

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. COMPORTAMENTO DELLA SPONDA SINISTRA DELL'INVASO IN ESERCIZIO E CONSEGUENTI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE ATTUATI IN PASSATO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DELL'AREA INTERESSATA DAGLI INTERVENTI PROPOSTI .....</b>	<b>6</b>
<b>4. INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO.....</b>	<b>7</b>
<i>4.1 Tipologie di intervento previste e relative zone di applicazione.....</i>	<i>7</i>
<i>4.2 Chiodatura delle arenarie .....</i>	<i>8</i>
<i>4.3 Protezione della parete di arenarie.....</i>	<i>10</i>
<i>4.5 Stabilizzazione corticale con rete della parete di arenarie.....</i>	<i>11</i>
<i>4.6 Protezione con materassi tipo "Reno" delle marne affioranti sul pendio a valle della parete.....</i>	<i>12</i>
<i>4.7 Protezione delle marne scoperte sul pendio della porzione di sponda compresa tra l'area dell'intervento precedente (par 4.6) e la cabina di manovra già parzialmente protetta da precedenti interventi .....</i>	<i>13</i>
<b>APPENDICE.....</b>	<b>14</b>
<b>A1 - PREMESSA .....</b>	<b>15</b>
<b>A2 - INTERVENTO A<sub>3</sub>: RIVESTIMENTI CON RETE.....</b>	<b>16</b>

<i>A2.1 Rivestimento corticale con rete a doppia torsione (vedi elaborato grafico E0000 PP001).....</i>	<i>16</i>
<b>A3 - TIPOLOGIE DI CHIODATURE PROFONDE DEL BANCO DI ARENARIE .....</b>	<b>21</b>
<b>A4 - CARATTERISTICHE DEL MATERASSO TIPO “RENO” .....</b>	<b>21</b>
<i>A4.1 Materasso “tipo Reno” .....</i>	<i>21</i>

## **1. PREMESSA**

Nella presente relazione sono esposti gli interventi di stabilizzazione proposti per la parte di sponda sinistra dell'invaso di Penne situata circa 45 m a monte (rispetto al corso del Tavo) della cabina di manovra delle paratoie.

## **2. COMPORTAMENTO DELLA SPONDA SINISTRA DELL'INVASO IN ESERCIZIO E CONSEGUENTI INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE ATTUATI IN PASSATO**

In sede di approvazione del progetto esecutivo, la 4<sup>a</sup> Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (voto n. 133 del 8.5.63) richiamò l'attenzione sulle condizioni statiche della parte di sponda sinistra a monte della diga (vedi elaborati grafici E0000 PL001 e E0000 SZ001), in relazione al timore che le porzioni della formazione affiorante, costituite in prevalenza da marne, in conseguenza delle alternanze di imbibizioni e disseccamenti causate dalle oscillazioni del livello dell'invaso, potessero subire un decadimento delle caratteristiche meccaniche, dando luogo a dissesti nei quali avrebbe potuto essere coinvolto anche il banco di arenaria che per un tratto costituisce il ciglio della sponda.

Il fenomeno è comunemente presente sugli affioramento di tali litotipi. Nel caso specifico del serbatoio di Penne, è particolarmente accentuato per la più profonda imbibizione (e conseguente ammorbidimento) che subisce il materiale nei prolungati periodi di sommersione e per le azioni meccaniche legate al moto ondosio. Queste ultime in particolare determinano erosioni localizzate in corrispondenza dei livelli di invaso più persistenti e in ogni caso favoriscono l'asportazione locale della coltre degradata dai suddetti processi, privando così di una naturale protezione il materiale ancora intatto sottostante.

A causa della minore erodibilità delle arenarie rispetto alle marne, i fenomeni di desquamazione e asportazione del materiale marnoso hanno favorito la sottoescavazione delle bancate di arenarie, provocando aggetti della base delle bancate stesse, che localmente hanno dato luogo a fenomeni di crollo di blocchi.

In ottemperanza alle raccomandazioni del Consiglio Superiore precedentemente citate fu realizzato allora un intervento di sistemazione (approvato dallo stesso Consiglio con voto n. 94 del 3.7.68), che peraltro fu limitato al tratto di sponda immediatamente a monte (rispetto al corso del Tavo) della cabina di manovra e cioè al tratto che sovrasta l'imbocco della galleria dello scarico di fondo.

L'intervento consistette in un rivestimento in muratura a secco (dello spessore medio di circa 2 m), messo in opera sul pendio costituito dalle marne M2 (vedi Relazione geologica), previa asportazione della coltre detritica e di degradazione in posto. L'area di questo intervento può essere individuata nella planimetria dell'allegato 1 ed è riconoscibile nella foto dell'elaborato con codice E0000 SZ001.

Nel marzo '68, dopo un periodo di intensa piovosità, si manifestò un dissesto del suddetto rivestimento, che fu interpretato come dovuto essenzialmente allo scivolamento di questo lungo la superficie di appoggio sui terreni marnosi.

In seguito a tale dissesto, al rivestimento allora esistente fu sovrapposta una mantellata in pietrame, profilata con pendenza  $h/b = 2/3$ . Il piede della mantellata fu ammorsato alla quota dell'imbocco della galleria dello scarico di fondo, adeguato in conseguenza. Tale sistemazione è risultata efficace e non si sono verificati ulteriori problemi.

Nel 1990, la Commissione di collaudo tecnico ex art. 14 ha richiesto un riesame della situazione statica delle parti della sponda non comprese nel precedente intervento.

In relazione a tale richiesta e in seguito a vari sopralluoghi è stata programmata una campagna di indagini tendente alla definizione degli schemi e dei parametri geologici e geotecnici di interesse per la progettazione delle opere e per la sistemazione definitiva delle sponde.

A seguito delle predette indagini (vedi Relazione geologica), eseguite negli anni 1995-1996, dallo Studio Lotti e Associati, nel giugno 1997 fu redatto un progetto esecutivo intitolato: *Diga di Penne – Progettazione Opere Integrative. Prog. AC 5209 – Opere Integrative di cui alla perizia 4 luglio 1989 – Progetto esecutivo – Lavori di primo stralcio.*

Per la parte riguardante la sponda sinistra, tale progetto ha previsto una serie di interventi per risolvere i problemi originati dagli aspetti geomorfologici dei quali si è fatto cenno in precedenza.

Con riferimento alla struttura del pendio del settore di sponda sinistra, considerata in questa sede, agli effetti della conservazione della stabilità della sponda stessa interessavano allora le conseguenze dei citati fenomeni di desquamazione e erosione interessanti il pacco di marne M2 sottostante alla bancata di arenaria A2, ovviamente nelle aree di sponda rimaste scoperte dopo il menzionato intervento protettivo realizzato prima del 1990.

