



## COMUNE DI NAPOLI

### Ufficio Valorizzazione Città Storica – Sito UNESCO

Lavori di: “Restauro dei “Complessi ospedalieri dell'Annunziata e dell'Ascalesi”  
Grande Progetto Centro storico di Napoli, valorizzazione del sito UNESCO  
Servizio di ingegneria relativo a “sondaggi e verifica strutturale dei ponteggi del  
Complesso dell’Annunziata ed eventuale adeguamento progettuale”  
Progettazione e calcolo cerchiatura tamburo (atto di sottomissione del  
26.05.2022)  
CIG Z292CF6798 – CUP B62C12000140006”

Elaborato:

RI – Cerchiaggio cupola – Relazione Illustrativa e di calcolo – Sintesi dei risultati

IL TECNICO

Ing. Alfredo Galasso



## Sommario

Premessa.....	3
Campagna di prove e saggi eseguiti. Descrizione ed esiti .....	4
Cause dei dissesti.....	5
Cenni sul comportamento delle cupole e determinazione dell'azione di "cerchiaggio. ....	8
Descrizione dell'intervento.....	11
Fasi esecutive dell'intervento.....	13
Costo delle opere.....	13
Normativa di Riferimento .....	13
Riferimenti normativi e qualificazione dell'intervento strutturale ai sensi del punto 8.4 del D.M. 17/01/2018 .....	14
Modellazione sismica del sito .....	14
Classificazione e caratterizzazione meccanica delle murature esistenti ai sensi delle NTC 2018 – Livello di conoscenza.....	15
Metodi di Analisi (§5.2 Circ. 02.12.2010 MIBACT ). .....	16
Miglioramento sismico localizzato conseguito.....	16
Relazione sui materiali per gli interventi.....	17
Piastr e contropiastr e di serraggio in acciaio inox.....	18
Cerchiaggio in tessuto di acciaio galvanizzato ad alta resistenza .....	18
Tessuto in acciaio tipo GEOSTEEL G1200 di Kerakoll Spa .....	18
Matrice inorganica tipo GEOCALCE® F ANTISISMICO di Kerakoll Spa .....	18
Ancoraggi alle murature.....	18
Barre filettate: Acciaio inox A2 8.8 DIN 976-1 forma A tipo WURTH.....	18
RESINA: tipo WIT-VM 250 Pro ETA-20/0854 della WURTH.....	18
Conclusioni.....	19
Allegato A: CALCOLO SOLLECITAZIONE DI PROGETTO CHIODATURE ANCORAGGIO FASCE IN TESSUTO.....	20
Allegato B: schede tecniche di riferimento per materiali.....	22

## Premessa.

Il presente elaborato rientra nel servizio tecnico “sondaggi e verifica strutturale dei ponteggi del Complesso dell’Annunziata ed eventuale adeguamento progettuale” – CIG Z292CF6798 – CUP B62C12000140006” così come integrato con atto di sottomissione del 26.05.2002 ed affidato dall’ufficio Valorizzazione Città Storica – Sito UNESCO del Comune di Napoli, allo scrivente ing. Alfredo Galasso, nato ad Avellino il 18.01.1968 e residente in Avellino in Piazzale Gambale, 26 ed ivi domiciliato alla Via Piave, 180, iscritto al n° 1315 dell’Albo dell’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Avellino – CF: GLS LRD 68A18 A 5091, mediante procedura con trattativa diretta n° 1319288 ai sensi (art. 36, c. 2, lett. A, D.Lgs. 50/2016) afferenti i Lavori di: “**Restauro dei “Complessi ospedalieri dell’Annunziata e dell’Ascalesi”** - Grande Progetto Centro storico di Napoli, valorizzazione del sito UNESCO.

Nell’ambito delle attività connesse al servizio affidato così come integrato nelle finalità, a seguito della constatazione della sussistenza di un quadro fessurativo in sito incidente sulle strutture del tamburo di base della cupola, la DLL oculatamente ravvisava l’opportunità di procedere ad un rilievo del suddetto quadro fessurativo e quindi alla previsione, di una una campagna di prove volte alla valutazione dell’entità del danno rilevato per quindi determinarsi alle azioni tecniche ritenute necessarie.

Pertanto, si provvedeva alla indicazione ed esecuzione di una campagna di saggi e prove sugli elementi ritenuti significativi come riportato in sintesi in apposito paragrafo della presente.

Quanto sopra è stato eseguito anche sulla scorta del rilievo eseguito dall’arch. Casimiro Martucci nell’ambito del Dottorato di Ricerca in Architettura, XXXV ciclo, Università degli Studi di Napoli Federico II (tesi: “Restauro e sicurezza strutturale. La Basilica della SS. Annunziata di Napoli tra vulnerabilità sismica e istanze conservative”) e che in tale sede si ringrazia, sia per la diponibilità a concedere allo scrivente il proprio studio sia per la puntualità ed il dettaglio che caratterizzano il suddetto (vedi figura 1).

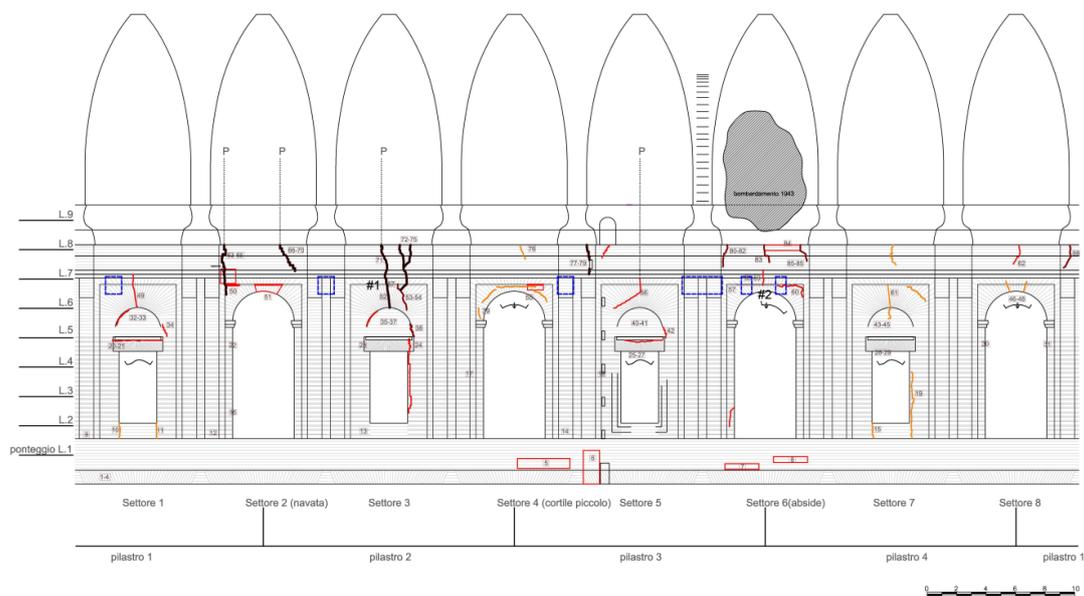


Figura 1. Rilievo quadro fessurativo – stralcio (a firma dell’arch. Casimiro Martucci).

Esperita tale fase conoscitiva si è quindi potuto ad eseguire una elaborazione in merito alle cause all'origine dei dissesti che affliggono la mirabile opera Vanvitelliana, indi procedere alla individuazione degli magisteri ritenuti necessari, il tutto seguendo il criterio del "*minimo intervento*" basato a sua volta su compatibilità, durabilità e minima invasività.

## Campagna di prove e saggi eseguiti. Descrizione ed esiti

Come detto in sede di premessa, sulla scorta del rilievo eseguito, si procedeva alla previsione ed esecuzione di una campagna di saggi e prove non distruttive, che è di seguito tratteggiata nella tipologia di misurazioni, nel numero delle stesse.

Tutto quanto sopra era volto soprattutto alla valutazione dell'entità delle lesioni principali che affliggono le componenti murarie del tamburo della cupola, nonché la diffusione e natura delle linee di frattura presenti nella componente metallica costituita dal cerchiaggio.

Tipologia di indagini:

1. **Indagini magneto induttiva** sulle catene e tiranti metallici esistenti, si basa sulla misura di un flusso magnetico principale o di un flusso magnetico disperso mediante una bobina che misura il flusso principale o mediante una bobina una che circonda la fune e misura il flusso disperso. Tale tipo di indagini è finalizzata alla individuazioni delle numero e collocazione dei punti di rottura dei tiranti, tali informazioni risultano utili al fine di formulare una diagnosi sulle cause che hanno determinato il dissesto.
2. **Prove soniche su murature** al fine di determinare la profondità delle lesioni. Di tipo non distruttivo, hanno lo scopo di valutare l'omogeneità della muratura e forniscono una stima qualitativa del modulo elastico. Le prove soniche sono basate sulla misura del tempo di propagazione di un impulso meccanico tra la sonda emittente e la sonda ricevente. La velocità di propagazione delle onde è direttamente correlabile con le caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale indagato, nel caso in cui questo sia omogeneo e isotropo. In caso di forti disomogeneità, quali vuoti, fessurazioni la prova di fatto non è eseguibile, restituendo tempi di percorrenza dell'onda che tendono all'infinito e quindi fornisce indicazioni sulla entità delle discontinuità stesse (profondità delle lesioni etc.).

Tale tipo di attività diagnostica è stata condotta dal dott. Roberto Delgado Estrada, ed ha fornito in maniera nitida risultati tutti convergenti nei loro ambiti.

In particolare i valori resituiti dalle prove soniche, offrono valori dei tempi di propagazione delle onde elevati (oltre i 700 m/s), segno che le pleiadi fessurative evidenti dall'esterno interessano l'intero spessore delle componenti strutturali della porzione in esame del complesso monumentale.

Tale stato di fatto ha quindi determinato, come accennato in apposito punto della presente, l'originario andamento dei flussi tensionali e, di conseguenza il comportamento di cupola e tamburo.

Mentre le interruzioni di continuità che interessano le armature costituenti il cerchiaggio, sono caratterizzate dalle soluzione di continuità che si rilevano "icto oculi" ma che sono caratterizzate da diversa morfologia e conformazione nelle giaciture, indice questo di diversificate cause alla base della rottura stessa. Esse manifestano rotture innescatesi nei punti critici e di discontinuità "metallurgica" vedi foto 4 con conformazioni a "becco di flauto" e in altri casi in maniera apparentemente casuale con rottura di tipo fragile con giaciture verticali (vedi foto 3).

Il tutto quindi ha costituito indispensabile premessa prodromica per le successive azioni progettuali poste in essere e di cui si relaziona nel seguito.

### Cause dei dissesti.

Come accennato in altro punto della presente, gli effetti del dissesto in atto ha di fatto interrotto in maniera diffusa la continuità materica e quindi il flusso "tensionale" orientato lungo il perimetro dei paralleli del tamburo.

Tuttavia tale evidenza, confermata nella entità dalla prove soniche che hanno denunciato che le lesioni principali sono completamente "passanti" interessando l'intero spessore delle membrature murarie, trova la sua origine in diverse dinamiche che da sole o, più probabilmente, in concorso hanno determinato lo scenario ad oggi palese.

L'elemento metallico di cerchiaggio di cui ci si occupa ha sezione quadrata di lato pari a 4.50 cm ed è collocato immediatamente al di sopra delle aperture di maggiore altezza che adornano il tamburo (vedi figura 1).

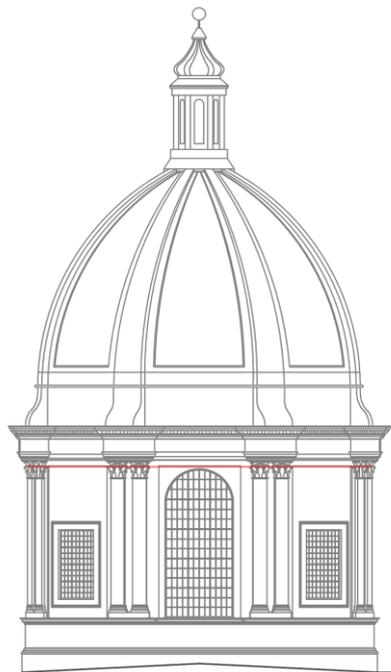


Figura 1. Prospetto cupola/tamburo con evidenziazione del cerchiaggio inferiore.



Foto 1 e 2. Vista del cerchiaggio metallico inferiore (dettaglio)

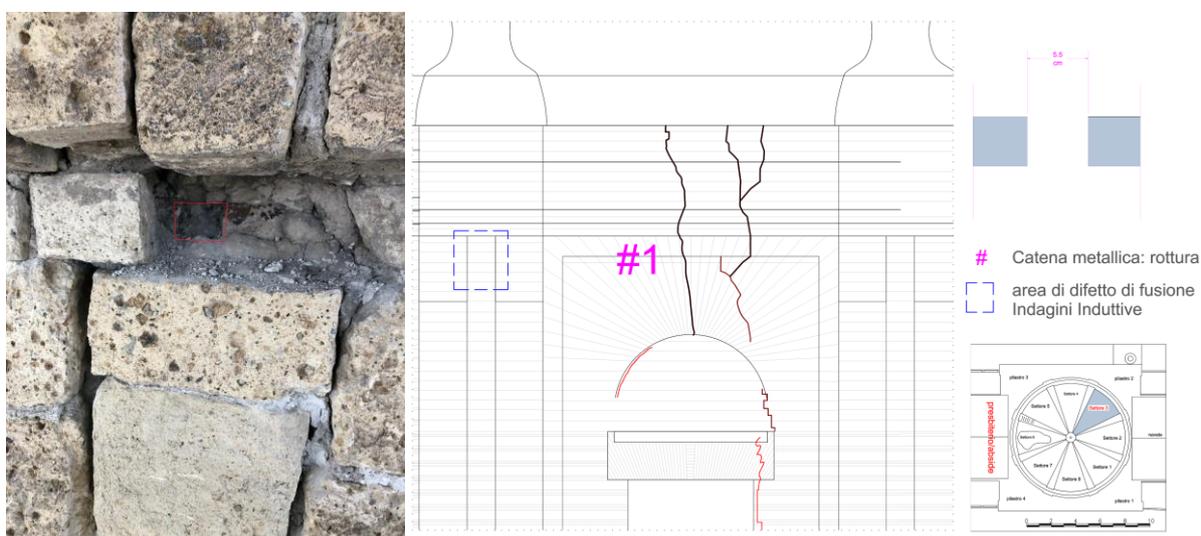


Foto 3 e Figura 2. Diverse tipologia di fratture nell'elemento metallico (settore 3).

