

# COMUNE DI PALERMO

*Area Tecnica della Riqualificazione Urbana e delle Infrastrutture*

*Ufficio Infrastrutture – U.O. Infrastrutture per la viabilità e consolidamento delle pareti rocciose*

*INTERVENTI DI URGENZA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLE  
SCARPATE DI MONTE DEL LUNGOMARE C. COLOMBO, FRA  
L'ADDAURA E VERGINE MARIA, NEI TRATTI COMPRESI FRA I  
CIVICI N° 1062 E N° 1356 (zona "A") E FRA I CIVICI  
N° 1626 E N° 1824 (zona "B")*

## PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA:

R. 5

OGGETTO:

*Piano di manutenzione  
dell'opera e delle sue parti*

DATA: dicembre 2015  
AGG.:

SCALA 1: //

Il Progettista:

ing. Massimo Verga



Il R.U.P.

ing. Filippo Carcara



# **INDICE**

- 1 - OGGETTO**
- 2 - DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO**
- 3 - PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE**
  - 3.1 - Manuale d'uso**
  - 3.2 - Manuale di manutenzione**
    - 3.2.1 - Elenco dei corpi d'opera**
    - 3.2.2 - Reti di contenimento di elementi lapidei con pannelli con filo a doppia torsione**
    - 3.2.3 – Funi di imbracatura**
    - 3.2.4 – Tiranti**
    - 3.2.5 – Sottomurazioni**
    - 3.2.6– Georeti tridimensionali di rinforzo delle scarpate rocciose**
- 4 - PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE E PIANO DI MONITORAGGIO**
  - 4.1 – Programma degli interventi di manutenzione**
  - 4.2 - Piano di monitoraggio**

## 1 - OGGETTO

Il presente elaborato costituisce il Piano di Manutenzione delle opere previste nel *"Progetto esecutivo dell'intervento urgente di consolidamento per la messa in sicurezza delle scarpate di monte del tratto centrale del Lungomare C. Colombo, fra l'Addaura e Vergine Maria, nei tratti compresi fra i civici n° 1062 e 1356 (zona "A") e fra i civici n° 1626 e 1824, limitrofo alla zona "B")* nel Comune di Palermo.

Nel seguito si descrivono sinteticamente le opere previste in progetto, rinviando per i dettagli ad altri elaborati; si presenta, quindi, il piano di manutenzione di ciascuna opera e, infine, si illustra il programma dei controlli e degli interventi.

## 2 - DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO

Gli interventi di consolidamento delle scarpate rocciose in oggetto consistono in interventi di tipo attivo che consentono di prevenire il possibile crollo di elementi rocciosi, bloccando eventuali fenomeni di scivolamento e/o ribaltamento direttamente sulla scarpata, mediante sistemi di reti metalliche, funi e chiodature per l'imbracaggio in posto dei blocchi instabili.

Per tale tipo di intervento sono utilizzabili due diverse soluzioni, una definibile di tipo esteso, nei casi di ampie superfici che presentano diffuse condizioni d'instabilità, ed una di tipo puntuale, laddove gli elementi lapidei instabili sono fra loro distanziati.

Nel primo caso saranno utilizzate reti a fune metallica e nel secondo imbracaggi con singole funi d'acciaio e chiodature alla roccia integra.

Gli interventi di tipo attivo si articoleranno essenzialmente in:

- interventi di pulizia di pareti rocciose e disaggio controllato di elementi lapidei instabili ( $V < 0,01$  mc), raccolta ed allontanamento del materiale;
- frantumazione in parete di elementi minuti di roccia di volume superiore a  $0,01$  mc, raccolta ed allontanamento del materiale;
- imbracaggi di singoli massi ( $V > 0,01$  mc) con funi in trefoli d'acciaio ad alta resistenza ancorate con barre d'acciaio ad aderenza migliorata ed alta resistenza e/o tiranti del tipo "a bulbo iniettato", o placcaggio diretto del masso;
- rete metallica semplice e/o rinforzata ad alta resistenza, fissata con funi in trefoli di acciaio e barre di acciaio;
- georeti tridimensionali predisposte per la semina, accoppiate a sovrastanti reti metalliche;
- sottomurazioni di blocchi instabili con cls e tiranti di acciaio.

Gli interventi dovranno essere eseguiti da personale esperto e qualificato, munito delle opportune attrezzature per operare in sicurezza sulle pareti della scarpata.

Al fine di garantire **la durabilità nel tempo degli interventi di consolidamento**,

occorre ostacolare i **fenomeni di corrosione** delle parti metalliche degli interventi medesimi; di conseguenza, in progetto sono stati previsti gli accorgimenti appresso indicati:

- **tutti gli elementi metallici esterni**, quali i pannelli di reti di acciaio ad alta resistenza, le asole di passaggio delle funi di imbracatura, le funi medesime, le testate dei tiranti, costituite da manicotti con golfari (ancoraggi di pannelli e funi) o da piastre in acciaio (tiranti di placcaggio diretto), saranno zincati e/o trattati con prodotti anticorrosione;
- **i tiranti di imbracatura** delle funi di acciaio e di placcaggio diretto con armatura in barre in acciaio ad alta resistenza saranno del tipo "con doppia protezione nei riguardi della corrosione", provviste di guaina in materiale plastico, "liscia" in corrispondenza della zona di ancoraggio libero e "corrugata" in corrispondenza della fondazione o "bulbo";
- anche **le barre di armatura degli ancoraggi dei pannelli di rete ad alta resistenza** saranno corredate di una guaina corrugata in materiale plastico per l'intera lunghezza.