Negli anni successivi al 1997 sono stati in effetti realizzati gli interventi protettivi previsti nel progetto Lotti 1997: con mantellate di pietrame sulle marne e chiodature (peraltro non sistematiche) delle soprastanti arenarie, sia in corrispondenza dei pendii al di sotto dello sfioratore e rispettivamente al disotto della cabina di manovra, sia nella porzione di sponda a monte (rispetto al Tavo) della cabina,

compresa l'area interessata dal presente progetto (vedi elaborati con codice E0000 SZ001 e E0000 SZ002).

In corrispondenza di quest'ultima, gli strati di marne tenere immediatamente al letto del banco di arenaria (che localmente costituisce il ciglio della sponda) furono protetti con un rivestimento di betoncino spruzzato. Sul banco di arenarie soprastante sono state eseguite chiodature (peraltro non sistematiche) impiegando barre di acciaio FeB 44k Ø 28 mm con lunghezza di 3 m, cementate in fori Ø 100 mm.

Nella porzione di pendio più a valle, la protezione delle marne, mediante materassi tipo "Reno" chiodati, fu realizzata solo nella parte meridionale.

Nell'area qui considerata, negli ultimi anni, l'azione del moto ondoso connessa alla persistenza del livello di invaso alle quote corrispondenti al livello delle marne al letto del banco di arenarie, ha portato a un parziale smantellamento del betoncino di protezione applicato agli strati delle suddette marne. In conseguenza, è ripreso lo scalzamento alla base del banco di arenaria, con formazione di un marcato sottoscavo. In occasione di un evento meteorologico particolarmente intenso e persistente, dal fronte di roccia sottoscavato si sono staccati alcuni blocchi, svincolatisi dalle chiodature, rimaste in sede (vedi foto degli elaborati con codice E0000 SZ003 e E0000 SZ004).

Gli interventi considerati nel presente progetto si propongono di ottenere una stabilizzazione duratura di quest'area.

### 3. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DELL'AREA INTERESSATA DAGLI INTERVENTI PROPOSTI

Per chiarezza di esposizione, si ricordano brevemente qui di seguito gli aspetti geomorfologici più significativi dell'area di interesse, rimandando per i dettagli alla Relazione geologica facente parte della documentazione del presente progetto.

La zona interessata dall'intervento è compresa tra le isoipse di quota 267 e 235 m circa, con uno sviluppo di circa 40 m, in senso parallelo al pendio (vedi planimetria dell'elaborato con codice E0000 PL001 e foto degli elaborati con codice E0000 SZ003 e E0000 SZ004), restando ubicata a monte (rispetto al corso del Tavo) del tratto di sponda oggetto della sistemazione con mantellata in pietrame eseguita nei precedenti interventi.

Dal punto di vista morfologico, l'area del presente intervento comprende una parete sub-verticale, orientata circa N-S, corrispondente al banco di arenaria A2, con base a quota 253 m s.l.m. circa ed altezza compresa tra 5 e 8 m.

A tetto del banco di arenaria, fino al bordo dell'area di parcheggio sovrastante, l'inclinazione del pendio, costituito da marne tenere, generalmente non è superiore ai 45°.

A valle della parete, al di sotto di quota 253 m s.l.m., la sponda con pendenza di circa 65% (che viene a intervalli sommersa dalle acque in funzione dell'esercizio dell'invaso), è costituita da marne e marne arenacee. Queste, nella porzione meridionale dell'area sono state già protette con materassi tipo "Reno" (vedi foto dell'elaborato con codice E0000 SZ004) messi in opera nella precedente fase di intervento 1997-98, mentre nella restante parte sono direttamente affioranti o coperte da una sottile coltre detritica.

Il banco di arenaria che costituisce la parete sub-verticale e gli strati marnosi a tetto e al letto di questo presentano giacitura con immersione circa verso Est e inclinazione di circa ~10°, cioè a "reggipoggio". Il banco di arenaria presenta inoltre una suddivisione secondo giunti sub-verticali discontinui, paralleli alla parete (vedi Relazione geologica e foto dell'elaborato con codice E0000 SZ003).

#### 4. INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO

In questa sede, in mancanza di aggiornati rilievi topografici, è stata effettuata una stima quantitativa solo approssimata dell'estensione degli interventi previsti, sulla base della documentazione fotografica frontale delle foto a disposizione (v. elaborati da E0000 SZ001 a E0000 SZ003) rapportate alla planimetria dell'elaborato E0000 PL001, e della sezione schematica dell'elaborato E0000 SZ006, che possono ritenersi genericamente rappresentative.

Data l'oggettiva difficoltà di un accurato rilievo topografico della zona ed in particolare del fronte sub-verticale, per definire con la necessaria approssimazione le dimensioni degli interventi indicati nella presente relazione, la suddetta operazione topografica è inserita nelle specifiche esecutive dei lavori in appalto.

Nei paragrafi che seguono si espone una descrizione sommaria degli interventi previsti. Nel capitolo 5 seguente sono descritte con un certo dettaglio le tipologie e le lavorazioni basate su un modello di intervento che può costituire riferimento per eventuali varianti costruttive, in miglioramento, eventualmente proposte dalle Imprese in sede di appalto.

##### *4.1 Tipologie di intervento previste e relative zone di applicazione*

Sono previsti i seguenti tipi di intervento che saranno realizzati nelle diverse Zone (A, B, C, D) indicate nella planimetria dell'elaborato E0000 PL001, nella foto dell'elaborato E0000 SZ005 e nel profilo di Figura 1:

- a) Stabilizzazione della parete di arenarie sopra quota 253 m s.m. e del soprastante pendio, fino al bordo del parcheggio (Zona A + Zona B):
  - a<sub>1</sub>) chiodatura sistematica della parete di arenarie (Zona B), realizzando un'integrazione sostanziale di quella, molto rada e con chiodi di 3 m, eseguita con il progetto 1997, in parte non più efficiente;
  - a<sub>2</sub>) costruzione di un muro in c. a. a protezione della parte inferiore della parete, corrispondente al sottoscavo delle marne al letto del banco di arenaria (Zona C) e alle nicchie nelle arenarie prodotte dal distacco dei blocchi per effetto del sottoscavo; rinalzo del muro stesso mediante riempimento con cls delle nicchie stesse.
  - a<sub>3</sub>) rivestimento dell'intera porzione di pendio dal bordo dell'area di parcheggio al muro suddetto, con teli o pannelli di rete metallica, rafforzata con funi di acciaio.

- b) Protezione delle marne nella parte di pendio a valle dell'intervento a) non già attualmente protetto da materassi "Reno" (Zona D):
- b.1) estensione verso Nord della protezione già attuata in precedenza con materassi "Reno" ancorati al pendio con chiodature.
- c) Ripristino e eventuale estensione della protezione delle marne nella parte di sponda compresa tra l'area di intervento suddetta e la cabina di manovra a monte del precedente intervento di protezione con scogliera (Zona F):
- c.1) rivestimento con "spritz beton", armato con rete, della porzione di sponda in marna alle quote non raggiunte dai precedenti interventi di protezione dall'erosione.