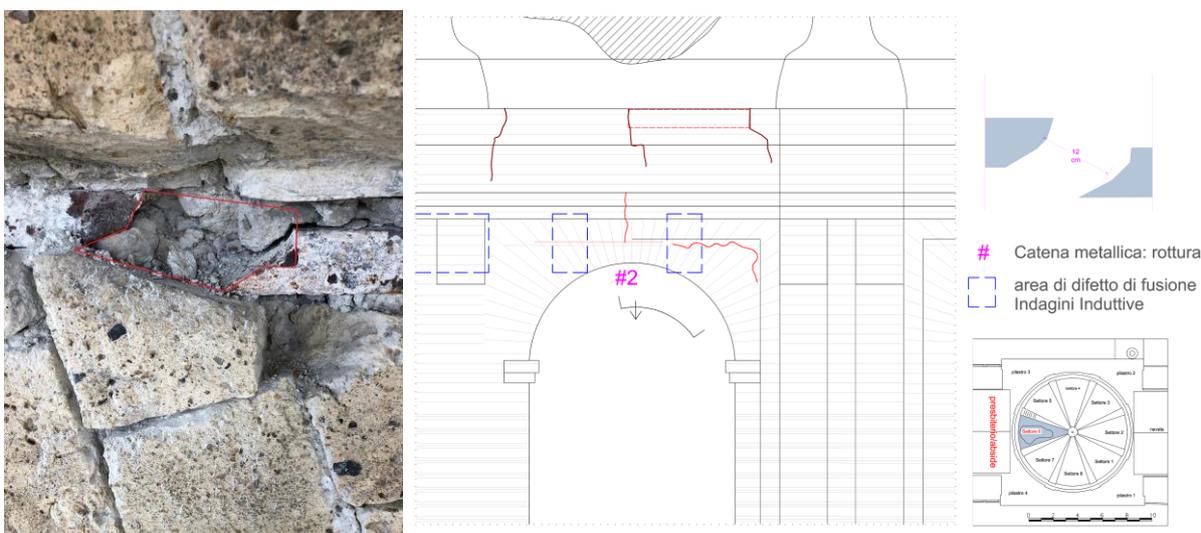


Foto 4 e Figura 3. Diverse tipologia di fratture nell'elemento metallico (settore 6).

Le configurazioni di danno evidenziate e rilevate denotano la concorrenza di diversi fattori di natura eterogenea che con i loro effetti combinati hanno determinato lo scenario come giunto ad oggi.

Del resto la storia del monumento attraverso i secoli lo ha visto protagonista di eventi traumatici come quelli occorsi durante il secondo conflitto mondiale, in occasione del quale la Basilica dell'Annunziata è stata purtroppo bersaglio di bombardamenti (1943), come testimoniato dalle immagini che seguono.

La documentazione riportata testimonia sia l'evento occorso e sia le opere di restauro che ne sono susseguite e che sono consistite in un "restauro di reintegrazione".



Napoli, Chiesa della SS. Annunziata  
Esterno della cupola vanvitelliana durante il restauro



Napoli, Chiesa della SS. Annunziata a restauro ultimato  
Esterno della cupola

Foto 5 e 6. Immagini storiche relative agli interventi di restauro a seguito dei bombardamenti del 1943.

Stando alla configurazione delle lesioni rilevate nello scenario odierno, in merito alle quali è ragionevole ritenere siano successive agli interventi di restauro sopra documentati, si evincono cause ulteriori che ne hanno determinato la formazione e che possono essere attribuite anche a cedimenti differenziali dei piani fondali (vedi foto 4) dove si apprezza in maniera evidente una componente verticale di qualche centimetro del vettore spostamento fra i due cigli di frattura.

**Quindi, va certamente posta all'attenzione di chi è investito della sorveglianza e gestione del bene, la necessità di operare una attività programmata nel tempo di monitoraggio e sorveglianza del sistema di raccolta e regimazione delle acque superficiale, a partire dalla identificazione e rilievo dello stesso.**

Da tutto quanto sopra, scaturisce la esigenza di operare quanto necessario al fine di ricondurre le configurazioni dei flussi tensionali a quelle originarie, il tutto mediante la riparazione dei quadri fessurativi e la realizzazione di un presidio che possa surrogare nella sua funzione il cerchiaggio metallico originario.

Percorso questo già intrapreso in passato, come testimoniato dalla documentazione fornita dagli Uffici del Comune di Napoli, dai quali si evince la realizzazione di interventi eseguiti nell'anno 2009 a cura della competente Soprintendenza di allora e che, fra l'altro, sono stati volti alla ricostituzione dei cerchiaggi superiori e collocati lungo lo sviluppo dei meridiani.

## Cenni sul comportamento delle cupole e determinazione dell'azione di "cerchiaggio".

Le cupole sottili sono praticamente prive di azioni flettenti sono quindi caratterizzate da un regime tensionale di tipo "membranale" caratterizzato da sollecitazioni di compressione e trazione lungo le direttrici dei paralleli e dei meridiani, tale andamento può essere "alterato" in corrispondenza dei bordi a seconda della configurazione dei vincoli, dando luogo a quelli che sono appunto definiti "effetti di bordo" (fig.4)

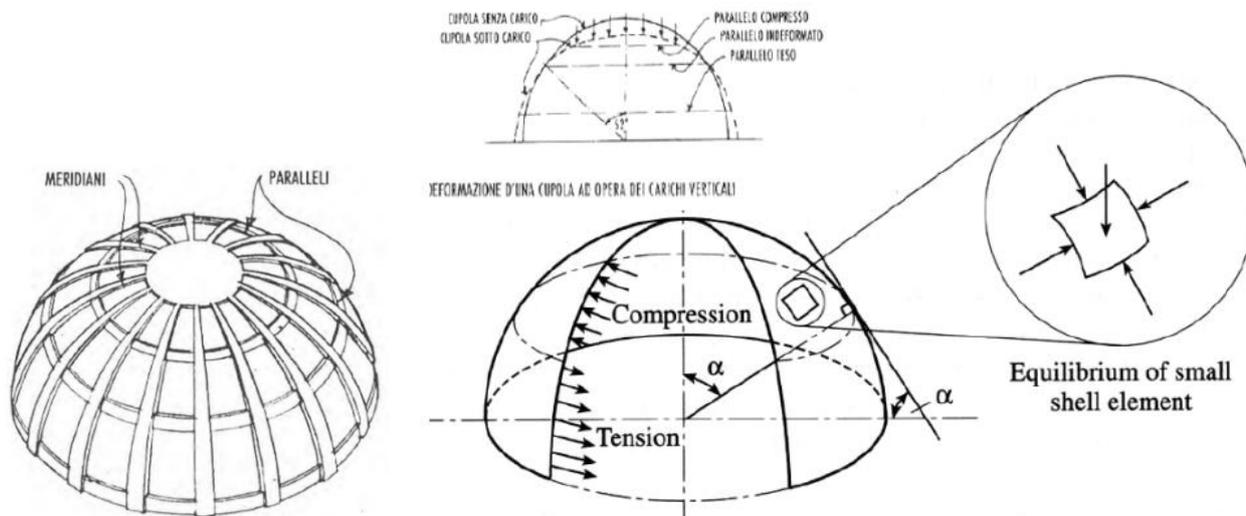


Figura 4. Schematizzazione regime membranale nelle cupole sottili

Le cupole si fessurano quando le sollecitazioni di trazione che si esercitano lungo i suoi paralleli, disposti verso l'imposta, raggiungono intensità pari alla debole resistenza a trazione della muratura.

Ciò in assenza dell'azione cerchiante esplicata dai paralleli inferiori tesi, a ciò segue la perdita di equilibrio membranale e si formano lesioni lungo i meridiani.

Le lesioni meridiane si propagano quindi in alto, molto al di sopra della colatitude  $\Phi = 51.8^\circ$ , che "mediamente" segna l'inversione di segno degli sforzi nei paralleli.

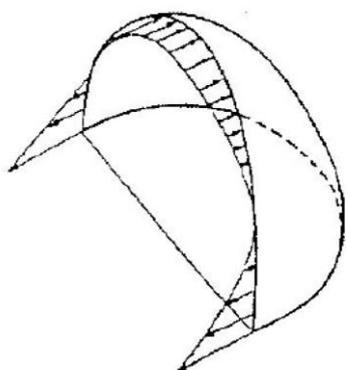


Figura 5. Sforzi di trazione/compressione lungo i meridiani.

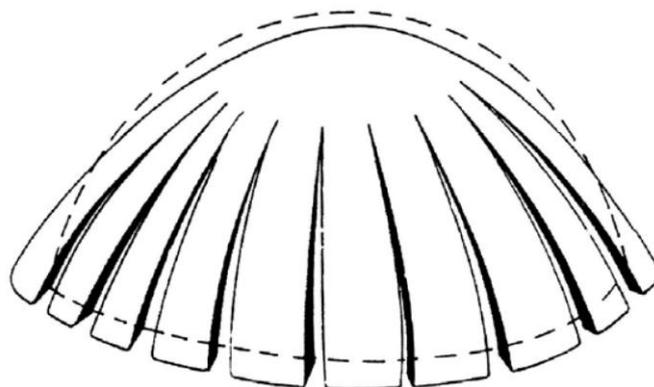


Figura 6. Schematizzazione lesioni lungo i meridiani

Le configurazioni di tali pleiadi fessurative possono essere variabili in diffusione ed intensità, l'effetto è comunque la interruzione dell'azione cerchiante degli anelli e di cui sopra si è fatto cenno.

La cupola fessurandosi, si dilata nella sua fascia inferiore e si suddivide in tanti spicchi che tendono a comportarsi, a due a due, come archi indipendenti. Gli spicchi di cupola, che tendono a divaricarsi trasmettono ora una spinta orizzontale sul tamburo, meccanismo che stando alle evidenze del quadro fessurativo in sito è in atto sul tamburo della cupola della Basilica dell'Annunziata.

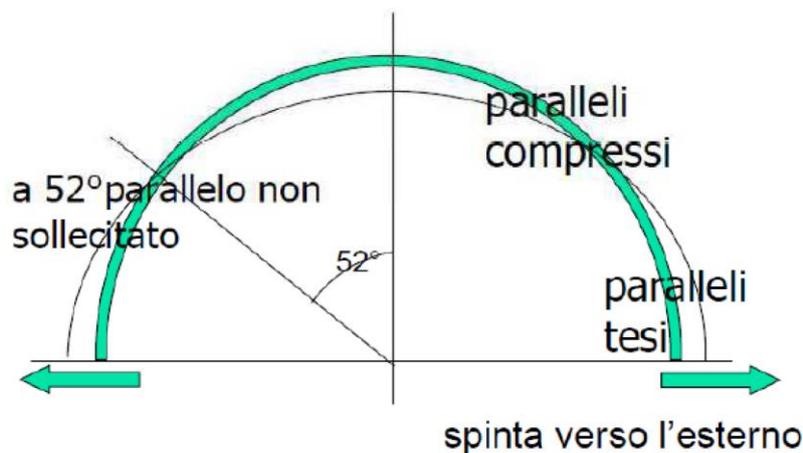


Figura 7. Schematizzazione azione S esercitata dalla cupola sul tamburo.

Il fronteggiare quest'ultime azioni è proprio demandato ai cerchiaggi metallici, che nel caso specifico e con riferimento alla base della cupola stessa risultano inefficienti a seguito della loro rottura, sulle cui cause si è accennato in precedenza.

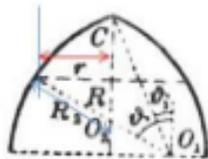
Nel caso specifico la cupola della Basilica dell'Annunziata è di tipo "ogivale" ossia caratterizzata dall'esistenza di diverse curvature, con un diametro esterno di circa 19 metri ed una altezza dalla base della cupola alla base della lanterna sommitale di circa 16,30 metri.

Da tale configurazione geometrica si trae quindi lo sforzo N che in origine veniva fronteggiato dal cerchiaggio di base ad oggi inefficiente (vedi scheda di calcolo in figura 8) e che oggi costituisce il dato per il dimensionamento degli interventi di cui al seguito della presente.

**Cupola Ogivale**

$\gamma$ [t/m <sup>3</sup> ]	R [m]	s [m]	$\theta$	$\theta_1$	$\theta$	Q [t]	S <sub>1</sub> [t]	S <sub>2</sub> [t]	H [t]	N [t]	N [kN]
1.6	9.2	0.65	68.16	21.84	90	268.4785	-4.64689	4.646879	-1.72872	-15.9042	-159.042

**Equilibrio alla traslazione verticale**



**Raggio del parallelo**

$$r = R \sin \theta - R \sin \theta_1$$

**Raggio meridiano**

$$R_2 = \frac{r}{\sin \theta_1} = R \frac{\sin \theta - \sin \theta_1}{\sin \theta}$$

**Peso Q della cupola sovrastante il parallelo**

$$Q = \int_{\theta_1}^{\theta} 2\pi r R d\theta \gamma s = 2\pi \gamma s R^2 [\cos \theta_1 - \cos \theta - (\theta - \theta_1) \sin \theta_1]$$

$$S_1 = \frac{-Q}{2\pi r \sin \theta} = -\gamma s R \frac{\cos \theta_1 - \cos \theta - (\theta - \theta_1) \sin \theta_1}{\sin \theta}$$

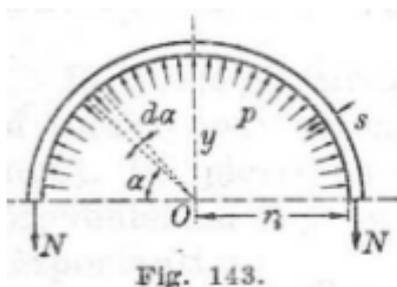
$$S_2 = -\frac{R_2 S_1}{R_1} - R_2 \gamma s = -\gamma s R \frac{(\theta - \theta_1) \sin \theta_1 - \cos \theta_1 + \cos \theta + (\sin \theta - \sin \theta_1) \sin \theta \cos \theta}{\sin^2 \theta}$$

**Al contorno la spinta S<sub>1</sub> ha una componente orizzontale**

**H = S<sub>1</sub> cos θ<sub>c</sub> dove θ<sub>c</sub> rappresenta l'angolo di apertura in corrispondenza del contorno**

**H deve essere assorbita da un tamburo ad anello in modo da non gravare sul muro di appoggio**

$$H = -S_1 \cos \theta_c = \frac{Q}{2\pi r_c} \text{ctg} \theta_c$$



$$N = pr$$



**Se la connessione è a cerniera trasmette solo azioni e non momenti**

**La spinta orizzontale H agisce sulla trave ad anello formante il tamburo che risulta soggetto ad uno sforzo normale N di trazione (>0)**

$$N = Hr_c = \frac{Q}{2\pi} \text{ctg} \theta_c$$

Figura 8. Schema di calcolo azione cerchiate "N"

## Descrizione dell'intervento.

Premesso tutto quanto sopra, si prevede quindi la realizzazione di un cerchiaggio a scomparsa costituito da fasce di altezza pari a 30 cm in tessuto in acciaio galvanizzato ad alta resistenza, da posare disposte su n° 3 strati sovrapposti mediante imprimitura su matrice inorganica a base calce, il tutto collocato al di sopra della cornice che sormonta le aperture esistenti (vedi figura 9).

Il presidio risulterà del tutto a scomparsa in quanto sarà collocato al di sotto degli strati di finitura (vedi figura 9).