### **3 – PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE**

#### **3.1. - Manuale d'uso**

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti dell'opera ed è finalizzato alla valutazione della necessità di interventi utili per la conservazione dell'intervento.

Esso contiene le informazioni necessarie per permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del bene nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un uso improprio e consentire l'esecuzione di tutte le operazioni atte alla sua conservazione e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo desunti da controlli e verifiche.

Per ciascuna delle componenti sono riportate pertanto le informazioni necessarie per una conoscenza dell'opera che ne permetta un uso corretto, evitando quindi un degrado anticipato rispetto al ciclo di vita utile previsto e permettere all'Amministrazione Comunale il controllo della funzionalità dell'opera nel tempo e limitare, per quanto più possibile, i danni derivanti dalla normale usura degli elementi costitutivi dell'intervento o da eventi eccezionali quali manifestazioni meteoriche di eccezionale intensità e durata localizzate nel sito d'intervento.

Per le finalità sopra elencate il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione delle parti d'opera nel contesto dell'intervento in progetto;
- b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione;
- d) le modalità di uso corretto.

Nel seguito, con riferimento alle principali caratteristiche dell'intervento, si richiamano in particolare gli aspetti del funzionamento derivanti dai dispositivi introdotti per assicurare la stabilità dei blocchi removibili presenti sulle pareti e scarpate rocciose.

Nelle pareti e scarpate rocciose possono verificarsi instabilità di blocchi singoli o

diffusi derivanti da due fondamentali tipologie di rottura, cinematicamente ammissibili: lo scivolamento (sliding) di blocchi lungo superficie di discontinuità inclinate a franapoggio (plane failure e wedge failure) e, meno frequentemente, il toppling, reso cinematicamente possibile dalle discontinuità verticali e da quelle sub-orizzontali.

Per riportare i coefficienti di sicurezza a valori compatibili con quelli prescritti dal D.M. 11/3/88 è prevista la realizzazione di interventi di stabilizzazione su singoli blocchi già disarticolati dall'ammasso e su porzioni di parete localizzate.

I calcoli, sviluppati per valutare le forze da applicare per ottenere valori del coefficiente di sicurezza almeno pari a 1,3, hanno fornito le intensità delle forze da applicare alla parete per assicurarne la stabilità.

Tali forze saranno applicate con reti metalliche semplici o rinforzate con funi e con pannelli di rete a fune ancorate alla parete con ancoraggi uniformemente distribuiti a interasse variabile in funzione del grado di fratturazione della roccia e dell'intensità della forza da applicare (intervento diffuso) o tramite l'imbracaggio di massi con funi in trefoli d'acciaio ancorate alla roccia con chiodature d'acciaio (intervento localizzato).

#### Reti metalliche semplici e rinforzate

Le cause principali che richiedono interventi di manutenzione di reti metalliche semplici e rinforzate sono da attribuire principalmente alla diminuzione dell'integrità della rete a doppia torsione e delle funi metalliche, quest'ultima in relazione alla loro continuità meccanica ed al grado di tesatura, ed alla riduzione delle coppie di serraggio dei morsetti del sistema di collegamento delle funi alle chiodature di ancoraggio.

La rete metallica semplice e/o rinforzata è a doppia torsione, a maglia esagonale tipo 8 x 10, realizzata secondo la normativa UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche ed UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, con carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> ed allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 3 mm, galvanizzato con lega eutettica di zinco - alluminio (5%) - cerio - lantanio conforme alla EN 10244 - Classe A con un quantitativo non inferiore a 255 g/mm<sup>2</sup>.

La rete è fissata alla sommità ed al piede della parete rocciosa, con funi perimetrali in trefoli d'acciaio zincato del diametro  $\phi$  16 mm, sostenute da ancoraggi in barre d'acciaio zincato ad aderenza migliorata del diametro  $\phi$  12 mm (rete semplice) e 18 e 24 mm (solo per gli ancoraggi intermedi) (rete rinforzata) e lunghezza di circa 1,00 m (rete semplice) e 2,50 m (rete rinforzata), inseriti nella roccia con iniezione di boiaccia di cemento additivato con antiritiro in fori del diametro  $\phi_{\min} = 45$  mm.

Le funi d'acciaio zincato (norme UNI ISO 10264-2, UNI ISO 2408) saranno ad anima tessile con resistenza nominale dei fili elementari di acciaio non inferiore a 1770 N/mm<sup>2</sup>.