I criteri di scelta dei materiali impiegati nei suddetti interventi, con particolare riguardo ai sistemi di protezione dalla corrosione dei materiali metallici, sono stati adattati al "tempo di vita utile dell'opera", che è il periodo di tempo durante il quale si considera che l'opera mantenga prestazioni compatibili con i requisiti essenziali richiesti.

A tale proposito si è stimato che gli interventi in questione siano caratterizzati da una difficoltà di manutenzione "media" e siano realizzati con componenti difficilmente sostituibili. Pertanto si è tenuto conto di un tempo di vita utile di almeno 50 anni.

#### **4.2 Chiodatura delle arenarie**

Le chiodature profonde saranno realizzate su tutta la parete sub-verticale in roccia che ha un'altezza compresa tra 4 e 8 m circa e una lunghezza in orizzontale di circa 40 m (Zona B).

E' prevista la realizzazione di chiodi (lunghi m 6 e inclinati di circa 20° verso il basso per intersecare i piani di stratificazione) entro il banco di arenaria (vedi Fig. 1), con lo scopo di contrastare l'apertura dei giunti sub-paralleli al fronte (vedi Relazione geologica e Relazione geotecnica) che, insieme ai piani di stratificazione, possono favorire lo svincolo e poi il distacco di blocchi dalla parete. Saranno eseguiti preliminarmente fori di drenaggio, per contrastare l'eventuale insorgenza di pressioni idrostatiche nei giunti, in seguito a penetrazione e ristagno di acque meteoriche.

Una valutazione preliminare considera una disposizione dei chiodi il più possibile regolare a scacchiera su allineamenti orizzontali, con interassi orizzontali e verticali dell'ordine di 1,5 m (vedi Fig. 1).

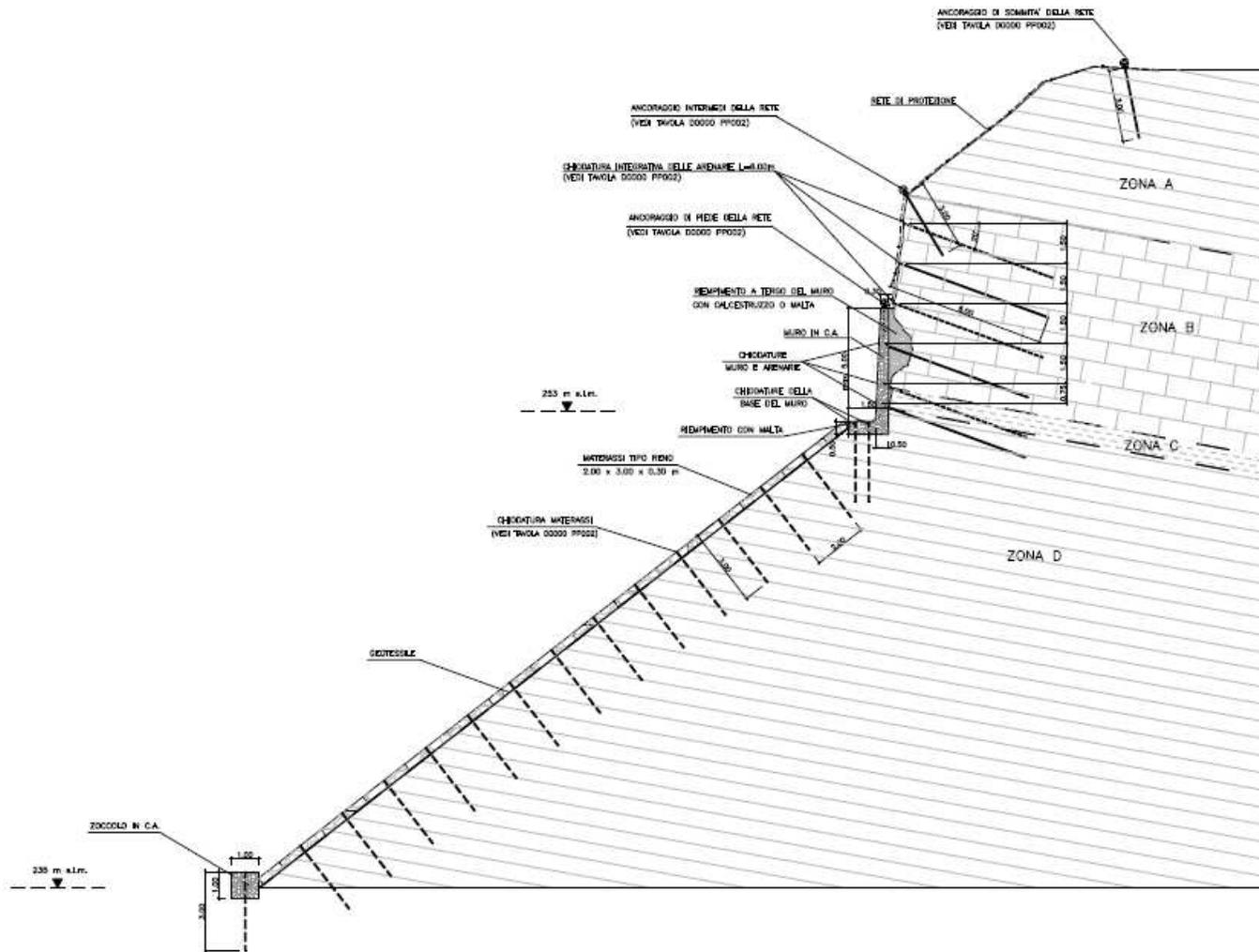


Figura 1 – Sezione rappresentativa dell'intervento

La disposizione di dettaglio dei chiodi sul fronte sarà determinata definitivamente in fase di esecuzione, rispettando peraltro la densità media indicata in questa sede.

Nella porzione inferiore, corrispondente alle cavità esistenti (che saranno già state rivestite e in parte colmate; v. par. 4.3), i chiodi saranno disposti su 2 file orizzontali, con interasse verticale pari a 0,75 m ed interasse orizzontale pari a 1,5 m (vedi Fig. 1).

Da una stima approssimata (considerando una maggiorazione prudenziale del 20%) risultano necessari complessivamente circa 215 chiodi.

I chiodi, costituiti da barre di acciaio B 450 C aventi diametro  $\varnothing$  26 mm e lunghezza pari a  $L = 6$  m, saranno messi in opera in fori  $\varnothing$  120 mm e cementati per una lunghezza pari a 5,50 m con boiaccia di cemento (con  $A/C \leq 0,6$  e additivo antiritiro tipo "flowcable" del tipo impiegato per i tiranti).

