinale del palo
- $I_p$  = momento di inerzia del palo
- $a(z)$  = accelerazione sismica alla quota  $z$
- $V_s$  = velocità efficace delle onde di taglio dello strato

- Per il cambio strato:

$$M(z) = 0,042 \cdot S \cdot \frac{a}{g} \cdot g_1 \cdot h_1 \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^{0,3} \cdot \left(\frac{E_p}{E_1}\right)^{0,65} \cdot \left(\frac{V_{s2}}{V_{s1}}\right)^{0,5}$$

in cui:

- $E_p$  = modulo elastico longitudinale del palo
- $E_1$  = modulo elastico dello strato superiore
- $S \cdot \frac{a}{g}$  = accelerazione (in frazioni di  $g$ ) sismica alla superficie
- $g_1$  = peso specifico strato superiore
- $h_1$  = altezza dello strato superiore
- $d$  = diametro del palo
- $L$  = lunghezza del palo
- $V_{s1}; V_{s2}$  = velocità efficaci delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore

I dati relativi all'interazione cinematica palo-terreno, hanno il significato seguente:

<b>Crit. N.ro</b>	: Numero del criterio di progetto
<b>Profond (m)</b>	: Profondità (media) che individua lo strato superiore in cui calcolare il momento per il cambio strato
<b>Vs1 ; Vs2</b>	: Velocità delle onde di taglio negli strati superiore ed inferiore
<b>Vs1/Vs1eff</b>	: Rapporto di decadimento della velocità efficace delle onde Vs2/Vs2eff di taglio del terreno soprastante (1) o sottostante (2) la quota di verifica in condizioni sismiche
<b>Vs</b>	: Velocità delle onde di taglio nello strato omogeneo
<b>Vs/Vseff</b>	: Rapporto di decadimento della velocità efficace delle onde di taglio del terreno nello strato omogeneo

## π CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI DI FONDAZIONE

La resistenza limite per ciascun palo è calcolata in base alle caratteristiche del terreno dei vari strati attraversati dal palo. I calcoli sono eseguiti secondo la teoria di *Broms*. Gli angoli vanno espressi in radianti. In generale la pressione resistente lungo il fusto del palo viene calcolata in base alle due seguenti espressioni, valide per condizioni non drenate e drenate. La resistenza complessiva si ricava integrando tale pressione per la lunghezza del palo, tenendo così conto della presenza di diversi strati. Nei tabulati verrà riportato il valore minimo del carico limite tra condizioni drenata e non drenata. In condizioni non drenate si ha:

$$P_u = 9 \times C_u \times D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo con eccezione del tratto iniziale per una lunghezza di 1,5 diametri. In condizioni drenate invece si ha:

$$P = (3 \times K_p \times g \times z + 9 \times C) \times D$$

Il carico limite si ricava da tale valore della pressione limite, estesa per tutto lo sviluppo del palo. La simbologia usata è la seguente:

$D$  = diametro del palo  
 $C_u$  = coesione non drenata  
 $C$  = coesione drenata  
 $K_p$  = costante di spinta passiva  
 $g$  = peso specifico del terreno  
 $z$  = profondità

Tali formule si riferiscono alla portata del singolo palo isolato; nel caso di pali ravvicinati, si considera un coefficiente riduttivo di gruppo, funzione dell'interasse tra i pali rapportato al diametro.

## • LEGENDA DELLE ABBREVIAZIONI

• **CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE NEL MURO**

<b>Distanza</b>	: Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (estremo libero)
<b>Angolo</b>	: Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale
<b>N</b>	: Sforzo normale, positivo se di compressione
<b>M</b>	: Momento flettente, positivo se antiorario (ribaltante)
<b>T</b>	: Sforzo di taglio, positivo se diretto verso sinistra (lembo più a valle)

**N.B.:** Le caratteristiche N, M e T si intendono riferite ad 1 metro di sezione di muro, o a tutta la sezione nel caso di contrafforti o cordoli.

**VERIFICHE PER IL MURO IN C.A.**

<b>Sez. N.</b>	: Numero della sezione da verificare
<b>Ele</b>	: Tipo di elemento verificato:  1 = PARAMENTO 2 = MENSOLA AEREA A VALLE 3 = MENSOLA AEREA A MONTE 4 = MENSOLA DI FONDAZIONE A VALLE 5 = MENSOLA DI FONDAZIONE A MONTE 6 = DENTE DI FONDAZIONE 7 = SEZIONE TRASVERSALE PARAMENTO 8 = SEZIONE TRASVERSALE FONDAZIONE 9 = CONTRAFFORTE 10 = CORDOLO
<b>Dist</b>	: Distanza della sezione dalla sezione iniziale del tipo di elemento (mezzeria della campata per sezioni verticali del paramento e cordoli)
<b>H</b>	: Altezza della sezione
<b>B</b>	: Larghezza della sezione (nel caso di contrafforti con sezione a T, tale dato è relativo alla larghezza dell'anima della sezione, al netto quindi dei tratti di paramento collaborante)
<b>Xg</b>	: Ascissa del baricentro della sezione
<b>Yg</b>	: Altezza del baricentro della sezione. Ascissa e altezza si intendono misurate a partire dal punto più a valle della fondazione del muro, quello attorno a cui avviene l'ipotetica rotazione del ribaltamento
<b>Ang</b>	: Angolo di inclinazione della sezione rispetto al piano orizzontale
<b>Cmb fle</b>	: Combinazione di carico più gravosa a presso-flessione. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2