I teli di rete sono sovrapposti per almeno 20 cm e collegati tra di loro con idonee cuciture eseguite a mezzo di speciali anelli in acciaio (punti metallici meccanizzati) aventi

anima del diametro  $\phi$  di 6 mm, carico di rottura minimo pari a 1700 kN/mm<sup>2</sup> e disposte con frequenza media di uno ogni 20 cm.

Le funi metalliche di sostegno dei teli di rete sono fissate alla roccia con ancoraggi passanti per i golfari ad occhiello circolare; in tali punti di passaggio le funi saranno fissate con spezzoni di fune di uguale diametro disposti a cavallo del golfaro e fissato con morsetti.

#### Imbracaggio di massi instabili con funi metalliche e chiodature di ancoraggio

Le cause principali che richiedono interventi di manutenzione degli imbracaggi in parete di massi instabili con funi metalliche e chiodature di ancoraggio alla roccia integra sono da attribuire principalmente alla riduzione dell'integrità delle funi metalliche, in relazione alla loro continuità meccanica ed al loro grado di tesatura, alla diminuzione delle coppie di serraggio dei morsetti del sistema di collegamento delle funi agli ancoraggi, a causa del distacco di elementi lapidei dalle pareti rocciose o per deterioramento naturale degli elementi metallici.

L'imbracaggio di singoli blocchi di roccia instabile è previsto con funi in trefoli ed anima d'acciaio del diametro  $\phi$  16 mm, con carico di rottura pari a 150 kN, e di lunghezza variabile, ancorate alla roccia con chiodature in barre d'acciaio ad aderenza migliorata del diametro  $\phi$  20 mm, con carico di rottura pari a 150 kN, di lunghezza non inferiore a 3 - 4 m e, in ogni caso, tale da assicurare l'immorsamento nella roccia integra, superando lo strato di roccia corticale instabile; le chiodature sono inserite nella roccia con iniezioni di miscela cementizia additivata con antiritiro in fori del diametro  $\phi_{\min} = 45$  mm.

#### Sottomurazioni di blocchi instabili con cls

Si prevede la realizzazione di sottomurazioni di blocchi lapidei in condizioni di stabilità precaria per effetto di scalzamento del terreno/roccia alla base, specie per effetto del dilavamento delle piogge.

La sottomurazione sarà realizzata con cls debolmente armato con reti elettrosaldate e/o spezzoni di acciaio, previa pulizia della base e sua livellatura con miscela autolivellante. Occorre assicurare un adeguato copriferro anche riguardo al degrado provocato da effetti meccanici dell'impatto di blocchi rocciosi.

La miscela autolivellante, da impiegare a impiegare esclusivamente per riempimento di cavità confinate, dovrà essere a resistenza controllata e confezionata con 1 mc di sabbia, cemento tipo 325 con dosatura non inferiore a 60 kg per metro cubo di impasto, con additivo aerante nella misura di 1 lt/mc, avente resistenza caratteristica a 28 gg. non inferiore a 1.5 MPa (15 kg/cmq).

Le casseforme da utilizzare sono quelle per getti di conglomerati semplici o armati, di qualsiasi forma e dimensione, escluse le strutture intelaiate in c.a. e le strutture speciali, realizzate o con legname o con pannelli in lamiera monolitica di acciaio rinforzati,

di idoneo spessore, compresi piantane (o travi), morsetti a ganascia, morsetti tendifilo e tenditori, cunei e bloccaggio etc..

Per la realizzazione di drenaggi potranno essere inseriti nel getto delle sottomurazioni spezzoni di tubazione in pvc del diametro di 100 mm, da disporre prima del getto di cls entro le sagomature realizzate nella rete elettrosaldada di armatura.

La sottomurazione potrà essere, ove ritenuto necessario, tirantata con tiranti di acciaio del tipo a "bulbo iniettato".

### Georeti tridimensionali

Si tratta di "geocompositi" da utilizzare in genere per il rinforzo e stabilizzazione, il drenaggio e la filtrazione di acque in scarpate rocciose, costituiti da geogriglie formate da diverse tipologie di fibre e, nel caso in particolare, le georeti tridimensionali formate da filamenti intrecciati o aggrovigliati e/o saldati nei punti di contatto in modo da generare una struttura tridimensionale, da utilizzare per la protezione e la stabilizzazione di scarpate e facilitare la germinazione di piante anche su pendii ripidi; geocompositi drenanti con azione di drenaggio, filtrazione delle acque e separazione da altre opere rigide; geotessili tessuti con funzione prevalente di rinforzo e non tessuti con funzione prevalente di separazione, filtrazione e protezione meccanica per applicazioni geotecniche ed idrauliche.

Le georeti tridimensionali sono predisposte per la semina di sementi miste di specie erbacee autoctone e saranno accoppiate a sovrastanti reti metalliche.

## **3.2 - MANUALE DI MANUTENZIONE**

Il manuale di manutenzione fornisce, in relazione alle diverse parti o unità componenti, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione.

Esso contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
- d) il livello minimo delle prestazioni;
- e) le anomalie riscontrabili;
- f) le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
- g) le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.