L'estremità esterna del chiodo sarà filettata, fornita di piastra 300 x 300 x 20 mm e dotata di cappuccio di protezione (e relativo riempimento) contro la corrosione.

#### ***4.3 Protezione della parete di arenarie***

La porzione inferiore della parete, in parte già sottoscavata, sarà protetta, anche dal moto ondoso, con un muro in c.a. avente una funzione di protezione, nei confronti dell'erosione che ha già determinato il sottoscavo del banco di arenaria (vedi Fig. 1 e foto dell'elaborato E0000 SZ003).

Il muro ingloberà i chiodi destinati all'ancoraggio della fune portante inferiore della rete posta in opera sulla porzione superiore della parete (vedi Fig. 2).

La base del muro (con spessore pari a circa 0,50 m e larghezza normalmente al fronte pari a 1,50 m) sarà posizionata al piede della parete (a quota 253 m circa), dove sarà realizzata una banca di lavoro di larghezza pari a  $1,50 \div 2,00$  m

Il muro avrà larghezza pari a circa 1,50 m e altezza massima a partire dalla base pari a 4,50 m, per un'estensione di circa 30 m e altezza minima pari a 2,50 m per un'estensione di circa 10 m (misurata parallelamente al pendio).

I vuoti a tergo del muro, tra questo e la parete rocciosa retrostante, saranno colmati con malta o calcestruzzo.

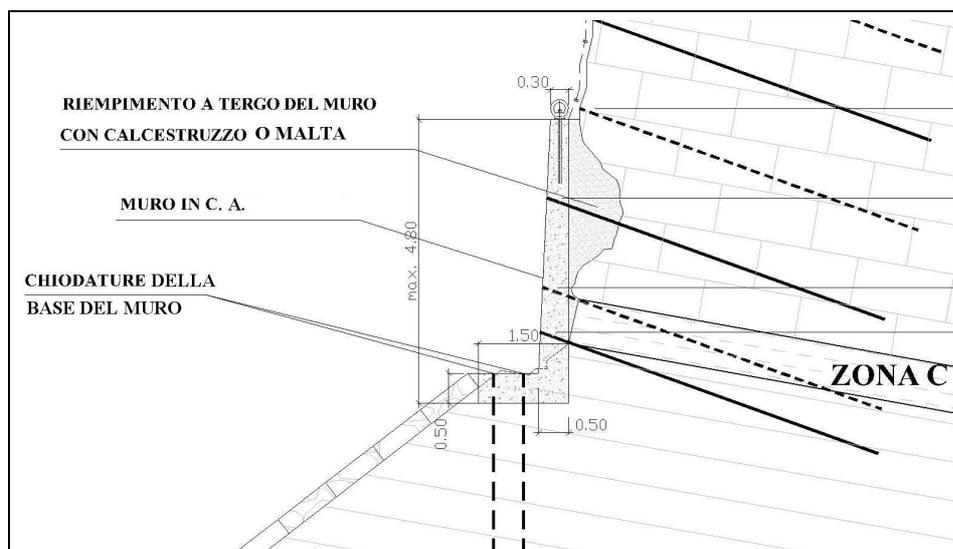


Figura 2 – Particolare del muro in c.a.

#### 4.5 Stabilizzazione corticale con rete della parete di arenarie

Come già anticipato nel par. 4.1, la stabilizzazione del fronte di arenarie e del soprastante pendio (Zone A e B) nei riguardi di potenziali instabilità corticali sarà affidata ad un rivestimento con teli di rete metallica della porzione di pendio compresa tra il bordo dell'area del parcheggio e la base della parete rocciosa (vedi Fig. 1).

La definitiva tipologia costruttiva del suddetto rivestimento sarà scelta in relazione alle proposte migliorative che potranno fare le Imprese invitate all'appalto. Nell'elaborato E0000 PP001 sono rappresentate due delle soluzioni costruttive possibili, illustrate in dettaglio nell'Appendice della presente relazione (par. A1.1 e A1.2).

L'area di questo intervento ha uno sviluppo in orizzontale parallelamente al pendio di circa 40 m e comprende la parete sub-verticale costituita da arenarie e la porzione di marne al tetto di queste (tra il ciglio delle arenarie e l'isoipsa 266 m circa s.l.m.).

L'estensione della superficie da rivestire è stata valutata con riferimento alla sezione rappresentativa di fig. 1, considerando un valore dell'altezza della parete verticale sempre pari a 8 m (valore massimo). La superficie determinata è di circa 800 m<sup>2</sup>. Una stima cautelativa preliminare di 950 m<sup>2</sup> di rivestimento con rete (considerando una prudenziale maggiorazione nell'ordine del 20%) può considerarsi ragionevole.

Gli elementi fondamentali che comporranno tale rivestimento sono: i teli di rete metallica, le funi d'orditura e quelle di rinforzo, le chiodature di ancoraggio e le relative placche. Per tutti dovrà essere prevista la protezione contro la corrosione.

In proposito, le soluzioni relative alle varie tipologie proposte sul mercato sono molte.

In ogni caso, la rete sarà ripiegata sulle funi di orditura portanti poste rispettivamente in corrispondenza del bordo superiore dell'area di rivestimento, in posizione intermedia e al piede della parete.

La fune portante superiore sarà fissata in modo definitivo a chiodi di ancoraggio eseguiti lungo il bordo superiore dell'area di intervento. La fune portante del bordo inferiore, invece, sarà fissata ai rispettivi chiodi di ancoraggio sull'estremità superiore del muro (v. Fig. 2), in modo da permetterne localmente lo sganciamento necessario, per la realizzazione di alcuni degli interventi successivi alla base della parete e poi, eventualmente, in sede di esercizio, per lo scarico di materiale eventualmente franato e accumulatosi a tergo della rete stessa.

Con riferimento alla sezione di Fig. 1 i chiodi di ancoraggio delle funi portanti e delle funi di rinforzo saranno realizzati con interasse da stabilire (in funzione delle dimensioni dei teli di rete): e rispettivamente (a) al bordo dell'area di parcheggio, (b) alla base delle marne alterate e (c) in corrispondenza del muro in c.a. previsto ai piedi del banco di arenarie alla quota della prevista banca di lavoro (vedi par. 4.5) a quota 253 m s.l.m. (vedi Figg. 1 e 2).

Le chiodature intermedie avranno interassi in funzione delle dimensioni degli elementi della rete e in base alle effettive caratteristiche morfologiche della superficie da ricoprire.

I chiodi di ancoraggio della rete saranno alloggiati in fori profondi 3,00 m circa, e saranno cementati con boiaccia avente le caratteristiche già indicate per la chiodatura profonda nel par. 4.2.