<b>Nsdu</b>	: Sforzo normale di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a presso-flessione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se di compressione
<b>Msdu</b>	: Momento flettente di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a presso-flessione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se antiorario (ribaltante)
<b>A sin</b>	: Area di armatura nel lembo di sinistra (quello più a valle) della sezione, relativa a 1 metro di muro o a tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli (nel caso di contrafforti con sezione a T, tale area va distribuita su tutta la larghezza delle ali e non è cumulabile all'area dei corrispondenti ferri verticali per la sezione orizzontale del paramento in quanto in essa già compresa)
<b>A des</b>	: Area di armatura nel lembo di destra (quello più a monte) della sezione, relativa a 1 metro di muro o a tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli
<b>An. s</b>	: Angolo della armatura di sinistra rispetto alla normale della sezione. L'angolo si intende positivo se l'armatura va a divergere all'aumentare della distanza
<b>An. d</b>	: Angolo della armatura di destra rispetto alla normale della sezione. L'angolo si intende positivo se l'armatura va a divergere all'aumentare della distanza
<b>Nrdu</b>	: Sforzo normale associato al momento resistente ultimo sulla sezione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se di compressione
<b>Mrdu</b>	: Momento flettente resistente ultimo sulla sezione, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli
<b>Cmb tag</b>	: Combinazione di carico più gravosa a taglio. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2
<b>Vsdu</b>	: Sforzo di taglio di calcolo relativo alla combinazione più gravosa a taglio, agente su 1 metro di muro o su tutta la sezione se si tratta di contrafforti o cordoli. Positivo se diretto verso sinistra (lembo più a valle)
<b>Vrdu c</b>	: Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato al calcestruzzo
<b>Vrdu s</b>	: Taglio resistente ultimo di calcolo per il meccanismo resistente affidato alle staffe
<b>A sta</b>	: Area di staffe necessaria nel concio precedente la sezione
<b>Verif.</b>	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza

• **VERIFICHE FESSURAZIONE MURI**

<b>Muro N.</b>	: Numero del muro
<b>Ele</b>	: Tipo di elemento verificato
<b>Tipo Comb</b>	: Tipo di combinazione di carico
<b>Cmb fes</b>	: Combinazione di carico più gravosa a fessurazione, tra quelle del tipo considerato
<b>Sez. fes</b>	: Sezione dell'elemento in cui risulta più gravosa la verifica a fessurazione

<b>N fes</b>	: <i>Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b>M fes</b>	: <i>Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b>Dist.</b>	: <i>Distanza media tra le fessure in condizioni di esercizio</i>
<b>W ese</b>	: <i>Ampiezza media delle fessure in condizioni di esercizio</i>
<b>W max</b>	: <i>Ampiezza massima limite tra le fessure</i>
<b>Verifica</b>	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche</i>

• **VERIFICHE TENSIONI DI ESERCIZIO MURI**

<b>Muro N.</b>	: <i>Numero del muro</i>
<b>Ele</b>	: <i>Tipo di elemento verificato</i>
<b>Tipo Comb</b>	: <i>Tipo di combinazione di carico</i>
<b>Cmb <math>\hat{\alpha}</math>c</b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nel calcestruzzo, tra quelle del tipo considerato</i>
<b>Sez. <math>\sigma_c</math></b>	: <i>Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nel calcestruzzo è più gravosa</i>
<b>N <math>\sigma_c</math></b>	: <i>Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b>M <math>\sigma_c</math></b>	: <i>Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b><math>\sigma_c</math></b>	: <i>Tensione massima nel calcestruzzo in condizioni di esercizio</i>
<b><math>\sigma_c</math> max</b>	: <i>Tensione massima limite nel calcestruzzo</i>
<b>Cmb <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Combinazione di carico più gravosa per le tensioni nell'acciaio, tra quelle del tipo considerato</i>
<b>Sez. <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Sezione del palo nella quale la verifica della tensione nell'acciaio è più gravosa</i>
<b>N <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Sforzo normale di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b>M <math>\sigma_f</math></b>	: <i>Momento flettente di calcolo in corrispondenza della sezione considerata</i>
<b><math>\sigma_f</math></b>	: <i>Tensione massima nell'acciaio in condizioni di esercizio</i>
<b><math>\sigma_f</math> max</b>	: <i>Tensione massima limite nell'acciaio</i>
<b>Verifica</b>	: <i>Indicazione soddisfacimento delle verifiche</i>

● **CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE NEI PALI**

<b>Muro N.</b>	: Numero del muro
<b>Fila N.</b>	: Fila di pali cui si riferiscono le sollecitazioni
<b>Sez. N.</b>	: Numero della sezione del palo presa in esame
<b>Dist.</b>	: Distanza della sezione di calcolo, misurata a partire dalla testa del palo
<b>Kwin</b>	: Costante di Winkler orizzontale del terreno in corrispondenza del concio compreso tra la sezione di verifica e la precedente
<b>N</b>	: Sforzo normale (sforzo parallelo all'asse) agente sul singolo palo, positivo se di compressione
<b>M</b>	: Momento flettente agente sulla sezione del singolo palo
<b>T</b>	: Taglio massimo (sforzo ortogonale all'asse) agente sulla sezione del singolo palo
<b>Spost.</b>	: Spostamento del palo in corrispondenza dell'ascissa considerata (in direzione ortogonale all'asse)
<b>Press.</b>	: Pressione di contatto del palo con il terreno in corrispondenza dell'ascissa considerata

● **VERIFICHE PUNZONAMENTO PALI DI FONDAZIONE**

<b>Muro N.</b>	: Numero del muro
<b>Fila N.</b>	: Fila di pali alla quale si riferisce la verifica
<b>Diam</b>	: Diametro dei pali
<b>Spess</b>	: Spessore della zattera di fondazione
<b>Cmb pun</b>	: Combinazione di carico più gravosa a punzonamento. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2
<b>N punz</b>	: Sforzo di calcolo di punzonamento ortogonale alla zattera di fondazione
<b>Nrdu</b>	: Sforzo resistente ultimo di punzonamento
<b>Verifica</b>	: Indicazione soddisfacimento della verifica a punzonamento

• **VERIFICHE DI RESISTENZA MICROPALI DI FONDAZIONE**

<b>Muro N.</b>	: Numero del muro
<b>Sez. N.</b>	: Numero della sezione del micropalo presa in esame
<b>Dist</b>	: Distanza della sezione di calcolo, misurata a partire dalla testa del micropalo
<b>Cmb</b>	: Combinazione di carico piu' gravosa ai fini della verifica. Un valore maggiore di 100 indica una combinazione del tipo A2
<b>Fil</b>	: Fila nella quale la verifica e' piu' gravosa
<b>Nsdu</b>	: Sforzo normale (sforzo parallelo all'asse) agente sul singolo micropalo utilizzato per la verifica, positivo se di compressione
<b>Msdu</b>	: Momento flettente agente sul singolo micropalo utilizzato per la verifica
<b>Vsdu</b>	: Taglio (sforzo ortogonale all'asse) utilizzato per la verifica
<b>Nrdu</b>	: Sforzo normale ultimo della sezione, pari all'area della sezione del profilato per la tensione massima dell'acciaio ridotta per effetto del taglio
<b>Mrdu</b>	: Momento flettente resistente ultimo della sezione, calcolato in presenza del taglio e dello sforzo normale presenti
<b>Vrdu</b>	: Taglio ultimo della sezione, pari all'area a taglio per la tensione massima ammessa per il materiale
<b>Verifica</b>	: Indicazione soddisfacimento delle verifiche di resistenza