### **3.2.1 Elenco dei corpi d'opera**

Sulla base di quanto illustrato al precedente capitolo 2, i corpi d'opera sono i seguenti:

- reti di acciaio a doppia torsione armate con funi metalliche, fissate alla roccia mediante chiodi con armatura in barre di acciaio, cementati per l'intera lunghezza;
- funi di acciaio di imbracatura;
- tiranti del tipo "a bulbo iniettato", con armatura costituita da barre in acciaio ad alta resistenza (di ancoraggio di pannelli di funi e di singolfuni di imbracatura; di placcaggio diretto di massi e di

sottomurazioni in c.a.) o da funi spiriodali (fondazione dei controventi delle reti di contenimento elementi lapidei non radicati su pendio);

- sottomurazioni in c.a.;
- georeti tridimensionali.

### **3.2.2 Reti metalliche di contenimento costituite di pannelli con filo a doppia torsione**

#### **3.2.2.1 Anomalie riscontrabili**

- ossidazione delle reti e delle funi di acciaio;
- "*detensionamento*" delle funi di armatura dei pannelli di rete a doppia torsione per fenomeni di "*creep*" nell'acciaio o per la dilatazione termica del materiale;
- accumulo di materiale a tergo dei pannelli;
- sfilamento dei chiodi di fissaggio (pannelli di reti) o dei tiranti di ancoraggio (pannelli di funi) per la spinta esercitata dal materiale accumulato a tergo dei pannelli;
- ossidazione dei golfari di collegamento dei pannelli ai chiodi di ancoraggio.

#### **3.2.2.2 Controlli**

I controlli sono visivi, ma devono essere effettuati operando in parete, con metodi di progressione su corda e, quindi, da rocciatori specializzati.

#### **3.2.2.3 Manutenzioni eseguibili**

- pulitura delle parti ossidate e relativo trattamento con sostanze antiossidanti, se i fenomeni di corrosione non ne hanno compromesso la funzionalità;
- sostituzione degli elementi interessati da processi di ossidazione irreversibili che ne compromettono la funzionalità;
- eliminazione del materiale accumulato a tergo dei pannelli, mediante il distacco del pannello, che va successivamente riposizionato;
- ritensionamento mediante "*tendicavi*" delle funi allentate di armatura dei pannelli di rete a doppia torsione;
- realizzazione di nuovi chiodi di fissaggio (pannelli di reti) o tiranti di ancoraggio (pannelli di funi) in sostituzione di quelli sfilati.

Tutte le lavorazioni innanzi indicate devono essere eseguite operando in cordata, da personale specializzato.

### **3.2.3 Funi di acciaio di imbracatura**

#### **3.2.3.1 Anomalie riscontrabili**

- ossidazione delle funi di acciaio;
- "*detensionamento*" delle funi per fenomeni di "*creep*" nell'acciaio o per la dilatazione termica del materiale.

#### **3.2.3.2 Controlli**

I controlli sono visivi, ma devono essere effettuati operando in parete, con metodi di progressione su corda e, quindi, da rocciatori specializzati.

#### **3.2.3.3 Manutenzioni eseguibili**

- eliminazione del materiale ossidato e trattamento delle funi con sostanze antiossidanti, se i fenomeni di corrosione non ne hanno compromesso la funzionalità;
- sostituzione delle funi interessate da processi di ossidazione irreversibili, che ne hanno compromesso la resistenza strutturale;
- "*ritensionamento*" mediante "*tendicavi*" delle funi allentate.

Tutte le lavorazioni innanzi indicate devono essere eseguite operando in cordata, da personale specializzato.

### **3.2.4 Tiranti**

#### **3.2.4.1 Anomalie riscontrabili**

- ossidazione dell'armatura metallica e/o degli elementi di testata;
- rilassamento tensionale per problemi di "*creep*" nell'acciaio e/o nella miscela di iniezione e/o nella roccia;
- rottura dei manicotti esterni con il golfare, per l'impatto di massi.

#### **3.2.4.2 Controlli**

Poiché tutti i tiranti sono del tipo "*a doppia protezione nei confronti della corrosione*", ossia sono dotati di guaine in materiale plastico di protezione dell'armatura metallica, i fenomeni di corrosione tendono a svilupparsi a partire dalle testate. Di conseguenza sono maggiormente a rischio i tiranti con testate esterne, ossia quelli provvisti di golfare per l'alloggiamento delle funi perimetrali dei



pannelli o di imbracatura dei blocchi lapidei; quelli di placcaggio diretto o di ancoraggio delle sottomurazioni in c.a. hanno, infatti, le piastre di estremità protette da calcestruzzo. Inoltre il danneggiamento meccanico può riguardare proprio i golfari esterni dei tiranti di ancoraggio di funi innanzi indicate.

Ne segue che maggiori controlli dovranno essere effettuati in corrispondenza dei tiranti di ancoraggio di funi e/o di pannelli di funi. I controlli saranno sia visivi (comunque da effettuare con metodi di progressione su corda), sia eseguiti attraverso prove sperimentali di sfilamento, del medesimo tipo illustrato al paragrafo 3.2.2.