#### ***4.6 Protezione con materassi tipo "Reno" delle marne affioranti sul pendio a valle della parete***

Una mantellata costituita da materassi "tipo Reno" (v. Fig. 1) sarà realizzata sulla porzione del pendio a valle del muro in c. a. alla base della parete di arenaria, nella zona D (vedi foto dell'elaborato E0000 SZ005) non protetta negli interventi del 1997 (Zona E).

E' stata considerata un'area d'intervento con le seguenti caratteristiche:

- a) fascia di pendio compresa tra le isoipse 235 m (che corrisponde al limite inferiore delle normali oscillazioni del livello del serbatoio in esercizio) e 253 m s.l.m. (base del muro al piede);
- b) larghezza (misurata in orizzontale) pari a 20 m;

- c) angolo di inclinazione della superficie di appoggio dei materassi rispetto all'orizzontale: circa 37° (valore più rappresentativo sulla base dei dati topografici).

La superficie d'appoggio sarà adeguatamente preparata mediante l'asportazione della coltre detritica e la regolarizzazione della superficie di marne in posto sottostanti.

I materassi verranno distesi sulle marne (con interposizione di un telo di geotessile con spessore non inferiore a 5 mm) e ancorati mediante chiodature Ø 24 mm, lunghezza pari a 3 m ed interasse pari a 1.50 m sia in orizzontale sia secondo il pendio (vedi anche Appendice A3).

Il rivestimento con materassi sarà ulteriormente stabilizzato mediante uno zoccolo in c.a. da realizzare al piede della sponda, anch'esso ancorato mediante chiodatura (vedi fig. 1).

#### ***4.7 Protezione delle marne scoperte sul pendio della porzione di sponda compresa tra l'area dell'intervento precedente (par 4.6) e la cabina di manovra già parzialmente protetta da precedenti interventi***

Un intervento di protezione delle marne sarà realizzato sulla porzione del pendio compresa tra l'intervento suddetto e la cabina di manovra, nella zona F (vedi foto dell'elaborato E0000 SZ005 e planimetria elaborato E000PL002) già parzialmente protetta da precedenti interventi, che avevano lasciato scoperta la fascia di sponda corrispondente alle maggiori quote di invasione.

E' stata considerata una fascia d'intervento compresa tra le isoipse 255 m (base della parete di arenarie) e 260 m s.l.m., con estensione longitudinale di circa 40 m.

Le marne saranno rivestite con 25 cm di "spritz beton" con  $R_{ck}$  300 kg/cm<sup>2</sup>, applicato in strati successivi, armato con pannelli costituiti da due teli di rete metallica elettrosaldata (maglia quadrata 10 x 10 cm, con filo di diametro 4 mm). In alternativa ai pannelli in rete metallica potrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori l'utilizzazione di fibre di acciaio in proporzione pari a 50 kg/m<sup>3</sup>. I pannelli d'armatura saranno fissati preventivamente alla roccia con zanche.

**APPENDICE**

**Caratteristiche di dettaglio degli interventi proposti,  
a complemento di quanto esposto nel capitolo 4**

## A1 - PREMESSA

- Nei paragrafi che seguono si indicheranno le caratteristiche costruttive principali dei vari interventi previsti.
- Alcuni degli interventi possono essere realizzati con tecnologie costruttive e attrezzature di esecuzione differenti da quelle qui considerate (per es. specifiche delle Imprese specializzate, che potrebbero partecipare all'appalto) ma equivalenti o migliorative dal punto di vista strutturale.

Nel caso, per esempio, dell'intervento di cui al punto a<sub>3</sub> dei paragrafi successivi (rivestimento della parete con rete metallica rinforzata) e nel caso dell'intervento a<sub>1</sub> (chiodature profonde), nel seguito sono considerate due soluzioni di riferimento.

## A2 - INTERVENTO A<sub>3</sub>: RIVESTIMENTI CON RETE

### A2.1 Rivestimento corticale con rete a doppia torsione (vedi elaborato grafico E0000 PP001)

Questo tipo di rivestimento è costituito da teli di rete in filo in lega metallica con rivestimento plastico, con nodi a doppia torsione con larghezza pari a  $L = 2$  m (in alternativa  $L = 3$  m o  $L = 4$  m), resistenza nominale a trazione pari a  $50 \text{ kN/m}^2$  e resistenza al punzonamento pari  $25 \text{ kN/m}^2$  (vedi Fig. A.1).

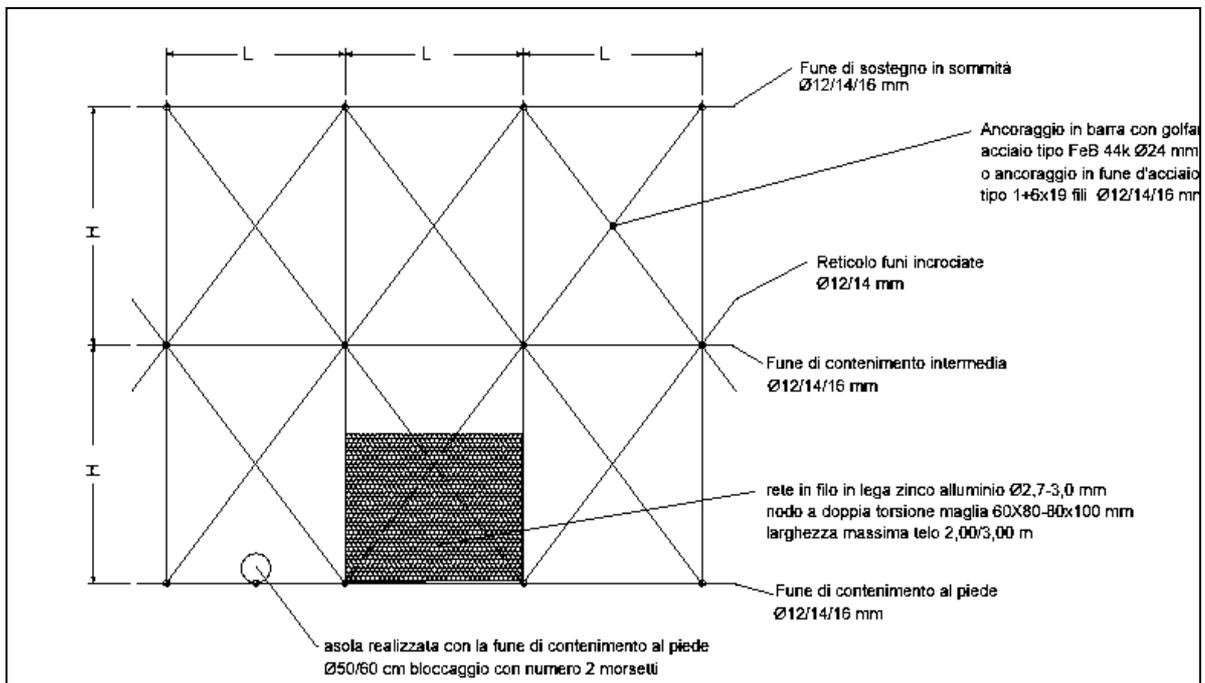


Figura A.1 – Schema dei teli in rete metallica

La maglia del reticolo ha forma esagonale e dimensioni  $60 \times 80$  mm (in alternativa  $80 \times 100$  mm), con filo di diametro pari a  $2,7$  (o  $3,0$  mm), con carico di rottura minimo compreso tra  $350$  e  $550 \text{ N/mm}^2$  e allungamento minimo pari al  $12\%$  (vedi Fig. A.2).