**CARATTERISTICHE MATERIALI**

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI			
CARATTERISTICHE C. A. ELEVAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C25/30	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	150,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3 mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc	Copriferro Netto	2,0 cm
CARATTERISTICHE C. A. FONDAZIONE			
Classe Calcestruzzo	C25/30	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	314758 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	250,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	141,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	141,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3913,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	150,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3 mm	Sigma CLS Comb.Perm	112,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc	Peso Spec.CLS Magro	2200 kg/mc
Copriferro Netto	2,0 cm		
CARATTERISTICHE CEMENTO ARMATO PALI			
Classe Calcestruzzo	C20/25	Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	299619 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XC1
Resist. Calcolo 'fcd'	110,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	3800,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	110,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	3800,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3250,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	119,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2 mm	Sigma CLS Comb.Perm	92,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3040,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc	Copriferro Netto	2,0 cm
CARATTERISTICHE MATERIALE MURI GRAVITA'			
Resistenza di calcolo a compressione del materiale		100,0 Kg/cmq	
Resistenza di calcolo a trazione del materiale		0,0 Kg/cmq	
Peso specifico del materiale		2500 Kg/mc	
Peso specifico del calcestruzzo magro di fondazione		2200 Kg/mc	
Denominazione del materiale	CALCESTRUZZO MAGRO NON ARMATO		
CARATTERISTICHE DEI MICROPALI (Tipologia=Nessuna)			
Modulo elastico omogeneizzato del materiale:		300 t/cmq	
Sforzo di taglio massimo di calcolo nel singolo micropalo		75 t	
Momento flettente massimo di calcolo nel singolo micropalo		75 tm	
Peso specifico omogeneizzato del materiale		2500 Kg/mc	
Denominazione tipo di micropali	Tubofix acciaio 510		
CARATTERISTICHE DEI TIRANTI			
Tensione di snervamento dell'acciaio		3250 Kg/cmq	
Modulo elastico dell'acciaio		2100 t/cmq	
Ancoraggi effettuati con bulbo di calcestruzzo iniettato			

**DATI TERRAPIENO MURO 1**

Muro n.1	
DATI TERRAPIENO	
Altezza del terrapieno a monte nel punto di contatto col muro:	0,50 m
Altezza del terrapieno a valle nel punto di contatto col muro:	0,00 m
Inclinaz. media terreno valle(positivo se scende verso valle):	0 °

**DATI TERRAPIENO MURO 1**

Muro n.1	
DATI TERRAPIENO	
Angolo di attrito tra fondazione e terreno	30 °
Adesione tra fondazione e terreno	0,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo di attrito tra fondazione e terreno in presenza acqua	0 °
Adesione tra fondazione e terreno in presenza di acqua	0,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Permeabilita' Terreno	ALTA ----
Muro Vincolato	SI ----
Coefficiente BetaM	1,000 ----
Coefficiente di intensita' sismica orizzontale	0,313 ----
Coefficiente di intensita' sismica verticale	0,156 ----

**DATI STRATIGR. MURO 1**

STRATIGRAFIA DEL TERRENO	
STRATO n.	1 :
Spessore dello strato:	7,00 m
Angolo di attrito interno del terreno:	35 °
Angolo di attrito tra terreno e muro:	30 °
Coesione del terreno in condizioni drenate:	0,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:	0,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	2000 Kg/m <sup>3</sup>
Coesione del terreno in condizioni non drenate:	0,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	0,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	800 Kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:	0,50
STRATO n.	2 :
Spessore dello strato:	10,00 m
Angolo di attrito interno del terreno:	35 °
Angolo di attrito tra terreno e muro:	0 °
Coesione del terreno in condizioni drenate:	10,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni drenate:	10,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Peso specifico apparente del terreno in assenza di acqua:	2500 Kg/m <sup>3</sup>
Coesione del terreno in condizioni non drenate:	20,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Adesione tra il terreno e il muro in condizioni non drenate:	20,00 Kg/cm <sup>2</sup>
Peso specifico efficace del terreno sommerso:	2000 Kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente di Lambe per attrito negativo pali:	0,00

**COORDINATE STRATI MURO 1**

Strato	Vertice	Ascissa m	Ordinata m	Strato	Vertice	Ascissa m	Ordinata m
1	1	0,00	0,48	1	2	0,43	-5,52
	3	1,80	-6,07		4	6,11	-6,04
2	1	-1,69	-6,73	2	2	-0,43	0,48
	3	-0,01	0,49		4	-0,01	-0,01
	5	0,42	-5,52		6	1,81	-6,08

**COMBINAZIONI MURO 1**

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

**COMBINAZIONI MURO 1**

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. A 1											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,50										0,00
2	1,00										1,00

**COMBINAZIONI MURO 1**

COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA											
Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma

**C.D.W. – relazione di calcolo strutturale -**

**COMBINAZIONI MURO 1**

**COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**COMBINAZIONI MURO 1**

**COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. FREQ.**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**COMBINAZIONI MURO 1**

**COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. PERM.**

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

**SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE**

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	715	652	0,42	1,40	0	3139	0,00	0,89	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,289	0,289	0,00
2	1132	1392	0,54	1,36	639	2361	0,79	0,86	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,000	0,767	0,00

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

**SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE**

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	501	454	0,41	1,41	0	2217	0,00	0,89	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,289	0,289	0,00

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

**SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE**

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	501	454	0,41	1,41	0	2217	0,00	0,89	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,289	0,289	0,00

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

**SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE**

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
1	501	454	0,41	1,41	0	2217	0,00	0,89	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,289	0,289	0,00