#### **3.2.4.3 Manutenzioni eseguibili**

- pulitura dei golfari ossidati e relativo trattamento con sostanze antiossidanti, se i fenomeni di corrosione non ne hanno compromesso la funzionalità;
- sostituzione dei golfari interessati da processi di ossidazione irreversibili;
- realizzazione di nuovi tiranti in sostituzione di quelli compromessi, sulla base dei risultati delle prove di sfilamento.

### **3.2.5 Sottomurazioni in c.a.**

#### **3.2.5.1 Anomalie riscontrabili**

- fessurazioni: degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti;
- lesioni: si manifestano con l'interruzione della struttura portante. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo;
- esposizione dei ferri di armatura: distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici;
- erosione superficiale: asportazione di materiale dalla superficie causata da processi di varia natura o dall'impatto di massi;
- scheggiature: distacco di piccole parti di materiale lungo i bordi e gli spigoli;
- efflorescenze: formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie esterna. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può avvenire all'interno del calcestruzzo, provocando il distacco di parti superficiali della sottomurazione.

#### **3.2.5.2 Controlli**

Occorre controllare l'integrità della struttura individuando la presenza di eventuali anomalie quali fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro ed esposizione dei ferri di armatura a processi di corrosione.

Occorre, inoltre, verificare lo stato del calcestruzzo, controllandone l'eventuale degrado provocato da processi di carbonatazione e/o dagli effetti meccanici dell'impatto di blocchi rocciosi.

#### **3.2.5.3 Manutenzioni eseguibili**

In presenza di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorre effettuare accurati accertamenti, per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati che possano individuare la causa del dissesto e valutare gli effetti sulla stabilità strutturale. Occorre, quindi, procedere al consolidamento a seconda del tipo dei dissesti riscontrati:

- pulitura delle superfici: pulizia delle superfici mediante lavaggio con acqua ad alta pressione;
- rimozione delle parti in fase di sfaldamento: eliminazione delle zone ammalorate, trattamento dei ferri con convertitori di ruggine, successivo ripristino del copriferro con malte a base di resine;
- trattamento di consolidamento: intervento di consolidamento strutturale profondo o superficiale mediante prodotti idonei in relazione ai problemi riscontrati;
- ripresa di fessurazioni e lesioni: ripresa puntuale di fessurazioni, lesioni e rigonfiamenti localizzati sul paramento esterno.

### **3.2.6 Georeti e geocompositi di rinforzo di scarpate rocciose**

I "geocompositi" da utilizzare per il rinforzo e stabilizzazione, il drenaggio e la filtrazione di acque in scarpate rocciose, sono di varie tipologie, costituiti da geogriglie formate da diverse tipologie di fibre. Nel nostro caso si tratta di georeti tridimensionali formate da filamenti intrecciati o aggrovigliati e/o saldati nei punti di contatto in modo da generare una struttura tridimensionale, da utilizzare per la protezione e la stabilizzazione di scarpate e facilitare la germinazione di piante anche su pendii ripidi.

Ogni fornitura di questi materiali dovrà essere documentata da una dichiarazione di conformità secondo le modalità previste dalle specifiche norme EN.

Il "geocomposito" dovrà essere fornito in rotoli, in conformità a quanto previsto dalle norme ed ogni rotolo dovrà essere provvisto di etichetta indicante il nome del prodotto, le dimensioni, la data di produzione ed il codice di produzione.

### **3.2.6.1 Anomalie riscontrabili e controlli**

Le opere di manutenzione di queste opere consistono essenzialmente nella verifica del loro stato in termini di regolare aderenza alle pareti e della loro integrità, dell'assenza di fori veri e propri o di zone ammalorate in procinto di rompersi per sopravvenute sforzi di trazione in genere longitudinali superiori a quelli generalmente ammissibili dalle specifiche strutture in relazione alla loro tipologia, dimensionamento e composizione .

Le georeti dovranno essere verificate anche rispetto alla protezione contro i raggi U.V., che potrebbero provocare putrescibilità, specie in presenza di acqua.

Particolare attenzione va posta in corrispondenza dei sormonti e delle sovrapposizioni e degli ancoraggi al terreno e la verifica dello stato dei tondini in acciaio nonché la verifica, in cima alle scarpate da rivestire delle trincee nelle quali sono ancorate i rotoli di geocompositi per mezzo di picchetti metallici, e la verifica del normale riempimento della stessa con terreno.

### **3.2.6.2 Manutenzioni eseguibili**

Occorre quindi procedere ai seguenti possibili interventi di manutenzione.

- pulitura delle parti ossidate e relativo trattamento con sostanze antiossidanti, se i fenomeni di corrosione non ne hanno compromesso la funzionalità;
- sostituzione degli elementi interessati da processi di ossidazione irreversibili che ne compromettono la funzionalità;
- eliminazione di eventuale materiale accumulatosi alla base delle reti, mediante il distacco di posizione di rete, che va successivamente riposizionato;
- realizzazione di nuovi chiodi di fissaggio dei geocompositi in sostituzione di quelli sfilati.