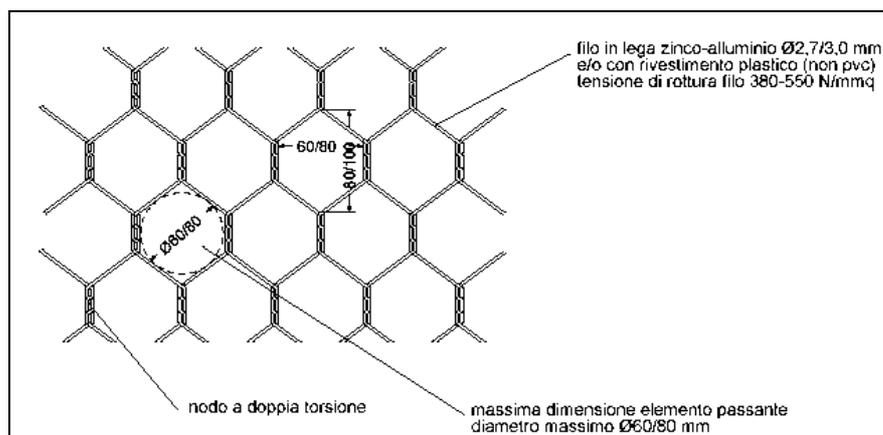


Figura A.2 – Dettaglio tipologico della maglia del reticolo

Grazie alle caratteristiche della doppia torsione la rete metallica è in grado di sopportare le spinte e gli impatti dei blocchi di roccia senza che le eventuali rotture dei fili si propaghino lungo il telo, evitando quindi le smagliature.

Le specifiche standard per la combinazione maglia-filo considerata sono riportati nelle Tabelle A.1, A.2 e A.3.

Tabella A.1 – Tipologia standard della combinazione maglia-filo del telo di rete

Tipo	Dimensione maglia (mm)	Tolleranza	Ø filo (mm)
6 x 8	60	+16% / -4%	2,2/3,2
8 x 10	80	+16% / -4%	2,7/3,2

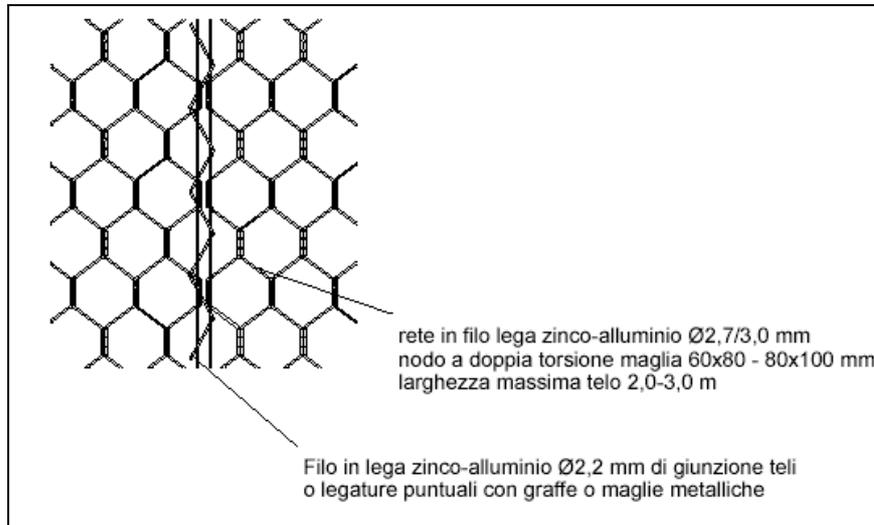
Tabella A.2– Tipologia standard dei diametri dei fili del telo di rete

Tipo	Ø filo maglia (mm)	Ø filo bordatura (mm)	Ø filo legatura (mm)
6 x 8	int. 2,2 – est. 3,2	int. 2,7 – est. 3,7	int. 2,2 – est. 3,2
8 x 10	int. 2,7 – est. 3,7	int. 3,4 – est. 4,4	int. 2,2 – est. 3,2

Tabella A.3– Tolleranze e rivestimenti del filo del telo di rete

	Filo della maglia	Filo di bordatura	Filo di legatura
Diametro del filo (mm)	2,2	2,7	3,4
Tolleranza del filo ( $\pm$ ) Ø mm	0,06	0,06	0,07
Minima quantità Galfan ( $\text{gr}/\text{m}^2$ )	230	245	265

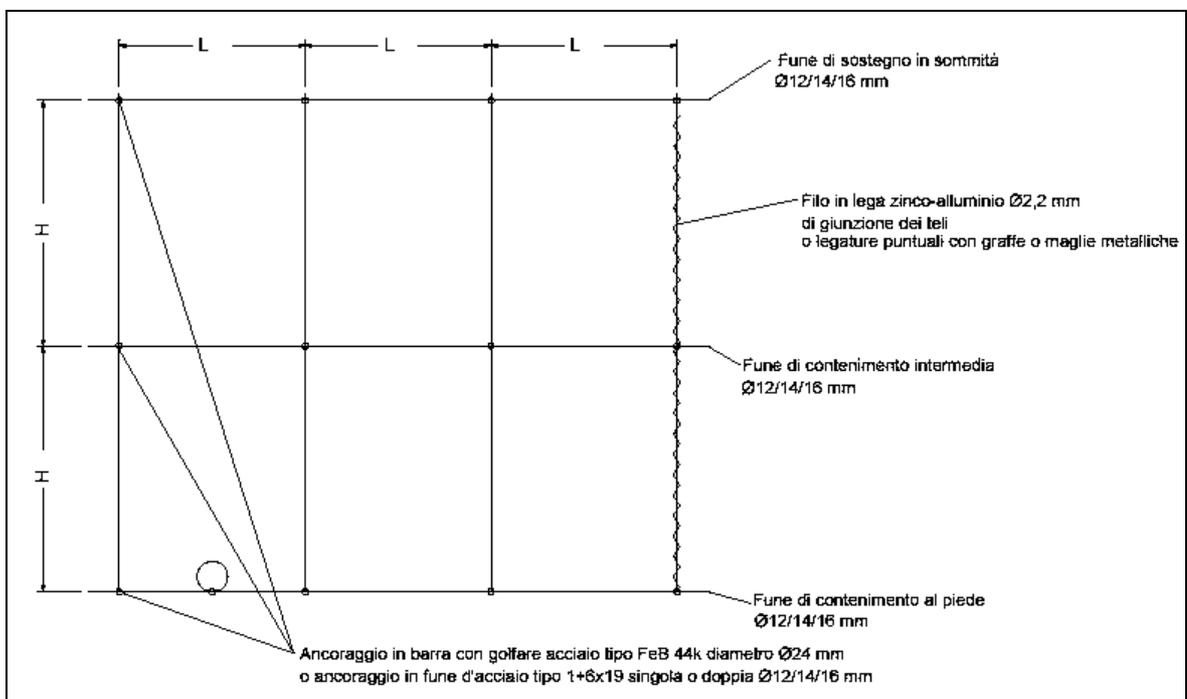
I singoli teli una volta stesi sono collegati in senso longitudinale uno all'altro tramite cucitura continua in filo d'acciaio avente le stesse caratteristiche di quello costituente la rete con diametro 2,2/3,2 mm o con punti metallici meccanizzati di diametro 3,0 mm (vedi Fig. A.3).