**SPINTE A MONTE MURO 1 - Tabella Combinazioni: SLD**

**SPINTE DEL TERRAPIENO A MONTE**

Cmb n.	Fx tot Kg/m	Fy tot Kg/m	H tot m	X tot m	Fx tp Kg/m	Fy tp Kg/m	H tp m	X tp m	Fx esp Kg/m	Fy esp Kg/m	H esp m	X esp m	Fx w Kg	Fy w Kg	H w m	X w m	K sta	K sis	C sif
2	635	613	0,44	1,40	192	2273	0,79	0,89	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,127	0,377	0,00

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

**SOLLECITAZIONI MURO**

Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kg/m	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	347	-3	-200
		2	30	90,0	344	1748	6882
		3	60	90,0	344	3622	5607
		4	90	90,0	344	5112	4332
		5	100	90,0	344	5524	3907
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	5	-90,0	0	1	50
1	MENSOLA VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	0	35	234
		3	60	-90,0	0	143	488
		4	90	-90,0	0	779	2259
		5	120	-90,0	0	1500	2550
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	750
		2	30	0,0	2850	2264	951
		3	40	0,0	2950	2363	1031
		4	50	0,0	3050	2470	1118
		5	120	0,0	0	3239	0
1	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0,0	0	2866	2487
		2	30	0,0	0	1746	4975
		3	60	0,0	0	-119	7462
		4	90	0,0	0	-2731	9949
		5	120	0,0	0		

**C.D.W. – relazione di calcolo strutturale -**

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
		6	125	0,0	0	-3239	10364

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: A1**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
2	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	478	-1	-276
		2	30	90,0	-1324	3903	5765
		3	60	90,0	-1230	5475	4715
		4	90	90,0	-1136	6732	3665
		5	100	90,0	-1105	7081	3315
2	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	5	-90,0	-16	1	42
2	MENSOLA VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	-73	30	198
		3	60	-90,0	-152	122	411
		4	90	-90,0	-237	582	1641
		5	120	-90,0	-328	1114	1886
2	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	500
		2	30	0,0	2139	1768	1463
		3	40	0,0	2223	1925	1687
		4	50	0,0	2308	2105	1916
		5	120	0,0	0	0	-2399
2	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0,0	0	2845	0
		2	30	0,0	0	2518	2185
		3	60	0,0	0	1534	4371
		4	90	0,0	0	-105	6556
		5	120	0,0	0	-2399	8741
		6	125	0,0	0	-2845	9105

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Rare**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	247	-2	-143
		2	30	90,0	420	1184	5522
		3	60	90,0	420	2683	4472
		4	90	90,0	420	3867	3422
		5	100	90,0	420	4192	3072
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	5	-90,0	0	1	50
1	MENSOLA VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	0	35	234
		3	60	-90,0	0	143	488
		4	90	-90,0	0	629	1759
		5	120	-90,0	0	1200	2050
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	500
		2	30	0,0	2350	1779	637
		3	40	0,0	2450	1846	693
		4	50	0,0	2550	1918	754
		5	120	0,0	0	0	-2197
1	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0,0	0	2606	0
		2	30	0,0	0	2306	2001
		3	60	0,0	0	1405	4003
		4	90	0,0	0	-96	6004
		5	120	0,0	0	-2197	8005
		6	125	0,0	0	-2606	8339

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	247	-2	-143
		2	30	90,0	420	1184	5522

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Freq.**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
		3	60	90,0	420	2683	4472
		4	90	90,0	420	3867	3422
		5	100	90,0	420	4192	3072
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	5	-90,0	0	1	50
1	MENSOLA VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	0	35	234
		3	60	-90,0	0	143	488
		4	90	-90,0	0	629	1759
		5	120	-90,0	0	1200	2050
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	500
		2	30	0,0	2350	1779	637
		3	40	0,0	2450	1846	693
		4	50	0,0	2550	1918	754
1	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0,0	0	2606	0
		2	30	0,0	0	2306	2001
		3	60	0,0	0	1405	4003
		4	90	0,0	0	-96	6004
		5	120	0,0	0	-2197	8005
		6	125	0,0	0	-2606	8339

**SOLLECITAZIONI MURO 1 - Tabella Combinazioni: Perm.**

SOLLECITAZIONI MURO							
Cmb N.r	Tipo di Elemento	Sez. N.ro	Distanza cm	Angolo °	N Kg	M Kgm	T Kg
1	MENS.FOND.MONTE	1	0	90,0	247	-2	-143
		2	30	90,0	420	1184	5522
		3	60	90,0	420	2683	4472
		4	90	90,0	420	3867	3422
		5	100	90,0	420	4192	3072
1	MENS.FOND.VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	5	-90,0	0	1	50
1	MENSOLA VALLE	1	0	-90,0	0	0	0
		2	30	-90,0	0	35	234
		3	60	-90,0	0	143	488
		4	90	-90,0	0	629	1759
		5	120	-90,0	0	1200	2050
1	PARAMENTO	1	0	0,0	0	0	500
		2	30	0,0	2350	1779	637
		3	40	0,0	2450	1846	693
		4	50	0,0	2550	1918	754
1	SEZ.TRASV.FOND.	1	0	0,0	0	2606	0
		2	30	0,0	0	2306	2001
		3	60	0,0	0	1405	4003
		4	90	0,0	0	-96	6004
		5	120	0,0	0	-2197	8005
		6	125	0,0	0	-2606	8339

**VERIFICHE MURO 1**

**VERIFICHE DI RESISTENZA MURO**

Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	1	0	40	100	25	90	0	1	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	1	750	0	0		OK
2	1	30	40	100	25	60	0	1	2850	2264	6,7	6,7	0	0	2850	9834	2	1463	14855	0		OK
3	1	40	40	100	25	50	0	1	2950	2363	6,7	6,7	0	0	2950	9851	2	1687	14855	0		OK
4	1	50	40	100	25	40	0	1	3050	2470	6,7	6,7	0	0	3050	9869	2	1916	14855	0		OK