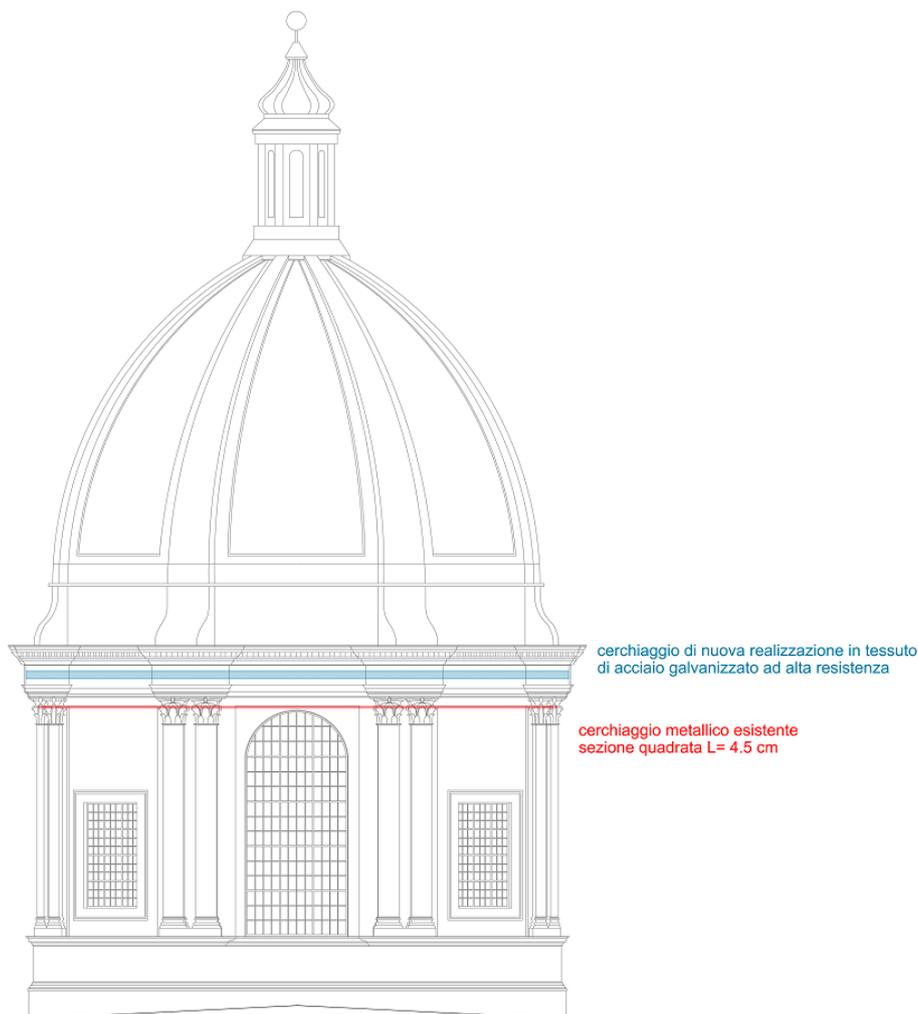


Figura 9. Schema posizionamento cerchiaggio a scomparsa.

Gli ancoraggi ed i dispositivi di contrasto degli elementi cerchianti saranno realizzati in acciaio inox AISI 304 al fine di garantire la durabilità dell'intervento.

In corrispondenza delle paraste che interrompono la continuità della circonferenza esterna delle murature del tamburo, sarà realizzato un dispositivo di ancoraggio mediante la posa di piastre angolari di spessore pari a 20 mm ed altezza pari a 514 mm, con contropiastre di serraggio tutte in acciaio inox, ancorate al supporto murario mediante n° 10 barre filettate in acciaio zincato M20 con lunghezza pari a 1000 mm

diposte in perforazioni  $f=24$  mm iniettate con resine eposidiche (vedi figura 10), il tutto al fine di garantire la continuità dell'azione cerchiante ed impedire il distacco delle fasce del rinforzo stesso.

Anche in questo caso tali dispositivi andranno collocati al di sotto degli strati di finitura ad eccezione del secondo dei due dadi di serraggio, per il quale necessità garantire la accessibilità in vista di eventuali necessità di manutenzione volte a garantire la piena efficienza degli stessi ancoraggi nel tempo.

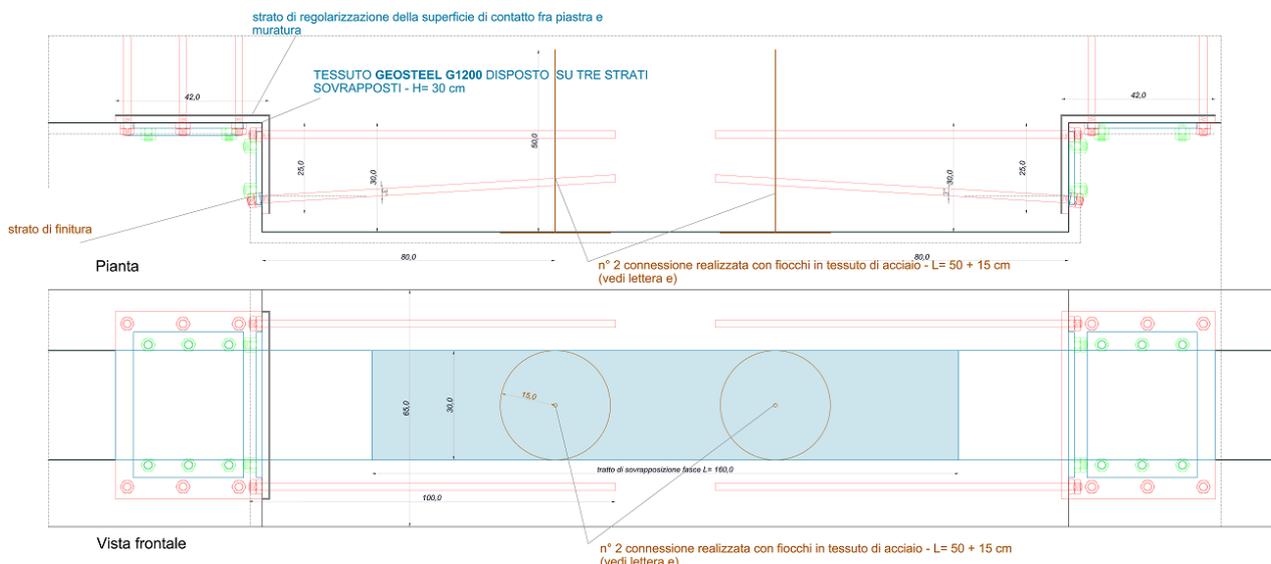


Figura 10. Cerchiaggio a scomparsa in fasce di tessuto in acciaio ad alte resistenza – vista ancoraggio (TAV.02 stralcio)

Il dettaglio esecutivo dei diversi componenti e le modalità di posa sono descritte in apposito elaborati grafici allegati alla presente progettazione (vedi Tav. 01 – 02), mentre le verifiche dei singoli componenti è riportato in allegato A alla presente.

La realizzazione di tale intervento locale, come definito dalla attuale normativa vigente (NTC 2018), di fatto mira ad una ricostituzione del comportamento statico originario della fabbrica muraria ma al contempo determina un miglioramento sempre a carattere locale del comportamento delle murature del tamburo anche in fase sismica.

All'uopo si sono eseguite, rassegnandole in apposito elaborato di calcolo (RC\_Relazione di calcolo e verifica meccanismi di ribaltamento – Analisi cinematica lineare), le verifiche a ribaltamento delle suddette membratura murarie sotto l'azione sismica e ciò sia nella configurazione attuale, ossia in assenza della azione del cerchiaggio, sia nella futura configurazione che tiene conto della azione del presidio a farsi. Valutando quindi l'effetto di riduzione della vulnerabilità sismica riferita a quegli specifici meccanismi di collasso a carattere locale.

## Fasi esecutive dell'intervento.

Le opere di cui alla presente saranno eseguite secondo i magisteri come di seguito sintetizzato, in tale sede si precisa che per le opere di finitura si demanda alle indicazioni del progetto di restauro in fase di realizzazione.

- Fase 1: taglio delle opere di finitura esistenti e rimozione delle stesse.
- Fase 2: realizzazione di nicchie di incasso nell'ambito dei paramenti muratura per l'alloggiamento "sottosquadro" delle piastre di ancoraggio e serraggio.
- Fase 3: posa in opera delle piastre angolari di contrasto previa preparazione della superficie di contatto, perforazione per la realizzazione degli ancoraggi chimici, inghisaggio degli stessi.
- Fase 4: posa in opera delle fasce di rinforzo disposte su tre strati in tutto secondo le procedure ed indicazione contenute negli elaborati grafici e nelle schede tecniche dei prodotti le cui caratteristiche minime sono indicate in apposita Relazione sui Materiali.
- Fase 5: posa in opera delle contropiastre di serraggio (tipo 1 e 2), nonché realizzazione delle "sfioccature" in corrispondenza delle paraste.
- Fase 6: realizzazione delle opere di finitura "a coprire" le diverse componenti del cerchiaggio, in tutto secondo le indicazioni reologiche e di posa di cui al progetto di restauro.

## Costo delle opere

La quantificazione delle opere di cui alla presente progettazione è riportata in appositi elaborati contabili rassegnati fascicolati in uno ed allegati alla presente, si precisa che il prezzo di riferimento è quello della Regione Campania per le opere pubbliche e relativo all'anno 2021 oltre Analisi Nuovi prezzi prelativo a lavorazioni non contemplate nello stesso.

Si precisa che non sono state computati gli oneri relativi all'opere di finitura in quanto si fa riferimento a opere di Restauro ed a tali aspetti della progettazione si rimanda.

Il costo complessivo delle opere è pari a

**€ 42.024,43 (dico euro quarantaduemilaventiquattro,43) oltre IVA come per legge.**

## Normativa di Riferimento

- D.M. 17.1.2018: "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni", Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n.42 del 20 febbraio 2018.
- Circolare 21.1.2019, n. 7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Edifici monumentali: Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 9.2.2011: "Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle

Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008", di cui costituisce parte integrante la Circ. 26 del 2.12.2010 del Ministero per i Beni e le Attività Culturali: "Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale".

- CNR - DT 200 R1/2013 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati. Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie"
- CNR - DT 215/2018 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica"

## Riferimenti normativi e qualificazione dell'intervento strutturale ai sensi del punto 8.4 del D.M. 17/01/2018

Relativamente agli interventi di cui alla presente progettazione sussistono tutti i presupposti di cui al punto 8.4.1: **Interventi di Riparazione o intervento locale**

### **8.4.1. RIPARAZIONE O INTERVENTO LOCALE**

Gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura. Essi non debbono cambiare significativamente il comportamento globale della costruzione e sono volti a conseguire una o più delle seguenti finalità:

- ripristinare, rispetto alla configurazione precedente al danno, le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate;
- migliorare le caratteristiche di resistenza e/o di duttilità di elementi o parti, anche non danneggiati;
- impedire meccanismi di collasso locale;
- modificare un elemento o una porzione limitata della struttura.

Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati, documentando le carenze strutturali riscontrate e dimostrando che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non vengano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti.

## Modellazione sismica del sito

Data la peculiarità dell'intervento e le finalità della presente progettazione al fine di valutare la riduzione della vulnerabilità sismica locale della porzione interessata dall'intervento si è fatto riferimento alla caratterizzazione sismica semplificata con riferimento ad una classificazione del suolo di Tipo C con coefficiente di topografia T1, con classe d'uso III e Vita nominale pari a 50 anni.

Pertanto si ha:

**Vita nominale, Classe d'uso, Stati limite**

Vita nominale (anni):  $V_N = 50$

Classe d'uso: **Classe III (affollamenti significativi)**

Coefficiente d'uso:  $C_U = 1.5$

Periodo di riferimento per l'azione sismica (anni):  $V_R = V_N * C_U = 75$

Probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (Tab. 3.2.I)  
Tempo di ritorno  $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$

Stati Limite	P.VR (%)	T.R (anni)
SLO	81	45
SLD	63	75
SLV	10	712
SLC	5	1462

**Parametri di Spettro**

Approccio semplificato secondo Normativa:

Stati Limite	T.R (anni)	Orizzontale						Verticale						
		a.g (g)	S.S	S	F.o	T.B (sec)	T.C (sec)	T.D (sec)	a.g (g)	S	F.v	T.B (sec)	T.C (sec)	T.D (sec)
SLO	45	0.056	1.500	1.500	2.336	0.158	0.473	1.824	0.056	1.000	0.746	0.050	0.150	1.000
SLD	75	0.074	1.500	1.500	2.324	0.163	0.490	1.896	0.074	1.000	0.853	0.050	0.150	1.000
SLV	712	0.192	1.422	1.422	2.410	0.170	0.509	2.368	0.192	1.000	1.426	0.050	0.150	1.000
SLC	1462	0.240	1.341	1.341	2.496	0.170	0.511	2.560	0.240	1.000	1.651	0.050	0.150	1.000

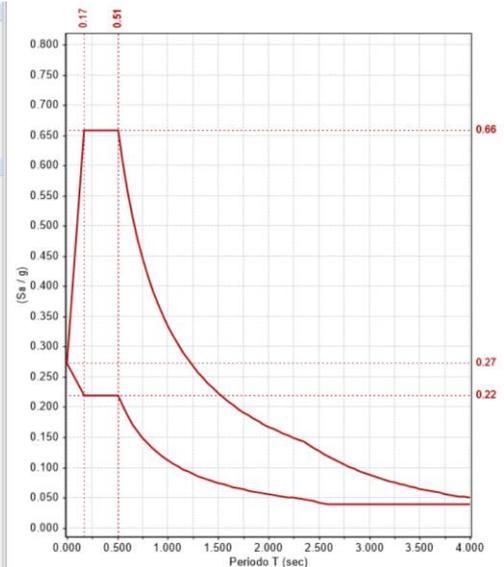


Tabella 1. Caratteristiche spettro di progetto.

## Classificazione e caratterizzazione meccanica delle murature esistenti ai sensi delle NTC 2018 – Livello di conoscenza.

La classificazione delle murature esistenti e quindi la determinazione delle caratteristiche meccaniche delle stesse con riferimento alle indicazioni di cui al punto C8.5.3.1 della Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 11.02.2019.