Infine, riguardo i trattamenti di rinaturalizzazione di scarpate con lo spargimento omogeneo di una apposita miscela di sementi di specie erbacee perenni, appartenenti alla flora endemica del territorio, occorre verificare la copertura vegetale e la presenza percentuale di superficie di semina, l'eventuale necessità di concimi e collanti naturali con l'utilizzo di mezzi meccanici o eventuale semina a mano della necessità, entro e non oltre i successivi 24 mesi dalla prima semina, delle eventuali risemie e concimazioni .

## **4 - PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE E PIANO DI MONITORAGGIO**

### **4.1 - Programma degli interventi di manutenzione**

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controllo e di interventi da eseguire, con cadenze prefissate, al fine di una corretta gestione dell'opera di consolidamento e delle sue parti nel corso degli anni. Esso si articola secondo i tre seguenti sottoprogrammi:

- a) il sottoprogramma delle prestazioni che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
- b) il sottoprogramma dei controlli che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- c) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

Gli aspetti fondamentali per il buon funzionamento degli interventi consistono

essenzialmente nell'integrità della rete a doppia torsione, nella continuità meccanica delle funi e nel corretto collegamento delle funi ai chiodi di ancoraggio.

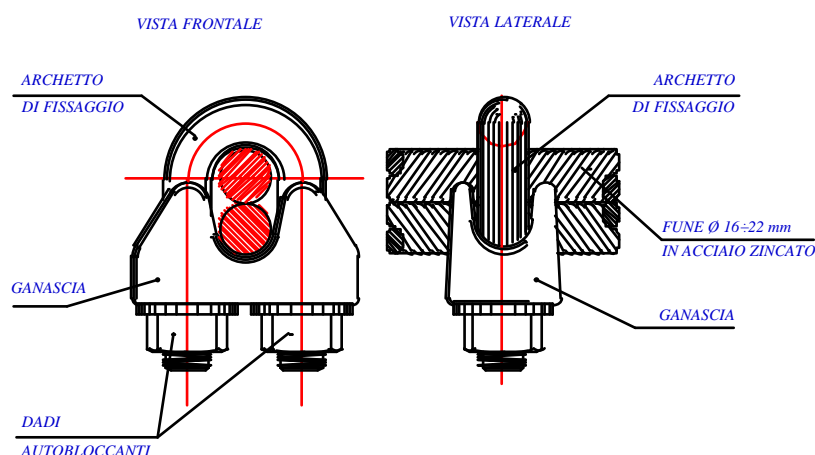
Sono questi, peraltro, i punti dell'intervento che, sebbene di ridotta vulnerabilità, dovranno essere sistematicamente controllati almeno una volta l'anno e sui quali, in presenza di mal funzionamenti o di anomalie, dovrà procedersi ad operazioni di manutenzione o di sostituzione.

Inoltre, a seguito di eventi meteorici di eccezionale intensità e durata associati a violente e ripetute scariche elettriche (fulmini) localizzate sulle pareti, dovrà essere eseguito un controllo sistematico della continuità della rete metallica, delle funi e delle coppie di serraggio e dei morsetti.

Le funi non dovranno presentare smagliature dei fili componenti; le reti dovranno essere continue e i punti o i lati di congiunzione dovranno presentarsi integri; i morsetti, di cui si rappresenta in figura un prototipo, dovranno mantenere le coppie di serraggio previste di seguito riportate.

Diametro fune  $\phi$  16 mm - coppia di serraggio = 49 N m

Diametro fune  $\phi$  22 mm - coppia di serraggio = 107 N m



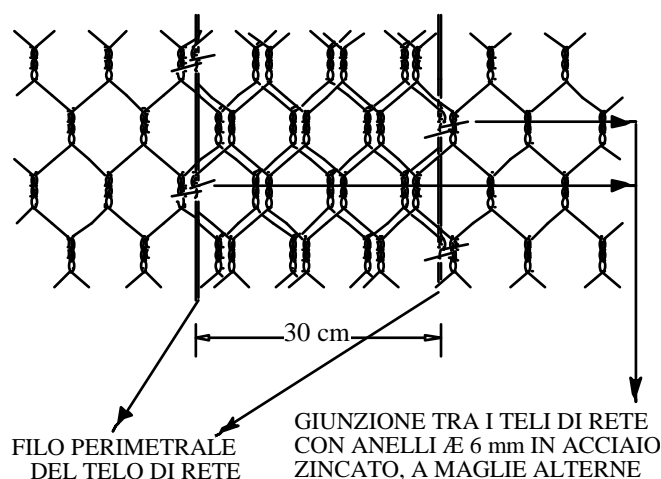
Tutti i controlli di cui sopra potranno essere eseguiti direttamente dall'utente; alcune manutenzioni potranno essere eseguite dall'utente mentre altre dovranno essere eseguite a cura di personale specializzato.

Fra le **manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente** rientra il controllo e la sistemazione dei morsetti effettuabile con l'ausilio di una semplice chiave dinamometrica.