**VERIFICHE MURO 1**

**VERIFICHE DI RESISTENZA MURO**

Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	2	0	30	100	-115	75	-90	1	0	0	0,0	0,0	5	0	0	0	1	0	0	0		OK
2	2	30	33	100	-85	74	-90	1	0	35	6,7	6,7	5	0	0	7411	1	234	12768	0		OK
3	2	60	35	100	-55	73	-90	1	0	143	6,7	6,7	5	0	0	8048	1	488	13474	0		OK
4	2	90	38	100	-25	71	-90	1	0	779	6,7	6,7	5	0	0	8688	1	2259	14169	0		OK
5	2	120	40	100	5	70	-90	1	0	1500	6,7	6,7	5	0	0	9330	1	2550	14855	0		OK

**C.D.W. – relazione di calcolo strutturale -**

**VERIFICHE MURO 1**

**VERIFICHE DI RESISTENZA MURO**

Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	4	0	40	100	0	20	-90	1	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0	1	0	0	0		OK
2	4	5	40	100	5	20	-90	1	0	1	6,7	6,7	0	0	0	9330	1	50	14855	0		OK

**VERIFICHE MURO 1**

**VERIFICHE DI RESISTENZA MURO**

Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	5	0	40	100	145	20	90	2	478	-1	0,0	0,0	0	0	0	0	2	-276	0	0		OK
2	5	30	40	100	115	20	90	2	-1324	3903	6,7	6,7	0	0	-1324	9096	1	6882	14855	0		OK
3	5	60	40	100	85	20	90	2	-1230	5475	6,7	6,7	0	0	-1230	9113	1	5607	14855	0		OK
4	5	90	40	100	55	20	90	2	-1136	6732	6,7	6,7	0	0	-1136	9130	1	4332	14855	0		OK
5	5	100	40	100	45	20	90	2	-1105	7081	6,7	6,7	0	0	-1105	9135	1	3907	14855	0		OK

**VERIFICHE MURO 1**

**VERIFICHE DI RESISTENZA MURO**

Sez N.	El em	Dist cm	H cm	B cm	Xg cm	Yg cm	Ang °	Cmb Fle	Nsdu Kg	Msdu Kgm	A sin cmq	A des cmq	An. s °	An. d °	Nrdu Kg	Mrdu Kgm	Cmb tag	Vsdu Kg	Vrdu c Kg	Vrdu s Kg	A sta cmq/m	Verif.
1	8	0	40	145	0	0	0	1	0	3239	12,1	12,1	0	0	0	16049	1	0	20904	0		OK
2	8	30	40	145	0	0	0	1	0	2866	12,1	12,1	0	0	0	16049	1	2487	20904	0		OK
3	8	60	40	145	0	0	0	1	0	1746	12,1	12,1	0	0	0	16049	1	4975	20904	0		OK
4	8	90	40	145	0	0	0	1	0	-119	12,1	12,1	0	0	0	16049	1	7462	20904	0		OK
5	8	120	40	145	0	0	0	1	0	-2731	12,1	12,1	0	0	0	16049	1	9949	20904	0		OK
6	8	125	40	145	0	0	0	1	0	-3239	12,1	12,1	0	0	0	16049	1	10364	20904	0		OK

**VERIFICHE MURO 1**

**FESSURAZIONE MURI**

Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb fes	Sez. fes	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	Wcalc mm	W Lim mm	Verifica
1	5	Freq	1	5	420	4192	22	0,30	0,40	OK
		Perm	1	5	420	4192	22	0,30	0,30	OK
1	4	Freq	1	2	0	1	22	0,00	0,40	OK
		Perm	1	2	0	1	22	0,00	0,30	OK
1	2	Freq	1	5	0	1200	22	0,09	0,40	OK
		Perm	1	5	0	1200	22	0,09	0,30	OK
1	1	Freq	1	4	2550	1918	22	0,11	0,40	OK
		Perm	1	4	2550	1918	22	0,11	0,30	OK
1	8	Freq	1	1	0	2606	18	0,10	0,40	OK
		Perm	1	1	0	2606	18	0,10	0,30	OK

**VERIFICHE MURO 1**

**TENSIONI DI ESERCIZIO MURI**

Muro N.	Ele	Tipo Comb	Cmb σc	Sez. σc	N σc Kg	M σc Kgm	σc Kg/cmq	σc max Kg/cmq	Cmb σf	Sez. σf	N σf Kg	M σf Kgm	σf Kg/cmq	σf max Kg/cmq	Verifica
1	5	rara	1	5	420	4192	37,8	150,0	1	5	420	4192	1739	3600	OK
		perm	1	5	420	4192	37,8	112,0							OK
1	4	rara	1	2	0	1	0,0	150,0	1	2	0	1	1	3600	OK
		perm	1	2	0	1	0,0	112,0							OK
1	2	rara	1	5	0	1200	10,9	150,0	1	5	0	1200	507	3600	OK
		perm	1	5	0	1200	10,9	112,0							OK
1	1	rara	1	4	2550	1918	17,4	150,0	1	4	2550	1918	631	3600	OK
		perm	1	4	2550	1918	17,4	112,0							OK
1	8	rara	1	1	0	2606	16,6	150,0	1	1	0	2606	643	3600	OK
		perm	1	1	0	2606	16,6	112,0							OK

**SOLLECITAZIONI PALI**

**SOLLECITAZIONI PALO**

Combinazione di calcolo Tab. A1 N.1

Muro	Fila	Sez.	Dist.	Kwin	N	M	T	Spost.	Press.

**C.D.W. – relazione di calcolo strutturale -**

N.	N.	N.	cm	Kg/cmc	Kg	Kgm	Kg	mm	Kg/cmq
1	1	1	40	1,1	20728	-3990	3662	-3,63	-0,4
		2	90	1,1	20692	-2252	3291	-3,37	-0,4
		3	140	2,4	20507	-797	2556	-2,77	-0,7
		4	190	3,7	20171	246	1662	-2,04	-0,8
		5	240	5,0	19685	850	812	-1,34	-0,7
		6	290	6,4	19050	1075	147	-0,77	-0,5
		7	340	7,7	18264	1029	-277	-0,36	-0,3
		8	390	9,0	17329	832	-472	-0,10	-0,1
		9	440	10,4	16243	584	-495	0,04	0,0
		10	490	11,7	15008	353	-421	0,08	0,1
		11	540	13,0	13622	169	-318	0,07	0,1
		12	590	14,4	12087	31	-240	0,04	0,1
		13	640	163,5	0	0	0	-0,01	-0,1