La classificazione delle murature è quindi la seguente:

### MURATURA A CONCI REGOLARI IN PIETRA TENERA

Si è fatto quindi riferimento ai valori minimi di resistenza dell'intervallo indicato dalla tabella di cui sopra considerando un coefficiente migliorativo dovuto alla malta di buona qualità ed alla presenza di connessione trasversale, il tutto come riassunto nella tabella seguente:

Caratteristiche costruttive	
<b>Stato di fatto</b>	<b>Consolidamento</b>
<input type="checkbox"/> Malta scadente	<input type="checkbox"/> Iniezioni
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Malta buona</b>	<input type="checkbox"/> Intonaco armato
<input type="checkbox"/> Giunti sottili	<input type="checkbox"/> Diatoni artificiali
<input checked="" type="checkbox"/> Connessioni trasversali	<input type="checkbox"/> Ristilatura armata
<input type="checkbox"/> Ricorsi	
<input type="checkbox"/> Nucleo scadente	
<b>Proprietà meccaniche</b>	
Modulo di elasticità normale	E = 2256 N/mm <sup>2</sup>
Modulo di elasticità tangenziale	G = 720 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione	$f_m = 3.840$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione orizzontale	$f_{hm} = 1.920$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a trazione	$f_{tm} = 0.384$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a taglio (muratura irregolare)	$\tau_0 = 0.077$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a taglio (muratura regolare)	$f_{vm0} = 0.192$ N/mm <sup>2</sup>

Tabella 2. Caratteristiche di resistenza murature esistenti

Si è considerato un  $FC = 1.35$  relativo ad un Livello di conoscenza LC1.

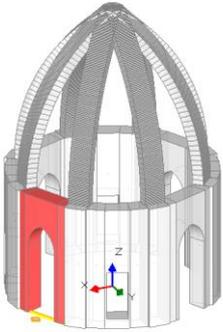
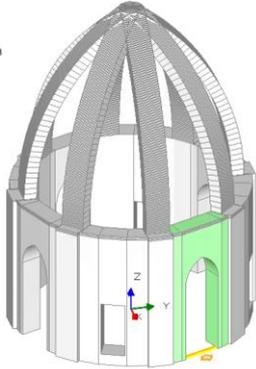
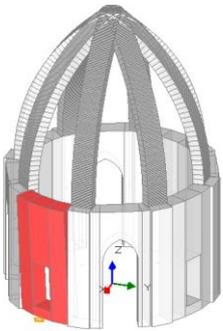
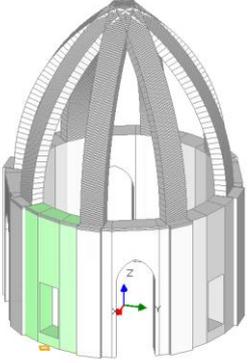
## Metodi di Analisi (§5.2 Circ. 02.12.2010 MIBACT ).

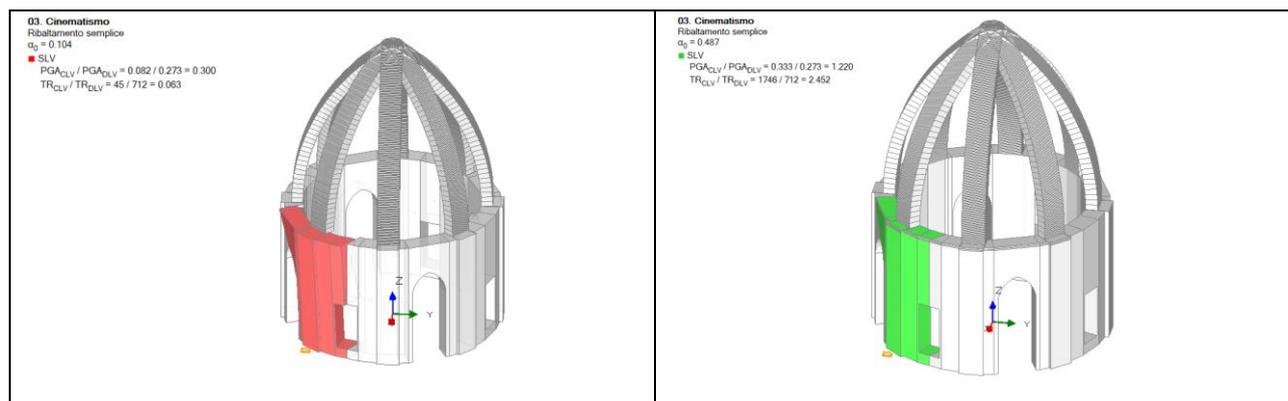
Considerate le caratteristiche del complesso monumentale in oggetto e le finalità delle presente progettazione, si è operata una valutazione locale per diversi meccanismi e utilizzando l'**analisi limite (analisi cinematica lineare)** come da indicazioni cui al punto 5.2.2 della circolare, tale applicazione consiste nel calcolo del moltiplicatore orizzontale dei carichi che attiva il meccanismo di collasso e nella valutazione della corrispondente azione sismica. Per la verifica allo SLV, tale azione viene confrontata con quella di riferimento, ridotta attraverso un opportuno fattore di struttura.

In tale sede e come riferito in precedenza, la presente progettazione e quindi tutte elaborazioni numeriche di verifica fanno riferimento a specifiche aree di intervento relative agli elementi strutturali sede di vulnerabilità locali, di conseguenza le opere di progetto assumono carattere di interventi localizzati atti ad eliminare le carenze cui sono connessi i meccanismi locali evidenziati.

## Miglioramento sismico localizzato conseguito

Si riportano i meccanismi locali ed i sottosistemi strutturali esaminati con: Analisi Cinematica Lineare e Statica Non Lineare.

STATO DI FATTO	STATO DI PROGETTO
<p><b>01. Cinematismo</b> Ribaltamento semplice <math>\alpha_0 = 0.064</math> ■ SLV <math>PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.053 / 0.273 = 0.194</math> <math>TR_{CLV} / TR_{DLV} = 20 / 712 = 0.028</math></p> 	<p><b>01. Cinematismo</b> Ribaltamento semplice <math>\alpha_0 = 0.174</math> ■ SLV <math>PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.132 / 0.273 = 0.483</math> <math>TR_{CLV} / TR_{DLV} = 105 / 712 = 0.147</math></p> 
<p><b>02. Cinematismo</b> Ribaltamento semplice <math>\alpha_0 = 0.047</math> ■ SLV <math>PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.038 / 0.273 = 0.139</math> <math>TR_{CLV} / TR_{DLV} = 11 / 712 = 0.015</math></p> 	<p><b>02. Cinematismo</b> Ribaltamento semplice <math>\alpha_0 = 0.133</math> ■ SLV <math>PGA_{CLV} / PGA_{DLV} = 0.100 / 0.273 = 0.366</math> <math>TR_{CLV} / TR_{DLV} = 64 / 712 = 0.090</math></p> 



### Stato di Fatto (prima dell'intervento)

Stato Limite	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )
<b>SLV</b>	<b>0.139</b>

### Stato di Progetto (dopo l'intervento)

Stato Limite	$\zeta_E$ (PGA <sub>C</sub> /PGA <sub>D</sub> )
<b>SLV</b>	<b>0.366</b>

### Livello di Miglioramento sismico

Stato Limite	$\zeta_E$ Stato Attuale	$\zeta_E$ Stato di Progetto	Variazione $\Delta\zeta_E$
<b>SLV</b>	0.139	0.366	0.227

### Relazione sui materiali per gli interventi.

Nel seguito del presente si procederà alla indicazione delle caratteristiche fisico-chimiche-meccaniche dei materiali di progetto per la realizzazione delle opere e gli interventi di progetto, la indicazione delle codificazioni commerciali dei prodotti è da interdenarsi come riferimento tecnico in merito alle caratteristiche minime richieste per le diverse componenti e non come una prescrizione vincolante per l'impresa esecutrice.

Pertanto è demandata alla Direzione dei Lavori la funzione di controllo dei materiali da ammettere alle lavorazione con base di riferimento appunto le schede tecniche dei prodotti allegati alla presente.

Piastre e contropiastre di serraggio in acciaio inox.

### COMPOSIZIONE CHIMICA

304	Composizione Chimica – Valore massimo							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Other
	0.08	2.0	1.0	11.0-18.0	8.0-10.5	0.04	0.03	
	Valore Tipico							
0.04	0	0	18.1	8.0	0	0		

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Tensile Strength (MPa) min	Yield Strength 0.2% Proof (MPa) min	Elongation (% in 50mm) min	Hardness	
			Rockwell B (HR B) max	Brinell (HB) max
515	205	40	92	201

Cerchiaggio in tessuto di acciaio galvanizzato ad alta resistenza

Tessuto in acciaio tipo GEOSTEEL G1200 di Kerakoll Spa

Tessuto di armatura unidirezionale in filamenti di acciaio zinco galvanizzato ad alta resistenza da utilizzare con matrici inorganiche

Matrice inorganica tipo GEOCALCE® F ANTISISMICO di Kerakoll Spa

Malta a base calce pronta all'uso a base di calce idraulica naturale, fibrorinforzata

Ancoraggi alle murature

Barre filettate: Acciaio inox A2 8.8 DIN 976-1 forma A tipo WURTH

RESINA: tipo WIT-VM 250 Pro ETA-20/0854 della WURTH

## Conclusioni

Il quadro fessurativo che interessa le murature del tamburo alla base della cupola della Basilica dell'Annunziata affligge quest'ultime per l'intero loro spessore, pertanto allo stato il comportamento strutturale di tali elementi risulta variato rispetto all'originario andamento dei flussi tensionali.

Risulta necessario pertanto, nell'ambito delle lavorazioni in atto la realizzazione di opere volte sia alla riparazione del danno sia a ricondurre il comportamento strutturale degli elementi interessati verso la loro originaria configurazione.

All'uopo si è prevista la realizzazione di un cechiaggio a scomparsa in tessuto di acciaio galvanizzato disposto su tre strati e con imprimitura con matrice inorganica con al funzione di surrogare nella sua funzione l'originaria cerchiatura metalliche che allo stato risulta scomposta in più tratti a causa di rotture multiple la cui origine è diversificata sia nel tempo sia nelle cause.

Le evidenze dei cigli di fessurazione sulle murature e sull'elemento metallico di cui sopra, indicano fra le altre anche una componente verticale di probabili cedimenti di fondazione.

**Quindi, va certamente posta all'attenzione di chi è investito della sorveglianza e gestione del bene, la necessità di operare una attività programmata nel tempo di monitoraggio e sorveglianza del sistema di raccolta e regimazione delle acque superficiale, a partire dalla identificazione e rilievo dello stesso.**

L'intervento previsto è caratterizzato dall'utilizzo di materiali ad alta durabilità, nonché da modalità esecutive volte alla tutela del bene.

La realizzazione di tale intervento locale, come definito dalla attuale normativa vigente (NTC 2018), di fatto mira ad una ricostituzione del comportamento statico originario della fabbrica muraria ma al contempo determina un miglioramento sempre a carattere locale del comportamento delle murature del tamburo anche in fase sismica. Le verifiche a ribaltamento delle suddette membratura murarie sotto l'azione sismica restituiscono una di riduzione della vulnerabilità sismica  **riferita a quegli specifici meccanismi di collasso a carattere locale**, il tutto come sintetizzato nella tabella seguente:

Stato Limite	$\zeta_E$ Stato Attuale	$\zeta_E$ Stato di Progetto	Variazione $\Delta\zeta_E$
<b>SLV</b>	0.139	0.366	0.227

Il costo complessivo delle opere è pari a

**€ 42.024,43 (dico euro quarantaduemilaventiquattro,43) oltre IVA come per legge.**

Avellino, Maggio 2022

Il tecnico incaricato

Ing. Alfredo GALASSO



## Allegato A: CALCOLO SOLLECITAZIONE DI PROGETTO CHIODATURE ANCORAGGIO FASCE IN TESSUTO

Si riporta di seguito la verifica degli elementi di ancoraggio per le fasce da realizzarsi in corrispondenza delle paraste che interrompono la continuità della circonferenza esterna delle murature del tamburo, il tutto al fine di garantire la continuità dell'azione cerchiante ed impedire il distacco delle fasce del rinforzo stesso.

La conformazione dell'ancoraggio come illustrato nei grafici allegati e nella figura seguente

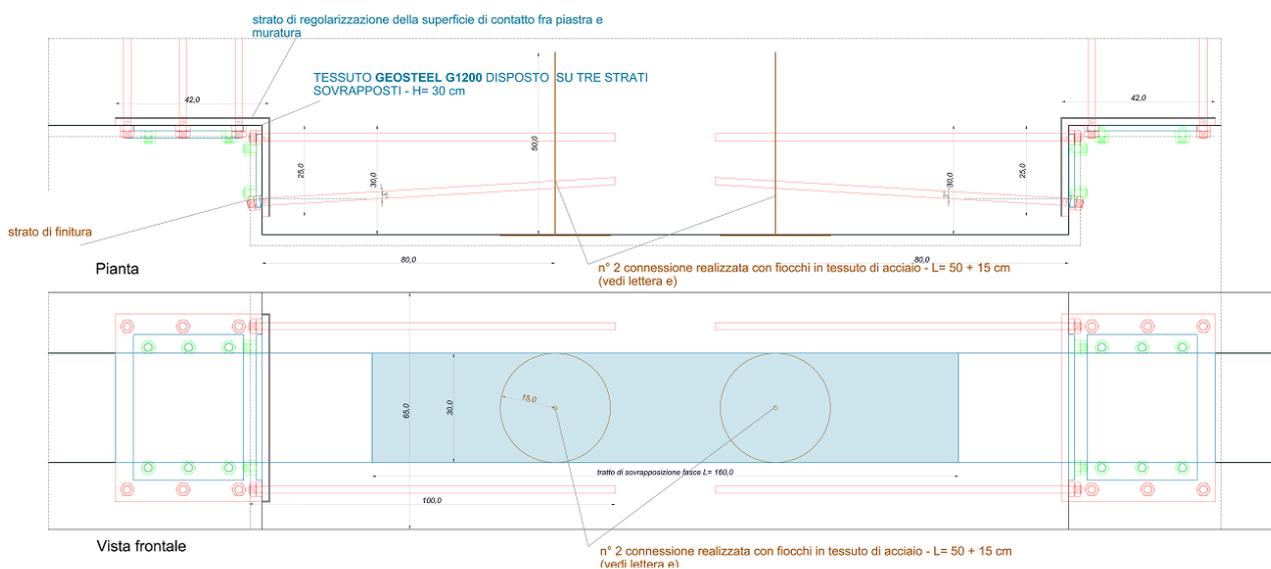


Figura 10. Cerchiaggio a scomparsa in fasce di tessuto in acciaio ad alte resistenza – vista ancoraggio (TAV.02 stralcio)

determina la formazione di due meccanismi resistenti a seconda della posizione delle perforazioni armati rispetto alla direzione dello sforzo che sollecita il cerchiaggio e che è pari a:

$$N = 159 \text{ kN}$$

Si ha quindi trascurando l'aderenza fra fasce e muratura:

- Meccanismo di resistenza allo sfilamento per n° 4 chiodature disposte sul lato corto delle paraste. Per la determinazione del tiro resistente si fa riferimento ai dati restituiti da prove di estrazione seguite su murature su perforazioni f60 mm e lunghezza del bulbo di ancoraggio pari a 600 mm.