Fra le **manutenzioni eseguibili a cura di personale specializzato** ricade la manutenzione e la riparazione di eventuali lesioni della reti e delle funi con eventuali sostituzioni di parti.

Nel caso di rete danneggiata, dopo aver scollegato le funi dagli ancoraggi e aver liberato la porzione di parete ricoperta dalla rete da sostituire, si procederà al taglio di questa per almeno 20 cm all'esterno della porzione ammalorata.

Sulla restante parte dovrà essere sovrapposta una rete metallica a doppia torsione collegata alla precedente in corrispondenza dei due bordi di ciascuna zona di



sovrapposizione.

Il collegamento dovrà essere assicurato a mezzo di anelli in acciaio aventi anima del diametro  $\phi = 6$  mm, carico di rottura minimo pari a  $1700 \text{ kN/mm}^2$  e disposti con frequenza media di uno ogni 20 cm su ciascun bordo.

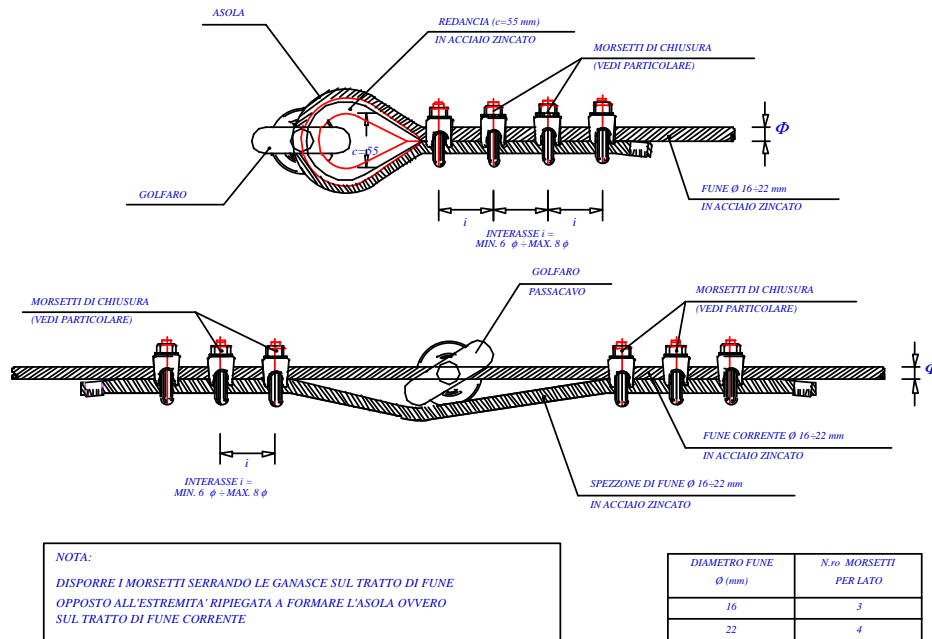
In presenza di instabilità in atto difficilmente controllabili la nuova rete verrà sovrapposta direttamente a quella preesistente senza asportarla.

Nelle zone di sovrapposizione il nuovo telo dovrà sormontare i teli preesistenti integri per una larghezza non inferiore a 35 cm.

Si procederà quindi a ricollegare le funi alla rete e agli ancoraggi secondo le modalità rappresentate in figura.

Una procedura analoga andrà realizzata in presenza di funi sfilacciate o con fili elementari rotti.

In questo caso la fune ammalorata dovrà essere tagliata con disco e la continuità meccanica verrà garantita da una nuova fune che si sovrapporrà a quella preesistente per almeno  $60 \div 80$  cm per estremità e verrà collegata alla fune preesistente con un numero di morsetti pari a 4 o 5 per lato rispettivamente per diametro di 16 e 22 mm.



In sintesi per **le reti metalliche semplici e rinforzate** si ha:

*Sottoprogramma delle prestazioni*

**PRESTAZIONI RICHIESTE:** Funzionalità per il contenimento di pareti e scarpate rocciose fratturate

**CICLO DI VITA UTILE:** 10 anni

*Sottoprogramma dei controlli*

**VERIFICA E CONTROLLI**

**PERIODICITA'**

|   |        |
|---|--------|
| Verifica dell'integrità delle funi metalliche   | 1 anno |
| Verifica del serraggio dei morsetti del sistema di collegamento delle funi agli ancoraggi | 1 anno |
| Controllo dell'integrità degli ancoraggi  | 1 anno |
| Verifica dell'integrità della rete metallica  | 1 anno |
| Controllo della presenza di elementi lapidei distaccatisi dall'ammasso roccioso           | 2 anni |
| Controllo dell'efficienza generale  | 5 anni |

| INTERVENTI DI MANUTENZIONE  | PERIODICITA'         |
|---|----------------------|
| Ripristino dell'integrità delle funi metalliche   | Secondo la necessità |
| Serraggio dei morsetti del sistema di ancoraggio  | 1-2 anni             |
| Ripristino dell'integrità degli ancoraggi   | Secondo la necessità |
| Rinforzo di reti e/o funi con eventuale sostituzione di parti di rete e/o pannelli ammalorati | Secondo la necessità |

|  |  |
|--|--|
| Apertura della rete e svuotamento controllato di elementi lapidei di dimensioni significative e loro trasporto a discarica | Secondo la necessità e, comunque, almeno ogni 2 anni |
|--|--|