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione di calcolo Tab. A1 N.2									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	40	1,1	18211	-8739	8022	-7,94	-0,8
		2	90	1,1	18175	-4934	7209	-7,38	-0,8
		3	140	2,4	17989	-1745	5598	-6,06	-1,4
		4	190	3,7	17654	539	3640	-4,47	-1,7
		5	240	5,0	17168	1862	1780	-2,94	-1,5
		6	290	6,4	16532	2354	321	-1,69	-1,1
		7	340	7,7	15747	2254	-607	-0,78	-0,6
		8	390	9,0	14811	1822	-1034	-0,21	-0,2
		9	440	10,4	13726	1279	-1085	0,08	0,1
		10	490	11,7	12490	773	-922	0,18	0,2
		11	540	13,0	11105	369	-696	0,16	0,2
		12	590	14,4	9570	69	-525	0,08	0,1
		13	640	163,5	0	0	0	-0,01	-0,2

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Rara N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	40	1,1	16677	-2726	2503	-2,48	-0,3
		2	90	1,1	16642	-1539	2249	-2,30	-0,2
		3	140	2,4	16456	-544	1746	-1,89	-0,5
		4	190	3,7	16120	168	1136	-1,39	-0,5
		5	240	5,0	15635	581	555	-0,92	-0,5
		6	290	6,4	14999	734	100	-0,53	-0,3
		7	340	7,7	14214	703	-189	-0,24	-0,2
		8	390	9,0	13278	568	-323	-0,07	-0,1
		9	440	10,4	12193	399	-339	0,02	0,0
		10	490	11,7	10957	241	-288	0,05	0,1
		11	540	13,0	9572	115	-217	0,05	0,1
		12	590	14,4	8036	21	-164	0,02	0,0
		13	640	163,5	0	0	0	0,00	-0,1

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	40	1,1	16677	-2726	2503	-2,48	-0,3
		2	90	1,1	16642	-1539	2249	-2,30	-0,2
		3	140	2,4	16456	-544	1746	-1,89	-0,5
		4	190	3,7	16120	168	1136	-1,39	-0,5
		5	240	5,0	15635	581	555	-0,92	-0,5
		6	290	6,4	14999	734	100	-0,53	-0,3
		7	340	7,7	14214	703	-189	-0,24	-0,2
		8	390	9,0	13278	568	-323	-0,07	-0,1
		9	440	10,4	12193	399	-339	0,02	0,0

**C.D.W. – relazione di calcolo strutturale -**

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Frequente N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
		10	490	11,7	10957	241	-288	0,05	0,1
		11	540	13,0	9572	115	-217	0,05	0,1
		12	590	14,4	8036	21	-164	0,02	0,0
		13	640	163,5	0	0	0	0,00	-0,1

**SOLLECITAZIONI PALI**

SOLLECITAZIONI PALO									
Combinazione Quasi Permanenti N.1									
Muro N.	Fila N.	Sez. N.	Dist. cm	Kwin Kg/cmc	N Kg	M Kgm	T Kg	Spost. mm	Press. Kg/cmq
1	1	1	40	1,1	16677	-2726	2503	-2,48	-0,3
		2	90	1,1	16642	-1539	2249	-2,30	-0,2
		3	140	2,4	16456	-544	1746	-1,89	-0,5
		4	190	3,7	16120	168	1136	-1,39	-0,5
		5	240	5,0	15635	581	555	-0,92	-0,5
		6	290	6,4	14999	734	100	-0,53	-0,3
		7	340	7,7	14214	703	-189	-0,24	-0,2
		8	390	9,0	13278	568	-323	-0,07	-0,1
		9	440	10,4	12193	399	-339	0,02	0,0
		10	490	11,7	10957	241	-288	0,05	0,1
		11	540	13,0	9572	115	-217	0,05	0,1
		12	590	14,4	8036	21	-164	0,02	0,0
		13	640	163,5	0	0	0	0,00	-0,1

**VERIFICA PORTANZA MURO 1**

VERIFICHE PORTANZA PALI/MICROPALI		
FILA n.		1
Interasse minimo tra i pali:		250 cm
Numero del primo strato su cui fondano i pali:		1
Profondita' del primo strato attraversata dai pali:		0,000 m
Combinazione di carico piu' gravosa per carico assiale:		1 A1
Scarico ortogonale alla fondazione complessivo:		8,29 t/m
Scarico parallelo alla fondazione complessivo:		1,46 t/m
Momento ribaltante applicato in fondazione:		2,55 tm/m
Pressione verticale agente sul piano fondazione:		0,00 t/mq
Portanza limite alla base:		27,57 t
Portanza limite per attrito laterale meno attrito negativo:		0,00 t
Coefficiente di riduzione portata assiale pali in gruppo:		1,00
Carico limite complessivo netto assiale:		23,97 t
Carico al limite dell'instabilita'secondo Eulero:		447,95 t
Carico di esercizio per il palo piu' sollecitato:		21,01 t
Coefficiente di sicurezza portanza assiale palo:		1,14
Combinazione di carico piu' gravosa carico normale all'asse:		2
Portanza limite per carico normale all'asse per ciascun palo:		1206,08 t
Coefficiente riduzione portata normale pali in gruppo:		1,00
Carico ortogonale limite complessivo netto:		927,75 t
Carico ortogonale di esercizio palo piu' sollecitato:		8,02 t
Coefficiente di sicurezza portanza normale palo		114,93
LA VERIFICA RISULTA		SODDISFATTA

**COMPUTO MATERIALI MURO 1**

COMPUTO DEI MATERIALI		
Volume di calcestruzzo per metro di muro:	1,200	mc/m
Peso di acciaio per metro di muro:	86,5	Kg/m
Superficie casseforme per metro di muro:	2,9	mq/m
Sviluppo complessivo del muro:	12,00	m
Volume di calcestruzzo complessivo per il muro:	14,400	mc
Peso di acciaio complessivo per il muro:	1037,7	Kg

**COMPUTO MATERIALI MURO 1**

COMPUTO DEI MATERIALI

Superficie casseforme complessiva per il muro:	34,8	mq
Rapporto peso acciaio / volume calcestruzzo del muro:	72,1	Kg/mc