Il valore del tiro rilevato è pari a 83.56 kN, si ha pertanto:

$$\tau = 8356 / (\pi \times 60 \times 600) = 0.72 \text{ N/mm}^2$$

A vantaggio di statica si assume un valore di calcolo pari ad 1/3 per cui:

$$\tau = 0.243 \text{ N/mm}^2$$

Per cui, considerando che saranno realizzate perforazioni f24 mm di lunghezza pari a 1000 mm, si ha che il valore della forza stabilizzante che si può attivare per effetto dell'aderenza sulla superficie di contatto resina muratura è pari a:

$$T_{sf} = \tau \times d \times 3.14 \times L = 0.243 \times 24 \times 3.14 \times 1000 = 18.32 \text{ kN}$$

Considerando che per ogni ancoraggio si realizzano quattro chiodature il valore di progetto relativo al meccanismo per sfilamento sarà pari a:

$$T_{sf} = 73,249 \text{ kN}$$

- Meccanismo di resistenza per sollecitazione trasversale per n° 6 chiodature disposte sul lato lungo della piastra. Per la determinazione della sollecitazione resistente si fa riferimento ad un meccanismo di rifollamento della muratura per azione trasmessa dalle chiodature,

Si ha:

$$d = 24 \text{ mm}$$

$$L_{eff} = 0.70 \times L_{tot} = 700 \text{ mm}$$

$$f_m = 3.84 \text{ N/mm}^2 - \text{resistenza media a compressione della muratura}$$

$$FC = 1.35$$

$$\gamma_m = 3$$

$$n = 6 - \text{numero delle perforazioni}$$

Si ha:

$$Trif = f_m / (FC \cdot \gamma_m) \times d \times L_{eff} \times n = 3.84 / (3.0 \cdot 1.35) \times 24 \times 700 \times 6 = 94,75 \text{ kN}$$

Da cui

$$T_{tot}: T_{sf} + Trif = 73,25 + 94,75 = 168 \text{ kN} > N = 15.9 \text{ kN}$$

## Allegato B: schede tecniche di riferimento per materiali

# GeoSteel G1200

**Tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio fissati su una microrete in fibra di vetro. GeoSteel G1200 è specifico per i rinforzi strutturali in accoppiamento a matrici minerali GeoCalce® e GeoLite® o matrice organica GeoLite® Gel a seconda delle esigenze progettuali e di cantiere.**

Grazie alle sue caratteristiche GeoSteel G1200 è facilmente sagomabile con ottime proprietà per l'installazione e la durabilità. I tessuti GeoSteel garantiscono proprietà superiori rispetto ai tradizionali tessuti in fibra di carbonio-vetro-aramide e sono particolarmente efficaci nelle diverse applicazioni per rinforzo strutturale, miglioramento e adeguamento sismico e nella realizzazione dei sistemi di connessione.



Certificato in abbinamento a:  
- GeoLite® per strutture in calcestruzzo  
- GeoCalce® F Antisismico per strutture in muratura



Marcatura CE in abbinamento a GeoLite® Gel per strutture in calcestruzzo



Certificato in abbinamento a:  
- GeoLite® e GeoLite® Magma per strutture in calcestruzzo  
- GeoCalce® F Antisismico e GeoCalce® FL Antisismico per strutture in muratura



## PLUS PRODOTTO

- Elevata durabilità grazie alla speciale galvanizzazione dei fili di acciaio, testata mediante severe prove di durabilità in ambiente salino, gelo-disgelo ed elevata umidità
- Specifico per rinforzi strutturali in accoppiamento con:
  - GeoCalce® F Antisismico, geomalta® strutturale traspirante a grana fine di pura calce idraulica naturale NHL e Geolegante®, ideale per placcaggio di elementi strutturali in muratura di mattoni, pietra naturale, tufo e supporti che richiedano elevata traspirabilità e al contempo elevata adesione meccanica
  - GeoLite®, a base di Geolegante® minerale, ideale per il placcaggio di elementi strutturali in c.a. e c.a.p.
  - GeoLite® Gel, matrice minerale epossidica, ideale per placcaggio strutturale di sezioni in c.a., c.a.p., muratura, legno e acciaio
- Tensionabile per la realizzazione di rinforzi strutturali e presidi attivi, mediante particolari sistemi di ancoraggio meccanico, grazie alle particolari caratteristiche del tessuto che non richiedono la preventiva impregnazione del nastro, e al tempo stesso permettono il suo ancoraggio e afferraggio mediante piastre metalliche senza dover ricorrere a particolari attenzioni come invece risulta necessario con tutte le altre tipologie di fibre e tessuti presenti sul mercato
- Sagomabile mediante le piegatrici GeoSteel che permettono di modellare facilmente il tessuto senza alterarne le proprietà meccaniche per realizzare staffe per la fasciatura di travi e pilastri e altre pieghe necessarie negli interventi di consolidamento strutturale

## CAMPI D'APPLICAZIONE

### Destinazione d'uso

- Adeguamento o miglioramento statico e sismico di elementi strutturali in muratura di mattoni, pietra naturale, tufo, c.a., c.a.p., legno e acciaio
- Consolidamento di archi, volte e cupole in muratura di mattoni, in pietra naturale e tufo
- Confinamento e cerchiatura di elementi strutturali in muratura o c.a.
- Rinforzo a pressoflessione, taglio e confinamento di pannelli murari in muratura di mattoni, pietra naturale, tufo e sezioni in c.a.
- Rinforzo a flessione, taglio e confinamento di elementi in legno
- Rinforzo a flessione di putrelle in acciaio
- Realizzazione di cordoli sommitali o in breccia in muratura armata
- Realizzazione di speciali connettori a singolo o doppio fiocco per ancoraggio di tessuti e reti e realizzazione di iniezioni armate
- Consolidamento e rinforzo di murature in pietra facciavista mediate reticolato diffuso

## INDICAZIONI D'USO

### Preparazione

Il Tessuto GeoSteel G1200 in Fibra di Acciaio Galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza è pronto all'uso.

Il tessuto può essere tagliato, in direzione ortogonale ai trefoli, mediante cesoie manuali o elettriche; in direzione parallela ai trefoli, mediante normale taglierino. Il tessuto, tagliato in strisce di larghezza anche di pochi cm e diversi metri di lunghezza, garantisce perfetta stabilità senza compromettere in alcun modo la lavorabilità del tessuto e la sua applicazione.

### Preparazione dei supporti

Il supporto deve essere preparato e bonificato a regola d'arte, comunque seguendo le indicazioni e prescrizioni della D.L.

In caso di supporto non degradato procedere con la preparazione delle superfici seguendo le indicazioni da scheda tecnica per GeoCalce® F Antisismico, GeoLite® o GeoLite® Gel.

## INDICAZIONI D'USO

In caso di supporto evidentemente degradato, non planare o danneggiato da eventi gravosi procedere come di seguito descritto e comunque in accordo con la D.L.:

1. Per supporti in muratura, tufo e pietra naturale:
  - Rimuovere completamente residui di precedenti lavorazioni che possano pregiudicare l'adesione, e qualsiasi porzione di malta d'allettamento inconsistente tra i conci murari;
  - Eventuale applicazione a rifiuto, a spruzzo o a pennello, di fissativo consolidante corticale naturale certificato a base di puro silicato di potassio stabilizzato in soluzione acquosa tipo Biocalce® Silicato Consolidante o di fissativo eco-compatibile a base acqua, esente da solventi, tipo Rasobuild® Eco Consolidante;
  - Eventuale ricostruzione della continuità materica secondo le indicazioni progettuali e della D.L.
  - Eventuale regolarizzazione della superficie, precedentemente consolidata, con geomalta® strutturale di pura calce idraulica naturale NHL e Geolegante® tipo GeoCalce® G Antisismico o GeoCalce® F Antisismico a seconda degli spessori da realizzare;
  - Nel caso di applicazione del sistema di rinforzo con matrice inorganica assicurarsi che il supporto sia opportunamente inumidito e con un grado di ruvidezza di almeno 5 mm, pari al grado 8 del Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura (seguire indicazioni da scheda tecnica GeoLite® o GeoCalce® F Antisismico).
2. Per supporti in c.a. o c.a.p.:
  - Eventuale rimozione in profondità di calcestruzzo ammalorato mediante scarifica meccanica o idrodemolizione, avendo cura di irruvidire il substrato con asperità di almeno 5 mm, pari al grado 8 del Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura;
  - Eventuale rimozione di ruggine dai ferri d'armatura, che dovranno essere puliti mediante spazzolatura (manuale o meccanica) o sabbiatura;
  - Eventuale ricostruzione monolitica o rasatura della sezione mediante geomalta® a base di Geolegante® minerale tipo GeoLite®.
  - Nel caso di applicazione del sistema di rinforzo con matrice inorganica assicurarsi che il supporto sia opportunamente inumidito e con un grado di ruvidezza di almeno 5 mm, pari al grado 8 del Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura (seguire indicazioni da scheda tecnica GeoLite®).
  - Nel caso di applicazione del sistema di rinforzo con matrice organica, il supporto dovrà essere asciutto, privo di umidità e con un grado di ruvidezza di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura (seguire indicazioni da scheda tecnica GeoLite® Gel).

### Applicazione

La realizzazione del rinforzo strutturale in fibra di acciaio Steel Reinforced Grout (abbinamento di fibra di acciaio e GeoCalce® F Antisismico o GeoLite®) o Steel Reinforced Polymer (abbinamento di fibra di acciaio e matrice minerale epossidica GeoLite® Gel) andrà eseguita, nel caso di matrice minerale, con l'applicazione di una prima mano di geomalta®, garantendo sul supporto una quantità di materiale sufficiente (spessore medio  $\approx 3 - 5$  mm) per regolarizzarlo e per adagiare e inglobare il tessuto di rinforzo. Nel caso di matrice con adesivo minerale epossidico, su supporto in c.a., la regolarizzazione del supporto potrà essere eseguita mediante GeoLite®, avendo cura di lasciar maturare la geomalta® per un tempo sufficiente al fine di garantire un'umidità del supporto idonea all'applicazione di GeoLite® Gel. Prima dell'applicazione del primo strato di GeoLite® Gel il supporto dovrà essere pulito, asciutto, privo di umidità e irruvidito con sabbiatura o scarifica meccanica, in modo tale da ottenere una ruvidezza di almeno 0,5 mm, pari al grado 5 del Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura. Lo spessore medio del primo strato di adesivo dovrà essere di  $\approx 2 - 3$  mm. Successivamente si procederà applicando, sulla matrice ancora fresca, il tessuto GeoSteel G1200 in Fibra di Acciaio Galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza, garantendo il perfetto inglobamento del nastro nello strato di matrice, esercitando pressione energetica con spatola o rullo in acciaio e avendo cura che la stessa fuoriesca dai trefoli, garantendo così un'ottima adesione fra primo e secondo strato di matrice. Nei punti di giunzione longitudinale, si procederà a sovrapporre due strati di tessuto in fibra di acciaio per almeno 20 cm per matrice epossidica e 30 cm per matrici inorganiche. Nel caso di matrice organica ed inorganica procedere, agendo fresco su fresco, con la rasatura finale protettiva (spessore complessivo del rinforzo per matrice organica  $\approx 3 - 4$  mm, spessore complessivo del rinforzo per matrice minerale  $\approx 5 - 8$  mm) al fine di inglobare totalmente il rinforzo e sigillare eventuali vuoti sottostanti. In caso di strati successivi al primo, procedere con la posa del secondo strato di fibra sullo strato di matrice ancora fresca ripetendo esattamente le fasi sopra elencate. Nel caso in cui il sistema installato con matrice epossidica debba essere intonacato o mascherato mediante rasatura, si consiglia, a resina ancora fresca, uno spruzzo di quarzo minerale per facilitare l'aggrappo degli strati successivi.

Qualora il sistema di rinforzo venga installato in ambienti particolarmente aggressivi, o comunque si voglia garantire un'ulteriore protezione oltre a quella già fornita dalla matrice, si consiglia l'applicazione di:

- GeoLite® Microsilicato su sistema di rinforzo con matrice GeoLite® o GeoCalce® F Antisismico;
- Kerakover Eco Acrilex Flex su sistema di rinforzo con matrice GeoLite® Gel.

Se le opere sono a contatto permanente o occasionale con acqua, i cicli sopra menzionati devono essere sostituiti con ciclo epossidico poliuretano o con cemento osmotico in funzione delle esigenze di cantiere e prescrizioni progettuali.

Per le specifiche tecniche, l'applicazione e preparazione della matrice, nonché quelle dei sistemi protettivi adeguati al tipo di matrice, consultare le relative schede tecniche.

### Realizzazione di Connettore GeoSteel

La realizzazione del diatono artificiale a fiocco andrà eseguita con l'inserimento di una fascia di tessuto della gamma GeoSteel Hardwire™ di opportuna larghezza, in modo da predisporre all'interno del connettore il numero di trefoli minimi necessari da progetto per attingere alle resistenze di trazione richieste; si avrà cura di sfilacciare la parte terminale della fascia di tessuto, mediante taglio della rete di supporto, procedendo con un taglio parallelo ai trefoli stessi per una lunghezza pari a quella dello sfiocco che si vuole realizzare sulla muratura e alla successiva piegatura con apposita piegatrice certificata. In caso di connettore con sfioccatura su entrambi i lati, tale operazione dovrà essere realizzata su entrambe le estremità della striscia di fibra opportunamente predisposta. Terminato il taglio e la piegatura del tessuto si procederà all'arrotolamento della fascia su se stessa, avendo cura di realizzare un cilindro di diametro opportuno rispetto al foro realizzato. Si procederà quindi all'installazione del connettore così realizzato all'interno del foro e successivamente all'inserimento dell'Iniettore&Connettore GeoSteel in polipropilene armato con fibra di vetro, in modo da far aderire la parte terminale del fiocco al supporto. Infine tramite l'apposito foro posto sulla testa del tassello, si procederà all'iniezione di malta colabile, tipo GeoCalce® FL Antisismico, per l'inghisaggio del diatono. Al termine di questa fase l'Iniettore&Connettore GeoSteel sarà opportunamente sigillato con il tappo in dotazione. A seconda del tipo di supporto (calcestruzzo o muratura) il progettista potrà optare per l'inghisaggio del connettore, in alternativa all'utilizzo della malta colabile di calce idraulica naturale, l'impiego di geomalta® colabile GeoLite® Magma o matrice minerale epossidica GeoLite® Gel o superfluida Kerabuild Epofill.

Di seguito si riporta una tabella dove vengono elencate le resistenze di trazione di un connettore, in funzione del tipo di tessuto GeoSteel Hardwire™ e delle relative larghezze di fascia adottate.

## INDICAZIONI D'USO

Tessuto	Larghezza della fascia (cm)	Numero Di Trefoli*	Carico di Rottura a Trazione
GeoSteel G1200	10	31	> 46 kN
GeoSteel G1200	15	47	> 70 kN

\*n° trefoli per cm = 3,14;

carico di rottura a trazione di un trefolo > 1500 N.

Qualora si richieda un connettore con resistenze diverse, ovvero un numero diverso di trefoli, da quelle sopra indicate sarà sufficiente calcolare la larghezza opportuna della fascia, dividendo la resistenza richiesta per la resistenza di un trefolo e successivamente per il numero di trefoli presenti per unità di larghezza nella tipologia di tessuto scelta.