**Figura A.3 – Esempio di legatura dei teli di rete**

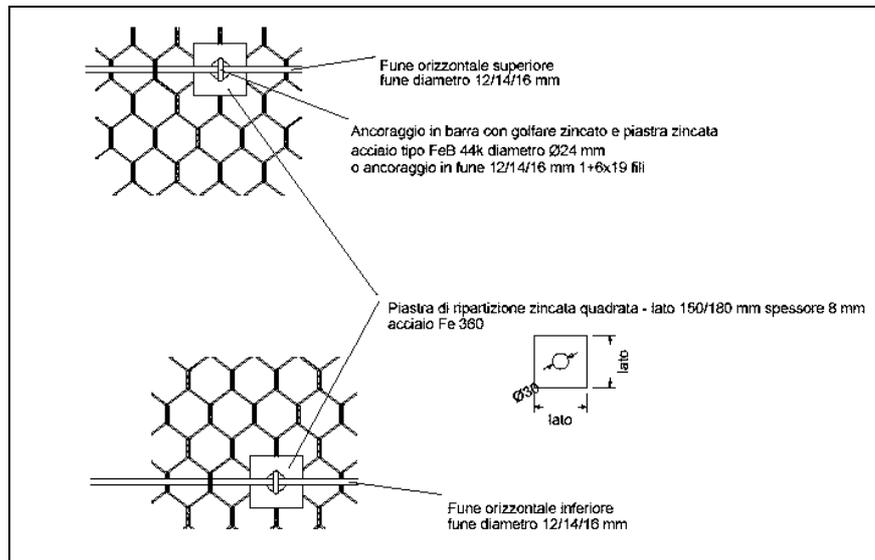
In corrispondenza del bordo superiore del pendio e al piede inferiore – eventualmente anche in posizione intermedia – sono poste le funi di orditura portanti, costituite da trefoli in fili di acciaio con diametro  $\varnothing$  12/14/16 mm e classe di resistenza pari a  $1770 \text{ N/mm}^2$  (vedi Figura A.4).

I teli di rete sono ripiegati sulle funi portanti per una lunghezza minima di 40 cm.



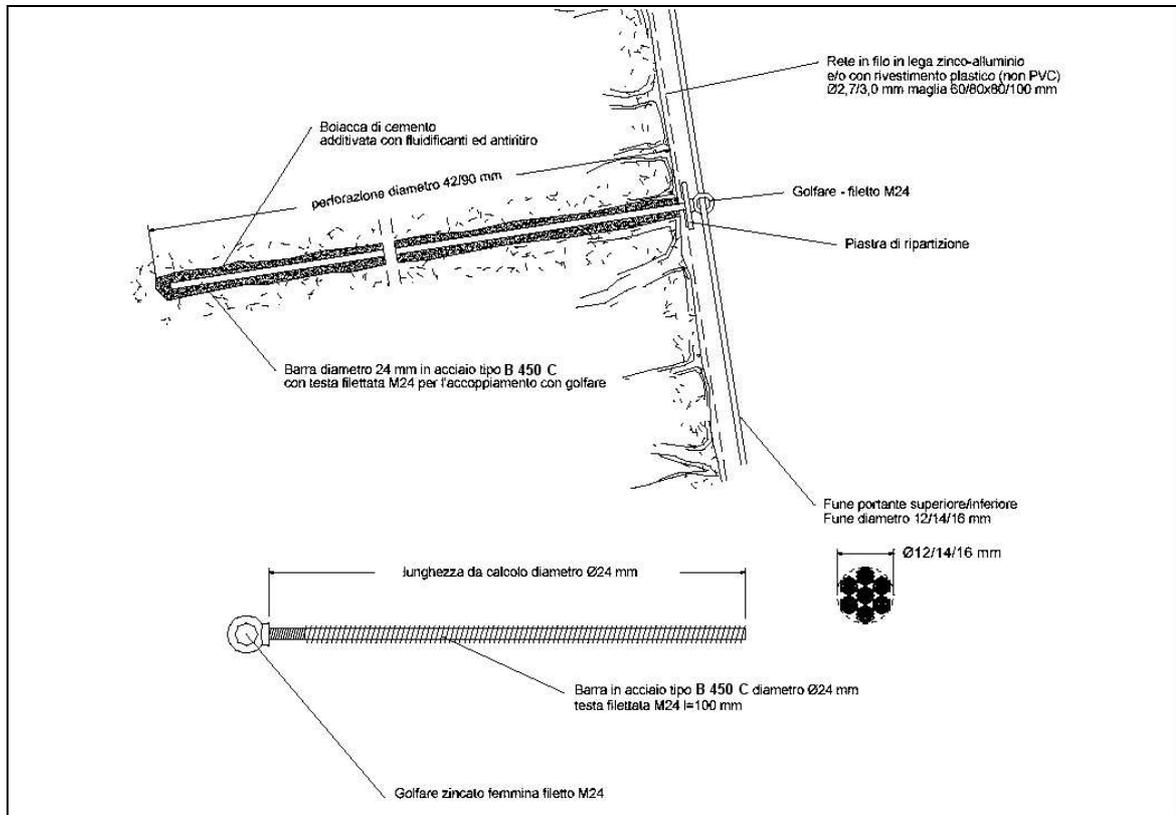
**Figura A.4 – Reticolo delle funi di orditura portanti**

L'ancoraggio è realizzato mediante chiodature, con interasse orizzontale sarà pari a  $i_o = 2 - 3 - 4$  m (in funzione della larghezza del telo di rete) ed interasse verticale  $i_v = 2-3-4-6$  m, in funzione dell'altezza del telo di rete.