**COMPUTO MATERIALI MURO 1**

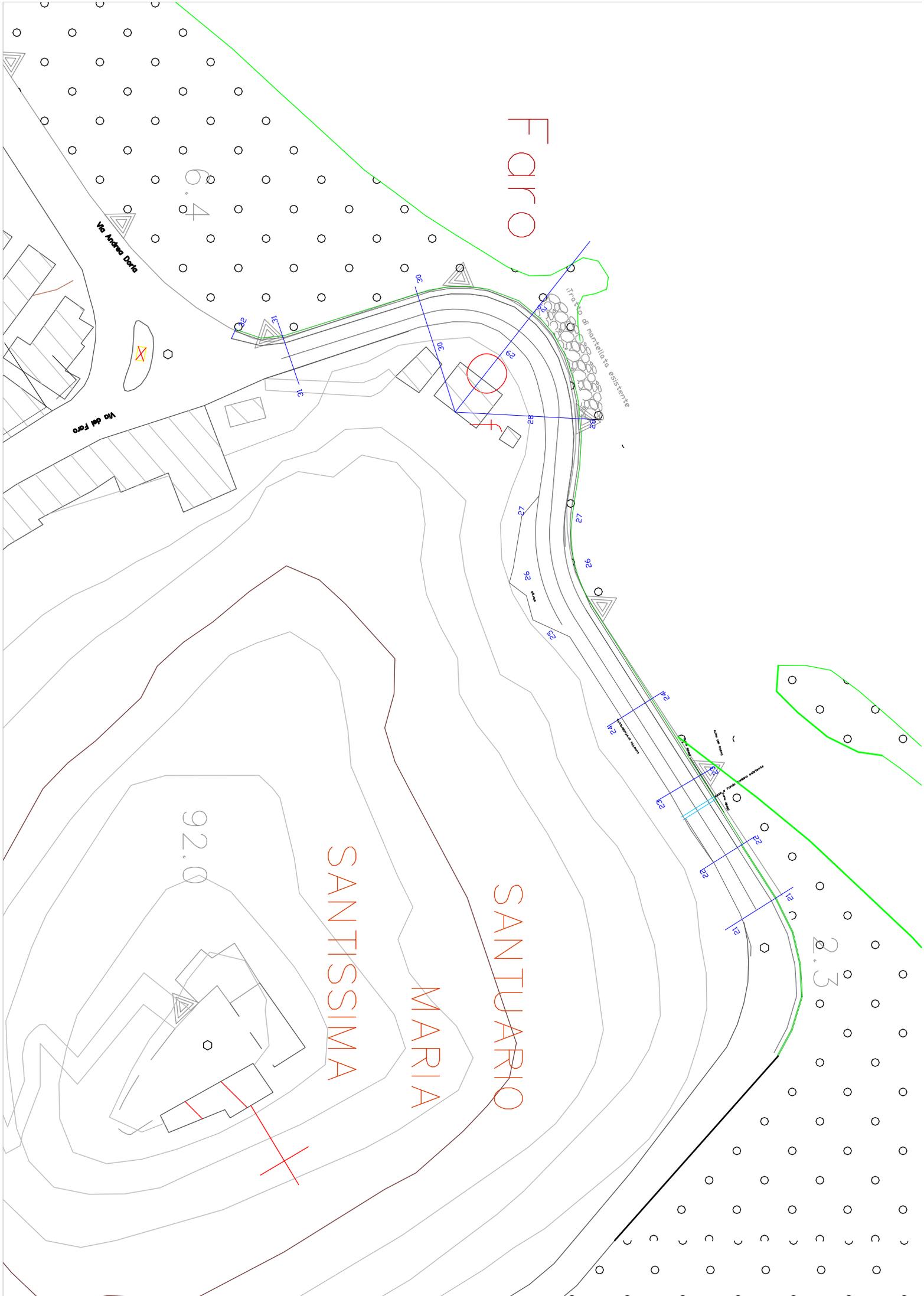
DISTINTA DELLE ARMATURE

- Diametro $\phi$	10	mm
Sviluppo complessivo barre per metro di muro:	18,90	m/m
Peso totale barre per metro di muro:	11,7	Kg/m

- Diametro $\phi$	16	mm
Sviluppo complessivo barre per metro di muro:	47,38	m/m
Peso totale barre per metro di muro:	74,8	Kg/m