Su richiesta sono disponibili report di prova per la determinazione dei parametri di calcolo.

## VOCE DI CAPITOLATO

### SRG-GeoCalce® F Antisismico & GeoSteel G1200

Esecuzione di riparazione, rinforzo strutturale, miglioramento o adeguamento sismico di elementi e strutture in muratura, tufo o pietra naturale, mediante l'utilizzo di un sistema composito a matrice inorganica SRG (Steel Reinforced Grout), provvisto di Valutazione Tecnica Europea (ETA) ai sensi dell'art.26 del Regolamento UE n. 305/2011 e di certificazione internazionale di comprovata validità, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su una microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 1200 g/m<sup>2</sup> – tipo GeoSteel G1200 di Kerakoll Spa – caratteristiche tecniche certificate del nastro: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa; modulo elastico > 190 GPa; deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm, impregnato con geomalta® ad altissima igroscopicità e traspirabilità a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante® minerale, inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-1,4 mm – tipo GeoCalce® F Antisismico di Kerakoll Spa – da applicarsi direttamente alla struttura da rinforzare.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi:

1. Eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari, mediante GeoCalce® G Antisismico o GeoCalce® F Antisismico di Kerakoll Spa e comunque secondo quanto prescritto e approvato dalla D.L.;
2. Preparazione del supporto per l'applicazione del primo strato di GeoCalce® F Antisismico, il supporto dovrà essere opportunamente irruvidito tramite sabbiatura o scarifica meccanica, avendo cura di garantire la sufficiente asperità di almeno 5 mm (pari al grado 8 del Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura), pulito e inumidito;
3. Stesura di un primo strato con spessore medio ≈ 3 – 5 mm di geomalta® strutturale a grana fine a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e Geolegante®, tipo GeoCalce® F Antisismico di Kerakoll Spa;
4. Con malta ancora fresca, procedere alla posa del Tessuto GeoSteel G1200 in Fibra di Acciaio Galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza di Kerakoll Spa, avendo cura di garantire, mediante pressione energica con spatola o rullo metallico, una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto;
5. Agendo fresco su fresco, procedere con l'esecuzione del secondo strato di geomalta® strutturale, tipo GeoCalce® F Antisismico di Kerakoll Spa, fino ad inglobare il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti per uno spessore complessivo del rinforzo di ≈ 5 – 8 mm;
6. Eventuale ripetizione delle fasi (4) e (5) per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto;
7. Eventuale inserimento di diafani realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, previa: realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensioni idonee alla natura del successivo connettore, confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfocchettatura" e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica, inserimento del connettore preformato all'interno del foro con iniezione a bassa pressione finale di geomalta® ad altissima igroscopicità e traspirabilità, iperfluida, ad elevata ritenzione d'acqua a base di pura calce naturale NHL 3.5 e Geolegante® minerale, intervallo granulometrico 0-100 µm, provvista di marcatura CE – tipo GeoCalce® F Antisismico di Kerakoll Spa.

È compresa la fornitura e posa in opera di tutti i materiali sopra descritti e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Sono esclusi: l'eventuale rimozione dell'intonaco esistente e la bonifica delle zone degradate e ripristino del substrato; i connettori e l'iniezione degli stessi e tutti gli oneri necessari per la loro realizzazione; le prove di accettazione del materiale; le indagini pre- e post-intervento; tutti i sussidi necessari per l'esecuzione dei lavori.

Il prezzo è ad unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

### SRG-GeoLite® & GeoSteel G1200

Esecuzione di riparazione, rinforzo strutturale, miglioramento o adeguamento sismico di elementi e strutture in c.a. e c.a.p., mediante l'utilizzo di un sistema composito a matrice inorganica SRG (Steel Reinforced Grout), provvisto di Valutazione Tecnica Europea (ETA) ai sensi dell'art.26 del Regolamento UE n. 305/2011 e di certificazione internazionale di comprovata validità, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su una microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 1200 g/m<sup>2</sup> – tipo GeoSteel G1200 di Kerakoll Spa – caratteristiche tecniche certificate del nastro: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa; modulo elastico > 190 GPa; deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm, impregnato con geomalta® minerale certificata, eco-compatibile, tixotropica, a presa normale, a base di Geolegante e zirconia a reazione cristallina, a bassissimo contenuto di polimeri petrolchimici ed esente da fibre organiche, specifica per la passivazione, il ripristino, la rasatura e la protezione monolitica a durabilità garantita di strutture in calcestruzzo, provvista di marcatura CE – tipo GeoLite® di Kerakoll Spa – da applicarsi direttamente alla struttura da rinforzare.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi:

1. Eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari, mediante GeoLite® di Kerakoll Spa e comunque secondo quanto prescritto e approvato dalla D.L.;
2. Preparazione del supporto per l'applicazione del primo strato di GeoLite®, il supporto dovrà essere opportunamente irruvidito tramite sabbiatura o scarifica meccanica, avendo cura di garantire la sufficiente asperità di almeno 5 mm (pari al grado 8 del Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura), pulito e inumidito;
3. Stesura di un primo strato con spessore medio ≈ 3 – 5 mm di geomalta® strutturale a base di Geolegante® minerale, tipo GeoLite® di Kerakoll Spa;
4. Con malta ancora fresca, procedere alla posa del Tessuto GeoSteel G1200 in Fibra di Acciaio Galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza di Kerakoll Spa, avendo cura di garantire, mediante pressione energica con spatola o rullo metallico, una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto;

## VOCE DI CAPITOLATO

5. Agendo fresco su fresco, procedere con l'esecuzione del secondo strato di geomalta® tipo GeoLite® di Kerakoll Spa, fino ad inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti per uno spessore complessivo del rinforzo di  $\approx 5 - 8$  mm;
6. Eventuale ripetizione delle fasi (4) e (5) per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto;
7. Eventuale inserimento di diatoni realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, previa: realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensioni idonee alla natura del successivo connettore, confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "stiocchettatura" e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica, inserimento del connettore preformato all'interno del foro con iniezione a bassa pressione finale di geomalta® colabile GeoLite® Magma o matrice minerale epossidica GeoLite® Gel.

È compresa la fornitura e posa in opera di tutti i materiali sopra descritti e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Sono esclusi: l'eventuale rimozione dell'intonaco esistente e la bonifica delle zone degradate e ripristino del substrato; i connettori e l'iniezione degli stessi e tutti gli oneri necessari per la loro realizzazione; le prove di accettazione del materiale; le indagini pre- e post-intervento; tutti i sussidi necessari per l'esecuzione dei lavori.

Il prezzo è ad unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

### SRP-GeoLite® Gel & GeoSteel G1200

Esecuzione di riparazione, rinforzo strutturale, miglioramento o adeguamento sismico di elementi e strutture in c.a e c.a.p., mediante l'utilizzo di un sistema composito a matrice organica SRP (Steel Reinforced Polymer), provvisto di marcatura CE, realizzato con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio prodotti secondo norma ISO 16120-1/4 2017 fissati su una microrete in fibra di vetro, del peso netto di fibra di circa 1200 g/m<sup>2</sup> – tipo GeoSteel G1200 di Kerakoll Spa – caratteristiche tecniche certificate del nastro: resistenza a trazione valore caratteristico > 3000 MPa; modulo elastico > 190 GPa; deformazione ultima a rottura > 1,5%; area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) = 0,538 mm<sup>2</sup>; n° trefoli per cm = 3,14 con avvolgimento dei fili ad elevato angolo di torsione conforme alla norma ISO/DIS 17832; spessore equivalente del nastro = 0,169 mm, impregnato con adesivo minerale epossidico eco-compatibile, in gel, per incollaggi strutturali di tessuti in fibra di acciaio galvanizzato o altri materiali compositi in genere, provvisto di marcatura CE e conforme ai requisiti prestazionali richiesti dalle Norme EN 1504-4 e EN 1504-6, per l'incollaggio di elementi strutturali e dalle linee guida CNR-DT 200 R1/2013, senza la necessità d'impiego di primer di aggrappo, esente da solventi, a bassissime emissioni di sostanze organiche volatili – tipo GeoLite® Gel di Kerakoll Spa – da applicarsi direttamente alla struttura da rinforzare.

L'intervento si svolge nelle seguenti fasi:

1. Eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari, mediante GeoLite® di Kerakoll Spa e comunque secondo quanto prescritto e approvato dalla D.L.;
2. Preparazione del supporto per l'applicazione del primo strato di GeoLite® Gel, il supporto dovrà essere opportunamente irruvidito tramite sabbatura o scarifica meccanica, avendo cura di garantire la sufficiente asperità di almeno 0,5 mm (pari al grado 5 del Kit collauda preparazione supporti c.a. e muratura), pulito e privo di umidità;
3. Stesura di un primo strato con spessore medio  $\approx 2 - 3$  mm di matrice minerale epossidica GeoLite® Gel di Kerakoll Spa;
4. Con adesivo minerale epossidico ancora fresco, procedere alla posa del tessuto GeoSteel G1200 in Fibra di Acciaio Galvanizzato Hardwire™ ad altissima resistenza di Kerakoll Spa, avendo cura di garantire, mediante pressione energica con spatola o rullo metallico, una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto;
5. Agendo fresco su fresco, procedere con l'esecuzione del secondo strato di matrice minerale epossidica GeoLite® Gel di Kerakoll Spa, fino ad inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti per uno spessore complessivo del rinforzo di  $\approx 3 - 4$  mm;
6. Eventuale ripetizione delle fasi (4) e (5) per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto;
7. Eventuale inserimento di diatoni realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, previa: realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensioni idonee alla natura del successivo connettore, confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "stiocchettatura" e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio, con bloccaggio dello stesso mediante fascetta plastica, inserimento del connettore preformato all'interno del foro con iniezione a bassa pressione finale di matrice minerale epossidica GeoLite® Gel.

È compresa la fornitura e posa in opera di tutti i materiali sopra descritti e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Sono esclusi: l'eventuale rimozione dell'intonaco esistente e la bonifica delle zone degradate e ripristino del substrato; i connettori e l'iniezione degli stessi e tutti gli oneri necessari per la loro realizzazione; le prove di accettazione del materiale; le indagini pre- e post-intervento; tutti i sussidi necessari per l'esecuzione dei lavori.

Il prezzo è ad unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.

## DATI TECNICI SECONDO NORMA DI QUALITÀ KERAKOLL

### Dati tessuto non impregnato

Trefolo 3x2 ottenuto unendo fra loro 5 filamenti, di cui 3 rettilinei e 2 in avvolgimento con elevato angolo di torsione

- area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili)	A <sub>trefolo</sub>	0,538 mm <sup>2</sup>
- n° trefoli/cm		3,14 trefoli/cm
- massa (comprensivo di termosaldatura)		$\approx 1200$ g/m <sup>2</sup>
- carico di rottura a trazione di un trefolo		> 1500 N
- resistenza a trazione del nastro, valore caratteristico	O <sub>nastro</sub>	> 3000 MPa
- resistenza a trazione per unità di larghezza		> 4,72 kN/cm
- modulo di elasticità normale del nastro	E <sub>nastro</sub>	> 190 GPa
- deformazione a rottura del nastro, valore caratteristico	E <sub>nastro</sub>	> 1,5%
- spessore equivalente	t <sub>f</sub>	$\approx 0,169$ mm

Confezione rotoli 40 m (h 30 cm)

Peso 1 rotolo  $\approx 18$  kg inclusa confezione

**PERFORMANCE**
**Sistemi GeoSteel SRP – ETA n° 18/0314**

SRP – GeoLite® Gel &amp; GeoSteel G1200

Caratteristica prestazionale	Metodo di prova		Prestazioni sistema GeoSteel SRP G1200 (1 strato)	Prestazioni sistema GeoSteel SRP G1200 (3 strati)	Dati di progetto secondo CNR-DT 200 R1/2013
Resistenza a trazione (valore caratteristico)	EN 2561	$\sigma_{SRP}$	2805 MPa	2887 MPa	2800 MPa
Modulo Elastico (valore medio)	EN 2561	$E_{SRP}$	226 GPa	207 GPa	210 GPa
Allungamento a rottura (valore medio)	EN 2561	$\epsilon_{SRP}$	1,59%	1,68%	1,60%
Lap tensile strength <sup>1</sup> (valore caratteristico)	EN 2561	$\sigma_{lap}$	2698 MPa	NPD	-
Resistenza a trazione del tessuto piegato (valore caratteristico)	EN 2561	$\sigma_{u,f,bent}$	2406 MPa	NPD	-
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	$T_g$	+60 °C	+60 °C	-
<b>ADESIONE AL SUPPORTO <sup>2</sup></b>					
Pull-off strength (valore caratteristico)	EN 1542	$f_h$	2,4 MPa	NPD	-
Single-lap shear test (valore caratteristico)	Annex B EAD 340210-00-0104	$\sigma_{deb}$	1132 MPa	NPD	-
Pull-out from substrate (valore medio)	Annex C EAD 340210-00-0104	$\sigma_{pull-out}$	2498 MPa	NPD	-
<b>CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE</b>					
Temperatura massima (aria e superficie)	-	-		< +35 °C	
Temperatura minima (aria e superficie)	-	-		> +5 °C	
Umidità relativa dell'aria	-	-		20 – 90 %	
Umidità relativa della superficie di incollaggio <sup>3</sup>	-	-		< 5 %	
<b>CONDIZIONI DI ESERCIZIO</b>					
Temperatura massima (aria e superficie)	-	-		< +45 °C	
Temperatura minima (aria e superficie)	-	-		> -25 °C	
Umidità relativa dell'aria	-	-		ininfluente	
Contatto con acqua <sup>4</sup>	-	-		occasionale	
Reazione al fuoco <sup>5</sup>	EN 13501-1	-		Euroclasse D – s2, d0	

In presenza di temperature d'installazione e d'esercizio oltre i limiti sopra indicati, contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre idonei sistemi protettivi nei confronti dell'applicazione e dell'esercizio del sistema di rinforzo GeoSteel SRP.

<sup>1</sup> Lunghezza di sovrapposizione  $l_{lap} = 200$  mm.

<sup>2</sup> Test effettuati su prismi in calcestruzzo con resistenza a compressione  $f_b = 57,5$  MPa.

<sup>3</sup> In presenza di supporto umido attendere la sua completa asciugatura o facilitarla in modo opportuno, prima di eseguire l'applicazione.

<sup>4</sup> In caso di contatto permanente con sostanze liquide, contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre il sistema di protezione più idoneo.

<sup>5</sup> In caso di esposizione a carico di incendio, ovvero di resistenza al fuoco, proteggere il sistema di rinforzo GeoSteel SRP mediante opportuno sistema certificato REI. Il sistema GeoSteel SRP non presenta alcuna resistenza al fuoco.