**Figura A.5 – Schema dell'ancoraggio delle reti**

Le chiodature sono costituite da barre d'acciaio tipo B 450 C con diametro  $\varnothing 24$  mm, cementate per iniezione a pressione con boiaccia di cemento, in fori di diametro minimo  $\varnothing 120$  mm e lunghezza non inferiore a  $L = 3$  m (vedi Fig. A.6).



**Figura A.6 – Schema e caratteristiche delle chiodature**

Infine è posto in opera un reticolo di rinforzo con funi incrociate, realizzato con trefoli di acciaio con diametro  $\varnothing$  12/14 mm (vedi Fig. A.7), classe di resistenza pari a  $1770 \text{ N/mm}^2$ .

Il reticolo ha una forma romboidale con dimensioni L x H dove:

- l'interasse orizzontale L, pari 3 m, è funzione dell'interasse orizzontale delle chiodature di ancoraggio, che a loro volta sono funzione della larghezza del telo di rete;
- l'interasse verticale H potrebbe essere pari a 4 m (ma potrà variare in funzione delle reali caratteristiche morfologiche del pendio).

### A3 - TIPOLOGIE DI CHIODATURE PROFONDE DEL BANCO DI ARENARIE

Le chiodature saranno costituite da barre Ø 26 mm di acciaio tipo B 450 C, aventi lunghezza pari a  $L = 6$  m, che saranno collocate in fori Ø 120 mm.

### A4 - CARATTERISTICHE DEL MATERASSO TIPO “RENO”

#### A4.1 Materasso “tipo Reno”

Il materasso “tipo Reno” è una struttura realizzata con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale con caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI-EN 10223-3.

Il filo utilizzato nella produzione dei gabbioni dovrà essere in acciaio con lega di Zinco-Alluminio (Galfan) e ad esso dovrà essere applicato in aggiunta un rivestimento plasticato con spessore pari a 0,50 mm per consentire una maggiore protezione dalla corrosione durante l'utilizzo. Le specifiche standard della combinazione maglia-filo sono indicate nella tabella A.5.

**Tabella A.5 – Tipologia standard della combinazione maglia-filo del materasso**

Tipo	Dimensione maglia (mm)	Tolleranza	Ø filo (mm)
6 x 8	60	+16% / -4%	3.2

Al fine di irrobustire la struttura, tutti i bordi sono rinforzati con un filo avente un diametro maggiore (vedi Tabella A.6).

**Tabella A.6– Tolleranze e rivestimenti del filo del materasso**

	Filo della maglia	Filo di bordatura	Filo di legatura
Diametro del filo (mm)	2.7	3.4	2.2
Tolleranza del filo ( $\pm$ ) Ø mm	0.06	0.06	0.06
Minima quantità Galfan ( $\text{gr/m}^2$ )	245	265	230

I materassi sono divisi in celle uniformi mediante diaframmi interni posti ad interasse di 1 m (vedi Fig. A.7).

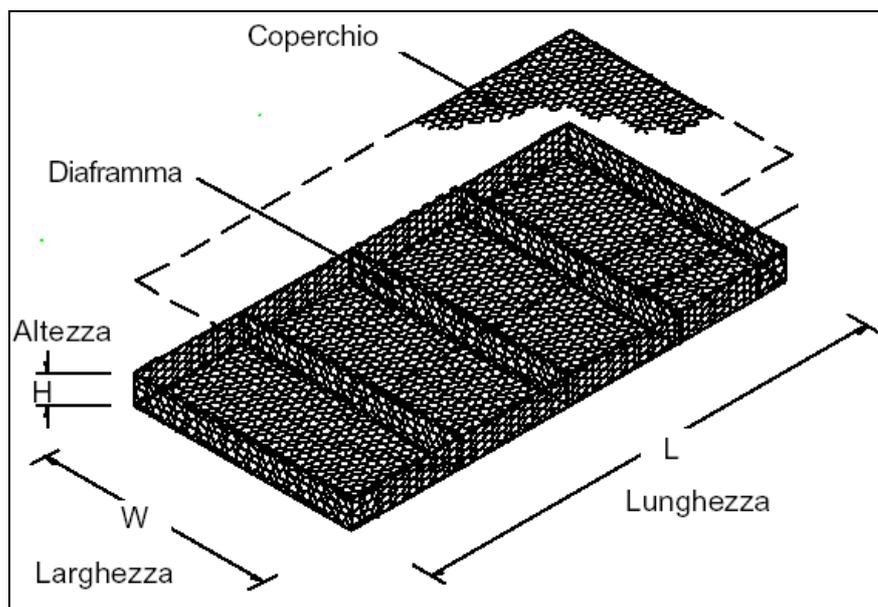


Figura A.7 – Schema materasso “tipo Reno”

Le dimensioni e le misure dei materassi “tipo Reno” sono mostrate in Tabella A.9.

Tabella A.7 – Dimensioni dei materassi Reno

L = Lunghezza (m)	W = Larghezza (m)	H = Altezza (m)	Tipo di maglia
3	2	0.17 - 0.23 - 0.30	6 x 8
4	2	0.17 - 0.23 - 0.30	6 x 8
5	2	0.17 - 0.23 - 0.30	6 x 8
6	2	0.17 - 0.23 - 0.30	6 x 8

Nel sommario delle quantità riportato nell’elaborato R6 è stato considerato un materasso avente dimensioni 3 x 2 x 0.3 m.

Le operazioni di legatura possono essere effettuate utilizzando punti metallici o filo di legatura con diametro 3,0 mm e carico di rottura 170 kg/mm<sup>2</sup>. Lo spazio fra i punti non deve eccedere i 200 mm (vedi schema di Fig. A.8).

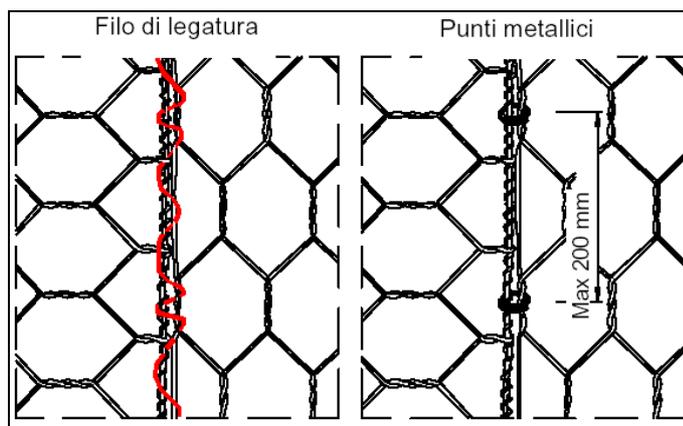


Figura A.8 – Schema tipologie di legatura I

Preliminarmente alla fase di posa in opera dei materassi, dovrà esserci una fase di preparazione della superficie di appoggio della mantellata, che prevede l'asportazione della coltre detritica, in modo da appoggiare i materassi sulle marne in posto.