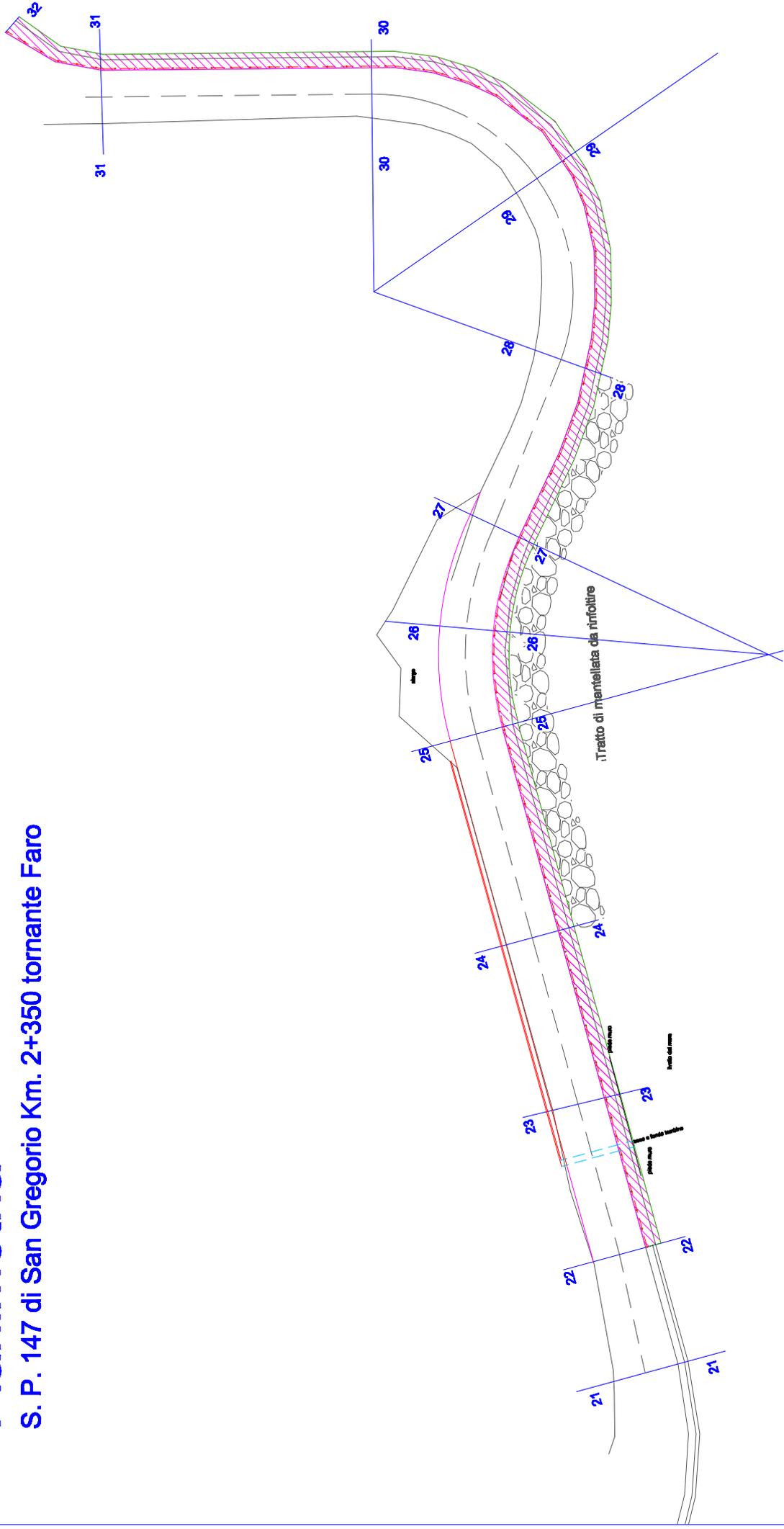
FARO

SANTISSIMA  
MARIA  
SANTUARIO

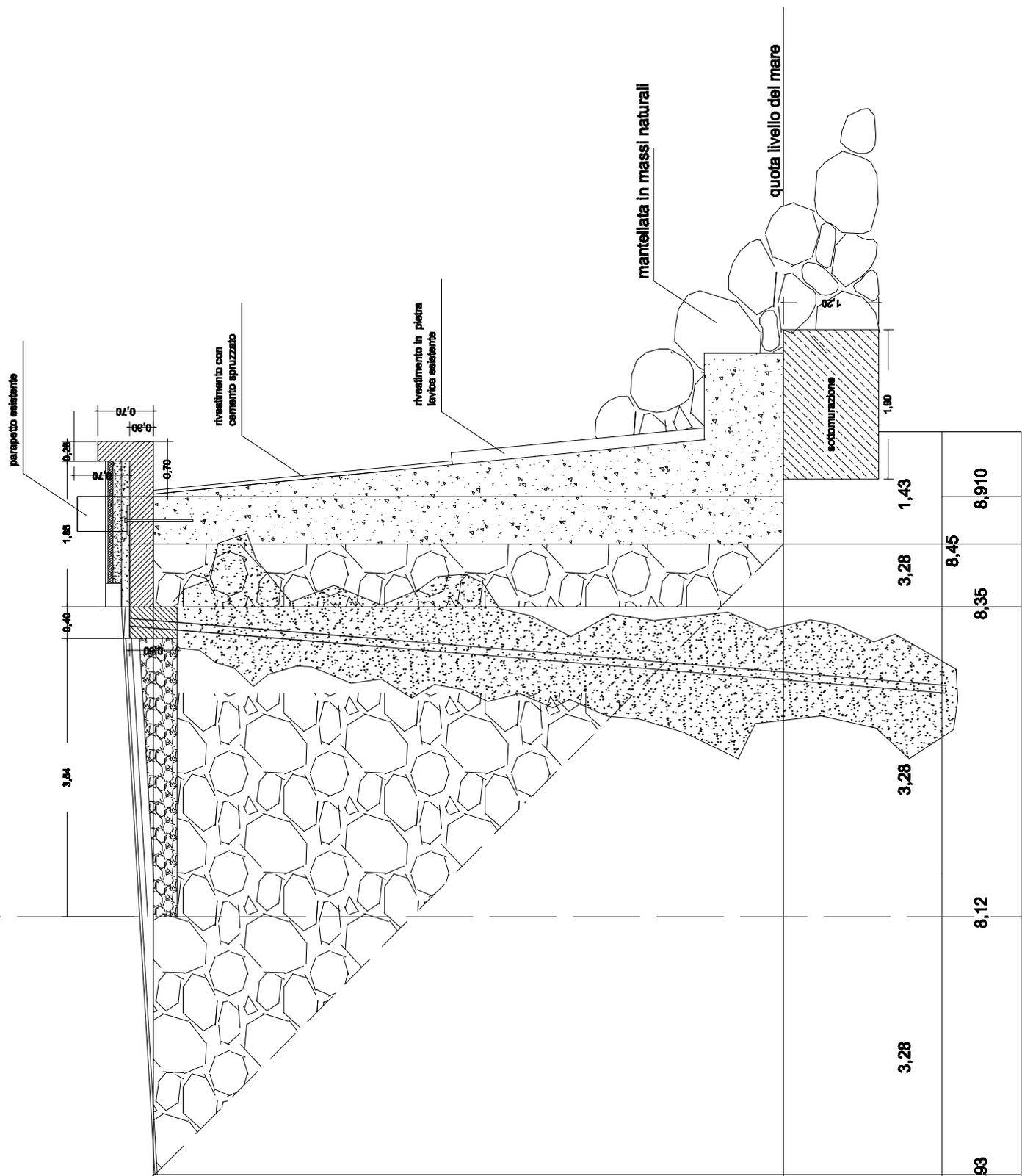


# Planimetria

S. P. 147 di San Gregorio Km. 2+350 tornante Faro



# SEZIONE 29



0+000 quota livello del mare			
distanze	3,28	3,28	1,43
quote	7,93	8,12	8,45
			8,910

# mensole in c.a.