## PERFORMANCE

### Sistemi GeoSteel SRG – ETA n° 19/0325

SRG – GeoLite® & GeoSteel G1200

Caratteristica prestazionale <sup>1</sup>	Metodo di prova		Prestazioni sistema GeoSteel SRG su supporto in calcestruzzo
Tensione limite convenzionale	LG FRM (§§ 2.1 – 7.2)	$\sigma_{lim,conv}$	841 MPa
Deformazione limite convenzionale	LG FRM (§§ 2.1 – 7.1)	$\epsilon_{lim,conv}$	0,43 %
Modulo elastico del tessuto	LG FRM (§§ 2.1 – 7.1.1)	$E_f$	195 GPa
Resistenza a compressione della malta (valore caratteristico)	EN 12190	$f_{c,mat}$	>50 MPa (28 gg)
Percentuale in peso delle componenti organiche			<1%
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-2		Classe I: $s_D < 5$ m
<b>CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE</b>			
Temperatura massima (aria e superficie)	-	-	< +40 °C
Temperatura minima (aria e superficie)	-	-	> +5 °C
Umidità relativa dell'aria	-	-	ininfluyente
Umidità relativa della superficie di incollaggio	-	-	supporto saturo privo di acqua liquida in superficie
<b>CONDIZIONI DI ESERCIZIO</b>			
Temperatura massima (aria e superficie)	-	-	< +80 °C
Temperatura minima (aria e superficie)	-	-	> -40 °C
Umidità relativa dell'aria	-	-	ininfluyente
Contatto con acqua <sup>2</sup>	-	-	occasionale
Reazione al fuoco <sup>3</sup>	Decisione 2000/605/CE	-	Classe A1

In presenza di temperature d'installazione e d'esercizio oltre i limiti sopra indicati, contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre idonei sistemi protettivi nei confronti dell'applicazione e dell'esercizio del sistema di rinforzo GeoSteel SRG.

<sup>1</sup> Le caratteristiche prestazionali del sistema GeoSteel SRG sono conformi e calcolate in accordo a quanto previsto dalla Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti pubblicata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel Dicembre 2018.

<sup>2</sup> In caso di contatto permanente con sostanze liquide, contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre il sistema di protezione più idoneo.

<sup>3</sup> In caso di esposizione a carico di incendio, ovvero di resistenza al fuoco, proteggere il sistema di rinforzo GeoSteel SRG mediante opportuno sistema certificato REI.

## PERFORMANCE

### Sistemi GeoSteel SRG – ETA n° 19/0325

SRG – GeoCalce® F Antismico & GeoSteel G1200

Caratteristica prestazionale <sup>1</sup>	Metodo di prova		Prestazioni sistema GeoSteel SRG su supporto in laterizio	Prestazioni sistema GeoSteel SRG su supporto in tufo
Tensione limite convenzionale	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.2)	$\sigma_{lim,conv}$	839 MPa	827 MPa
Deformazione limite convenzionale	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.1)	$\epsilon_{lim,conv}$	0,43 %	0,42 %
Modulo elastico del tessuto	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.1.1)	$E_f$	195 GPa	
Resistenza a compressione della malta (valore caratteristico)	EN 12190	$f_{c,mat}$	>15 MPa (28 gg)	
Percentuale in peso delle componenti organiche			<1%	
Permeabilità al vapore acqueo	EN 1745	$\mu$	da 15 a 35 (valore tabulato)	
<b>CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE</b>				
Temperatura massima (aria e superficie)	-	-	< +35 °C	
Temperatura minima (aria e superficie)	-	-	> +5 °C	
Umidità relativa dell'aria	-	-	ininfluente	
Umidità relativa della superficie di incollaggio	-	-	supporto saturo privo di acqua liquida in superficie	
<b>CONDIZIONI DI ESERCIZIO</b>				
Temperatura massima (aria e superficie)	-	-	< +80 °C	
Temperatura minima (aria e superficie)	-	-	> -40 °C	
Umidità relativa dell'aria	-	-	ininfluente	
Contatto con acqua <sup>2</sup>	-	-	occasionale	
Reazione al fuoco <sup>3</sup>	Decisione 2000/605/CE	-	Classe A1	

In presenza di temperature d'installazione e d'esercizio oltre i limiti sopra indicati, contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre idonei sistemi protettivi nei confronti dell'applicazione e dell'esercizio del sistema di rinforzo GeoSteel SRG.

<sup>1</sup> Le caratteristiche prestazionali del sistema GeoSteel SRG sono conformi e calcolate in accordo a quanto previsto dalla Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti pubblicata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel Dicembre 2018.

<sup>2</sup> In caso di contatto permanente con sostanze liquide, contattare l'ufficio tecnico Kerakoll per predisporre il sistema di protezione più idoneo.

<sup>3</sup> In caso di esposizione a carico di incendio, ovvero di resistenza al fuoco, proteggere il sistema di rinforzo GeoSteel SRG mediante opportuno sistema certificato REL.

## AVVERTENZE

- **Prodotto per uso professionale**
- attenersi alle norme e disposizioni nazionali
- maneggiare il tessuto indossando indumenti protettivi ed occhiali ed attenersi alle istruzioni concernenti le modalità di applicazione del materiale
- contatto con pelle: non è richiesta alcuna misura speciale
- stoccaggio in cantiere: conservare in luogo coperto ed asciutto e lontano da sostanze che ne possano compromettere l'integrità e l'adesione con la matrice scelta
- il prodotto è un articolo secondo le definizioni del Regolamento (CE) n. 1907/2006 e pertanto non necessita di Scheda di Dati di Sicurezza e per quanto non previsto consultare il Kerakoll Worldwide Global Service 0536.811.516 - [globalservice@kerakoll.com](mailto:globalservice@kerakoll.com)

I dati relativi al Rating sono riferiti al GreenBuilding Rating® Manual 2012. Le presenti informazioni sono aggiornate a Novembre 2020 (ref. GBR Data Report – 12.20); si precisa che esse possono essere soggette ad integrazioni e/o variazioni nel tempo da parte di KERAKOLL SpA; per tali eventuali aggiornamenti, si potrà consultare il sito [www.kerakoll.com](http://www.kerakoll.com). KERAKOLL SpA risponde, pertanto, della validità, attualità ed aggiornamento delle proprie informazioni solo se estrapolate direttamente dal suo sito. La scheda tecnica è redatta in base alle nostre migliori conoscenze tecniche e applicative. Non potendo tuttavia intervenire direttamente sulle condizioni dei cantieri e sull'esecuzione dei lavori, esse rappresentano indicazioni di carattere generale che non vincolano in alcun modo la nostra Compagnia. Si consiglia pertanto una prova preventiva al fine di verificare l'idoneità del prodotto all'impiego previsto.



**KERAKOLL**  
The GreenBuilding Company

KERAKOLL S.p.a.  
Via dell'Artigianato, 9 - 41049 Sassuolo (MO) Italy  
Tel +39 0536 816 511 - Fax +39 0536 816 581  
[info@kerakoll.com](mailto:info@kerakoll.com) - [www.kerakoll.com](http://www.kerakoll.com)

# GeoCalce® F Antisismico

**Geomalta® strutturale traspirante a grana fine di pura calce naturale NHL e Geogante® – Classe M15. Specifica come matrice minerale da accoppiare a tessuti di acciaio galvanizzato GeoSteel, reti di basalto-acciaio inox GeoSteel Grid e barre elicoidali in acciaio inox Steel DryFix® nei sistemi certificati di rinforzo strutturale, miglioramento e adeguamento sismico. Certificato per migliorare la sicurezza degli edifici.**

GeoCalce® F Antisismico è una geomalta® con classe di resistenza M15 secondo EN 998-2 e R1 secondo EN 1504-3, per interventi su murature altamente traspiranti e manufatti in calcestruzzo, ideale nel GreenBuilding e nel Restauro Storico. Contiene solo materie prime di origine rigorosamente naturale e minerali riciclati. A ridotte emissioni di CO<sub>2</sub> e bassissime emissioni di sostanze organiche volatili. A ventilazione naturale attiva nella diluizione degli inquinanti indoor, batteriostatico e fungistatico naturale. Riciclabile come inerte a fine vita.

S-P-01134 EPD®  
environdec.com



Certificato in abbinamento a GeoSteel G600 e G1200 per strutture in muratura



Certificato in abbinamento a GeoSteel Grid 200 e 400 e Rinforzo ARV 100 per strutture in muratura



Certificato in abbinamento a GeoSteel G600 e G1200, GeoSteel Grid 200 e Grid 400 e Rinforzo ARV 100 per strutture in muratura

## GREENBUILDING RATING®

### GeoCalce® F Antisismico

- Categoria: Inorganici minerali naturali
- Ripristino e rinforzo c.a. e muratura



## ELEMENTI NATURALI

	Pura Calce Naturale NHL 3.5 Certificata		Sabbia Silicea Lavata di Cava Fluviale (0,1-1 mm)
	Geogante® minerale		Calcare Dolomitico Selezionato (0-1,4 mm)
	Sabbietta Silicea Lavata di Cava Fluviale (0,1-0,5 mm)		Fino di Puro Marmo Bianco di Carrara (0-0,2 mm)

## CAMPI D'APPLICAZIONE

### Destinazione d'uso

GeoCalce® F Antisismico è ideale per il rinforzo strutturale traspirante di elementi in muratura, da utilizzare in abbinamento con tessuti di acciaio galvanizzato GeoSteel, reti di basalto-acciaio inox GeoSteel Grid, rete in fibra di basalto Geo Grid 120, rete in fibra di vetro AR e aramide Rinforzo ARV 100 e barre elicoidali in acciaio inox Steel DryFix® e Steel Helibar® 6 su murature perimetrali e tamponature, nel rinforzo strutturale e nel miglioramento o adeguamento sismico.

GeoCalce® F Antisismico permette di costruire murature nuove e di risarcire paramenti murari lesionati nel rispetto delle prestazioni meccaniche della muratura esistente.

GeoCalce® F Antisismico è particolarmente adatta per il rinforzo di opere murarie dove l'origine rigorosamente naturale dei suoi componenti garantisce il rispetto dei parametri fondamentali di porosità, igroscopicità e traspirabilità richiesti. In presenza di risalita capillare d'acqua completare il ciclo con Benesserebio®.

GeoCalce® F Antisismico è idoneo per applicazioni su solai in laterocemento.

### Non utilizzare

Su intonaci o rasature esistenti, su supporti sporchi, decoesi, polverulenti, vecchie pitture e incrostazioni saline.

## PLUS PRODOTTO

### • SICUREZZA E SALUTE

Le malte GeoCalce®, prime malte strutturali a calce traspiranti che assicurano elevata permeabilità al vapore associata ad un'altissima efficacia nella diluizione degli inquinanti indoor per una migliore qualità dell'aria interna, in accoppiamento ai sistemi di rinforzo Kerakoll permettono di realizzare un incremento delle resistenze meccaniche della muratura esistente per migliorare la sicurezza strutturale dell'edificio garantendo protezione e sicurezza agli occupanti.

### • BASSO MODULO ELASTICO

Grazie all'utilizzo della calce NHL e del Geogante® la linea GeoCalce® è contraddistinta da un basso modulo elastico che crea un equilibrio perfetto e una compatibilità tra le resistenze meccaniche delle malte e le resistenze caratteristiche tipiche delle murature di ogni natura.

### • CULTURA E TRADIZIONE

La linea GeoCalce® rispetta e soddisfa le applicazioni su edifici sottoposti a Restauro Storico tutelato dalle Soprintendenze dei Beni Ambientali e Architettonici e su costruzioni della tradizione fornendo al progettista malte a base calce con le caratteristiche meccaniche delle malte strutturali necessarie per gli adeguamenti cogenti nella prevenzione sismica.

- Batteriostatico e fungistatico naturale (metodo CSTB)\*\*

\* ÉMISSION DANS L'AIR INTÉRIEUR Information sur le niveau d'émission de substances volatiles dans l'air intérieur, présentant un risque de toxicité par inhalation, sur une échelle de classe allant de A+ (très faibles émissions) à C (fortes émissions).

\*\* Test eseguiti secondo metodo CSTB, Contaminazione batterica e fungina

## INDICAZIONI D'USO

### Preparazione dei supporti

Il fondo deve essere pulito e consistente, privo di parti friabili, di polvere e muffe. Eseguire la pulizia delle superfici con idrosabbatura o sabbatura fino all'ottenimento di una ruvidità superficiale pari al grado 8 del Kit collaudo preparazione supporti c.a. e muratura. Successivo idrolavaggio a pressione per rimuovere completamente residui di precedenti lavorazioni che possano pregiudicare l'adesione. Asportare la malta d'allettamento inconsistente tra i conci murari. Utilizzare GeoCalce® F Antisismico con la tecnica del rincoccio e/o dello scuci-cuci per ricostruire le parti mancanti della muratura in modo da renderla planare. Bagnare sempre i supporti prima dell'applicazione del prodotto.

### Preparazione e applicazione

GeoCalce® F Antisismico si prepara impastando 1 sacco da 25 kg con acqua pulita, nella quantità indicata sulla confezione, in betoniera a tazza. L'impasto si ottiene versando prima l'acqua nella betoniera pulita ed aggiungendo poi tutta la polvere in unica soluzione. Attendere che il prodotto raggiunga la giusta consistenza in corso di miscelazione. Inizialmente (1 – 2 minuti) il prodotto appare asciutto; in questa fase non aggiungere acqua. Miscelare in continuo per 4 – 5 minuti fino ad ottenere una consistenza omogenea, soffice e senza grumi. Usare tutto il prodotto preparato senza recuperarlo nella successiva miscelata. Impiegare acqua corrente non soggetta all'influenza delle temperature esterne. La qualità della geomalta® è garantita dalla sua origine rigorosamente naturale, sarà compromessa dall'aggiunta di qualsiasi dose di cemento.

GeoCalce® F Antisismico, grazie alla sua particolare plasticità tipica delle migliori calce naturali, è ideale per applicazioni con intonacatrice. Le prove di validazione di GeoCalce® F Antisismico sono state eseguite con intonacatrice attrezzata con i seguenti accessori: Miscelatore, Statore/Rotore D6-3, tubo portamateriale 25x37 mm lunghezza metri 10/20 e lancia spruzzatrice. GeoCalce® F Antisismico si applica facilmente a cazzuola o a spruzzo in maniera tradizionale. Preparare il fondo eseguendo, se necessario, il rincoccio al fine di regolarizzare i supporti. Successivamente procedere alla bagnatura a rifiuto fino ad ottenere un substrato saturo ma asciutto, privo d'acqua liquida in superficie.

Non aggiungere altri componenti (leganti o inerti generici) all'impasto.

### Rinforzo di elementi in muratura con placcaggio diffuso

La realizzazione del rinforzo diffuso in basso spessore si eseguirà nelle seguenti fasi:

**a)** stesura di un primo strato di GeoCalce® F Antisismico, spessore di circa 3-5 mm; **b)** con malta ancora fresca procedere alla posa della rete in fibra di basalto e acciaio Inox GeoSteel Grid 200/400, o rete in fibra di basalto Geo Grid 120, o rete in fibra di vetro AR e aramide Rinforzo ARV 100, avendo cura di garantire una completa impregnazione della rete ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione della rete alla matrice o al supporto; **c)** eventuale inserimento di sistemi di connessione a fiocco GeoSteel, realizzati con i tessuti GeoSteel G600/G1200 e con iniezione di GeoCalce® FL Antisismico, o di connessioni a secco, realizzate con le barre Steel DryFix®. Scegliere il sistema di connessione più idoneo in funzione della muratura presente; **d)** esecuzione del secondo strato di GeoCalce® F Antisismico, spessore di circa 2-5 mm, al fine di inglobare totalmente la rete di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; **e)** eventuale ripetizione delle fasi (a) e (b) per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto.