In sintesi per **le funi metalliche e le chiodature di ancoraggio per l'imbracaggio di massi instabili** si ha:

*Sottoprogramma delle prestazioni*

| PRESTAZIONI RICHIESTE  | CICLO DI VITA UTILE |
|--|---------------------|
| Funzionalità per il contenimento di massi in condizioni di instabilità | 10 anni             |

*Sottoprogramma dei controlli*

| VERIFICHE E CONTROLLI  | PERIODICITA' |
|--|--------------|
| Verifica dell'integrità delle funi metalliche                          | 1 anno       |
| Verifica del grado di serraggio dei morsetti del sistema di ancoraggio | 1 anno       |
| Controllo dell'integrità degli ancoraggi                               | 1 anno       |
| Controllo di eventuali fratturazioni del masso imbracato               | 2 anni       |
| Controllo dell'efficienza generale                                     | 5 anni       |

*Sottoprogramma degli interventi di manutenzione*

| INTERVENTI DI MANUTENZIONE   | PERIODICITA'         |
|--|----------------------|
| Ripristino dell'integrità delle funi metalliche                      | Secondo la necessità |
| Serraggio dei morsetti del sistema di ancoraggio                     | 1 - 2 anni           |
| Ripristino dell'integrità degli ancoraggi                            | Secondo la necessità |
| Ripristino della rete metallica                                      | Secondo la necessità |
| Cementazione di eventuali fessure formati nel blocco imbracato       | Secondo la necessità |
| Rinforzo di funi con eventuale sostituzione in caso di ammaloramento | Secondo le necessità |

#### 4.2 – Piano di monitoraggio

Si riporta di seguito il programma temporale del piano di monitoraggio degli interventi di manutenzione da eseguire.

**Ogni due anni** a partire dalla data del completamento degli interventi e, comunque, in corrispondenza di eventuali crolli, un ingegnere esperto in Geotecnica dovrà effettuare i controlli appresso indicati:

- ispezione, anche con tecniche di progressione su corda, delle scarpate rocciose in esame e verifica lungo le verticali osservate:

1. delle condizioni di stabilità della roccia, con particolare riferimento ai blocchi lapidei non interessati dagli interventi di consolidamento;

2. della integrità dei pannelli di rete a doppia torsione e di funi di acciaio;
3. della integrità e dello stato di "tensionamento" delle funi di acciaio;
4. dell'eventuale allentamento dei manicotti con golfare dei tiranti di imbracatura;
5. del grado di ossidazione delle parti esterne dei tiranti;
6. delle condizioni generali di stabilità delle scarpate rocciose.

Al termine dell'ispezione dovrà essere redatto un apposito elaborato, contenente:

- data e ora delle ispezioni;
- documentazione fotografica;
- risultati delle ispezioni in parete di cui sopra, con particolare riferimento ad eventuali danni od anomalie alle opere di consolidamento e agli interventi necessari per garantire la funzionalità delle opere danneggiate o soggette ad anomalie;
- indicazioni sulla "pericolosità" (probabilità di crollo) dell'ammasso carbonatico: verifica dell'eventuale evoluzione verso le condizioni di equilibrio instabile di blocchi non ritenuti in condizioni di pericolo immediato nella fase di ispezione contestuale alla progettazione;
- informazioni importanti ai fini della valutazione del "rischio residuo", quali l'individuazione di eventuali elementi lapidei crollati dalle pareti rocciose e ricostruzione delle relative traiettorie
- considerazioni conclusive su eventuali condizioni di "pericolo residuo" per le scarpate rocciose e di "rischio residuo" per la strada a valle e sulla necessità di interventi di monitoraggio puntuale, manutenzione o ripristino, con valutazione sulla relativa urgenza;
- esame di dettaglio degli eventuali fenomeni occasionali significativi di dissesto, relativa localizzazione sulle scarpate rocciose, e indicazioni sulla necessità di studi approfonditi.

**Ogni sei anni** a partire dalla data del completamento degli interventi, e quindi ogni tre successivi controlli, dovranno essere effettuate prove di carico su un tirante (ogni volta diverso) di consolidamento di blocchi lapidei, applicando un carico massimo pari a 1,2 volte il carico di esercizio, secondo le modalità indicate nelle Raccomandazioni AICAP per "ancoraggi nei terreni e nelle rocce". I risultati delle prove dovranno essere raccolti in apposito elaborato e dovrà essere redatta una Relazione Geotecnica nella quale si esprimerà parere sullo stato dei tiranti medesimi, su ulteriori controlli ritenuti necessari, su eventuali interventi di ripristino, con indicazioni della relativa urgenza.

Palermo, dicembre 2015

Il Progettista

(Ing. Massimo Verga)