### Rinforzo di elementi in muratura con placcaggio a fasce

La realizzazione del rinforzo a fasce in basso spessore si eseguirà nelle seguenti fasi:

**a)** stesura di un primo strato di GeoCalce® F Antisismico, spessore di circa 3-5 mm; **b)** con malta ancora fresca procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato GeoSteel G600 o GeoSteel G1200, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto; **c)** eventuale inserimento di sistemi di connessione a fiocco GeoSteel, realizzati con i tessuti GeoSteel G600/G1200 e con iniezione di GeoCalce® FL Antisismico, o di connessioni a secco, realizzate con le barre Steel DryFix®. Scegliere il sistema di connessione più idoneo in funzione della muratura presente; **d)** esecuzione del secondo strato di GeoCalce® F Antisismico, spessore di circa 2-5 mm, al fine di inglobare totalmente la rete di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti; **e)** eventuale ripetizione delle fasi (a) e (b) per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto.

### Pulizia

GeoCalce® F Antisismico è un prodotto naturale, la pulizia degli attrezzi si effettua con sola acqua prima dell'indurimento del prodotto.

## ALTRE INDICAZIONI

Prevedere, in esterno, un distacco da pavimenti, camminatoi o superfici orizzontali in genere onde evitare fenomeni di adescamento capillare; sempre in esterno proteggere il sistema di rinforzo Kerakoll dalle aggressioni meteoriche mediante l'applicazione di Kerakover Eco Silox Pittura.

## VOCE DI CAPITOLATO

*Il rinforzo con placcaggio diffuso o a fasce di elementi in muratura, l'allettamento, la stilatura o la realizzazione del betoncino strutturale saranno realizzate con una geomalta® ad altissima igroscopicità e traspirabilità per muri interni ed esterni a base di pura calce naturale NHL 3.5 e Geolegante®, inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0 – 1,4 mm, GreenBuilding Rating® 4 (tipo GeoCalce® F Antisismico di Kerakoll Spa). La geomalta® naturale dovrà soddisfare anche i requisiti della norma EN 998-2 – G/ M15 e EN 1504-3 – R1 PCC, reazione al fuoco classe A1. La geomalta® avrà uno spessore non superiore ai 15 mm, fasce di livello, finitura a rustico sotto staggia, riquadratura di spigoli e angoli sporgenti, esclusi oneri per ponteggi fissi.*

*L'applicazione sarà da eseguire a mano o con intonacatrice.*

*Resa GeoCalce® F Antisismico: ≈ 14 kg/m² per cm di spessore.*

**DATI TECNICI SECONDO NORMA DI QUALITÀ KERAKOLL**

Aspetto	polvere	
Natura mineralogica aggregato	silicatica-carbonatica	
Intervallo granulometrico	0 – 1,4 mm	
Conservazione	≈ 12 mesi dalla data di produzione in confezione originale e integra; teme l'umidità	
Confezione	sacchi 25 kg	
Acqua d'impasto	≈ 4,5 ℓ / 1 sacco 25 kg	
Massa volumica apparente della malta fresca	≈ 1,73 kg/dm <sup>3</sup>	EN 1015-6
Massa volumica apparente della malta indurita essiccata	≈ 1,58 kg/dm <sup>3</sup>	EN 1015-10
Temperature limite d'applicazione	da +5 °C a +35 °C	
Spessore max per strato	≈ 1,5 cm	
Resa	≈ 14 kg/m <sup>2</sup> per cm di spessore	

Rilevazione dati a +20 ± 2 °C di temperatura, 65 ± 5% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere

**PERFORMANCE**
**QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) VOC - EMISSIONI SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI**

Conformità EC 1 plus GEV-Emicode Cert. GEV 4093/11.01.02

**QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) ACTIVE - DILUIZIONE INQUINANTI INDOOR \***

	Flusso	Diluizione	
Toluene	299 µg m <sup>2</sup> /h	+100%	metodo JRC
Pinene	162 µg m <sup>2</sup> /h	+14%	metodo JRC
Formaldeide	2330 µg m <sup>2</sup> /h	test non superato	metodo JRC
Biossido di Carbonio (CO <sub>2</sub> )	388 mg m <sup>2</sup> /h	+453%	metodo JRC
Umidità (Aria Umida)	26 mg m <sup>2</sup> /h	+21%	metodo JRC

**QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE BATTERIOSTATICA \*\***

Enterococcus faecalis Classe B+ proliferazione assente metodo CSTB

**QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA (IAQ) BIOACTIVE - AZIONE FUNGISTATICA \*\***

Penicillium brevicompactum Classe F+ proliferazione assente metodo CSTB  
 Cladosporium sphaerospermum Classe F+ proliferazione assente metodo CSTB  
 Aspergillus niger Classe F+ proliferazione assente metodo CSTB

**HIGH-TECH EN 998-2**

Resistenza a compressione a 28 gg	categoria M15	EN 998-2
Permeabilità al vapore acqueo (µ)	da 15 a 35 (valore tabulato)	EN 1745
Assorbimento idrico capillare	≈ 0,3 kg/(m <sup>2</sup> · min <sup>0,5</sup> )	EN 1015-18
Resistenza a taglio	> 1 N/mm <sup>2</sup>	EN 1052-3
Adesione al supporto a 28 gg	> 1 N/mm <sup>2</sup> - FP: B	EN 1015-12
Conducibilità termica (λ <sub>10r, dry</sub> )	0,82 W/(m K) (valore tabulato)	EN 1745
Modulo elastico statico	9 GPa	EN 998-2
Conformità	classe di resistenza M15	EN 998-2

**HIGH-TECH EN 1504-3**

Resistenza a compressione	> 15 MPa (28 gg)	EN 12190
Resistenza a trazione per flessione	> 5 MPa (28 gg)	EN 196/1
Legame di aderenza	> 0,8 MPa (28 gg)	EN 1542
Adesione su laterizio	> 1 MPa (28 gg)	EN 1015-12
Modulo elastico a compressione	9 GPa (28 gg)	EN 13412
Compatibilità termica ai cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti	ispezione visiva superata	EN 13687-1
Contenuto ioni cloruro (Determinato sul prodotto in polvere)	< 0,05%	EN 1015-17
Reazione al fuoco	Euroclasse A1	EN 13501-1

**LEED®**

LEED® Contributo Punti ***	Punti LEED®	
MR Credito 4 Contenuto di Riciclati	fino a 2	GBC Italia
MR Credito 5 Materiali Regionali	fino a 2	GBC Italia
QI Credito 4.1 Materiali Basso Emissivi	fino a 1	GBC Italia

Rilevazione dati a +20 ± 2 °C di temperatura, 65 ± 5% U.R. e assenza di ventilazione. Possono variare in funzione delle specifiche condizioni di cantiere.

\* Test eseguiti secondo metodo JRC – Joint Research Centre – Commissione Europea, Ispra (VA) – per la misura dell'abbattimento delle sostanze inquinanti negli ambienti indoor (Progetto Indoortron). Flusso e velocità rapportati alla malta comune da costruzione (1,5 cm) standard.

\*\* Test eseguiti secondo metodo CSTB, Contaminazione batterica e fungina

\*\*\* LEED® è un sistema di misura delle prestazioni ambientali pensato per edifici commerciali, istituzionali e residenziali sia nuovi sia esistenti che si basa su principi ambientali ed energetici comunemente riconosciuti ed accettati dalla comunità scientifica internazionale. Il sistema di valutazione della sostenibilità edilizia LEED® è un sistema volontario. Per il calcolo del punteggio fare riferimento alle prescrizioni contenute nel Manuale LEED® Italia (edizione 2009).

© 2010, Green Building Council Italia, U.S. Green Building Council, tutti i diritti riservati

## APPLICAZIONI POSSIBILI TRA LA MATRICE GEOCALCE® F ANTISISMICO E LE RETI DI RINFORZO

### APPLICAZIONI POSSIBILI TRA LA MATRICE GEOCALCE® F ANTISISMICO E LE RETI DI RINFORZO

	GeoSteel G600	GeoSteel G1200	GeoSteel Grid 200	GeoSteel Grid 400	Geo Grid 120	Rinforzo ARV 100
<b>GeoCalce® F Antisismico</b>	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì

## AVVERTENZE

- **Prodotto per uso professionale**
- attenersi alle norme e disposizioni nazionali
- tenere il materiale immagazzinato in luoghi protetti dal caldo estivo o dal freddo invernale
- proteggere le superfici dalle correnti d'aria
- in caso di necessità richiedere la scheda di sicurezza
- per quanto non previsto consultare il Kerakoll Worldwide Global Service 0536.811.516 – [globalservice@kerakoll.com](mailto:globalservice@kerakoll.com)

I dati relativi al Rating sono riferiti al GreenBuilding Rating® Manual 2012. Le presenti informazioni sono aggiornate a Novembre 2020 (ref. GBR Data Report – 12.20); si precisa che esse possono essere soggette ad integrazioni e/o variazioni nel tempo da parte di KERAKOLL SpA; per tali eventuali aggiornamenti, si potrà consultare il sito [www.kerakoll.com](http://www.kerakoll.com). KERAKOLL SpA risponde, pertanto, della validità, attualità ed aggiornamento delle proprie informazioni solo se estrapolate direttamente dal suo sito. La scheda tecnica è redatta in base alle nostre migliori conoscenze tecniche e applicative. Non potendo tuttavia intervenire direttamente sulle condizioni dei cantieri e sull'esecuzione dei lavori, esse rappresentano indicazioni di carattere generale che non vincolano in alcun modo la nostra Compagnia. Si consiglia pertanto una prova preventiva al fine di verificare l'idoneità del prodotto all'impiego previsto.



**KERAKOLL**  
The GreenBuilding Company

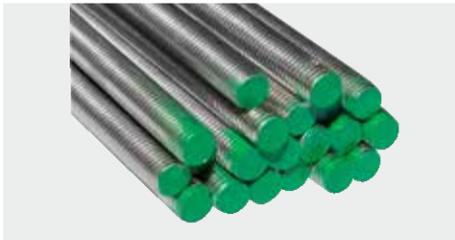
KERAKOLL S.p.a.  
Via dell'Artigianato, 9 - 41049 Sassuolo (MO) Italy  
Tel +39 0536 816 511 - Fax +39 0536 816 581  
[info@kerakoll.com](mailto:info@kerakoll.com) - [www.kerakoll.com](http://www.kerakoll.com)

## BARRE FILETTATE IN ACCIAIO

### DIN 976 - 1



- filettatura metrica ISO, passo grosso
- sistema di individuazione a colore della classe di resistenza (o del materiale) secondo la DIN 976 tramite colorazione di un'estremità:
  - inox A2 - verde
  - inox A4 - rosso



inox A2 - verde



inox A4 - rosso

materiale		inox A2			inox A4			ottone	poliammide PA 6.6
classe di resistenza		70			70			—	—
lunghezza		1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m	1 m	1 m
Ø filetto	passo	Art.	Art.	Art.	Art.	Art.	Art.	Art.	Art.
M3	0,5	0954 3	—	—	0953 3	—	—	—	—
M4	0,7	0954 4	—	—	0953 4	—	—	0951 4	—
M5	0,8	0954 5	0954 002 5	—	0953 5	0953 002 5	0953 003 5	0951 5	—
M6	1	0954 6	0954 002 6	0954 003 6	0953 6	0953 002 6	—	0951 6	0952 6
M8	1,25	0954 8	0954 002 8	0954 003 8	0953 8	0953 002 8	—	0951 8	0952 8
M10	1,5	0954 10	0954 002 10	0954 003 10	0953 10	0953 002 10	0953 003 10	0951 10	0952 10
M12	1,75	0954 12	0954 002 12	0954 003 12	0953 12	0953 002 12	0953 003 12	0951 12	0952 12
M14	2	0954 14	0954 002 14	0954 003 14	0953 14	—	—	—	—
M16	2	0954 16	0954 002 16	0954 003 16	0953 16	0953 002 16	0953 003 16	0951 16	—
M18	2,5	0954 18	—	—	0953 18	—	—	—	—
M20	2,5	0954 20	0954 002 20	0954 003 20	0953 20	0953 002 20	0953 003 20	—	—
M22	2,5	0954 22	—	—	0953 22	—	—	—	—
M24	3	0954 24	0954 002 24	0954 003 24	0953 24	0953 002 24	0953 003 24	—	—

materiale		inox A2		inox A4	
classe di resistenza		50		50	
lunghezza		1 m	3 m	1 m	3 m
Ø filetto	passo	Art.	Art.	Art.	Art.
M27	3	0954 27	—	0953 27	—
M30	3,5	0954 30	0954 003 30	0953 30	0953 003 30
M36	4	0954 36	—	0953 36	—

#### Importante:

Le barre filettate in inox di diametro superiore a M24 vengono lavorate a caldo. Per questo motivo sono di classe 50 e non classe 70.

# ANCORANTE CHIMICO WIT-VM 250

**Campo d'impiego 1: ancoraggi di barre filettate o ferri di armatura in calcestruzzo**

<b>Carichi massimi ammissibili e condizioni di posa in calcestruzzo non fessurato classe C20/25:</b>									
<b>con barre filettate</b>		<b>M8</b>	<b>M10</b>	<b>M12</b>	<b>M16</b>	<b>M20</b>	<b>M24</b>	<b>M27</b>	<b>M30</b>
trazione con barre 5.8	[kN]	8,7	13,5	19,7	28,0	44,4	61,0	74,5	88,9
trazione con barre 8.8	[kN]	9,6	13,5	19,7	28,0	44,4	61,0	74,5	88,9
taglio con barre 5.8	[kN]	5,2	8,3	12,0	22,4	35,0	50,4	65,6	80,1
taglio con barre 8.8	[kN]	8,4	13,3	19,3	35,9	56,0	80,7	104,9	128,2
distanza critica tra ancoranti	$s_{cr,N}$ [mm]	240	270	330	375	510	630	720	810
distanza minima tra ancoranti	$s_{min}$ [mm]	40	50	60	80	100	120	135	150
distanza critica dai bordi	$c_{cr,N}$ [mm]	120	135	165	187	255	315	360	405
distanza minima dai bordi	$c_{min}$ [mm]	40	50	60	80	100	120	135	150
diametro del foro	$d_o$ [mm]	10	12	14	18	24	28	32	35
profondità foro=ancoraggio	$h_o=h_{ef}$ [mm]	80	90	110	125	170	210	240	270
spessore minimo supporto	$h_{min}$ [mm]	110	120	140	161	218	266	304	340
coppia di serraggio	[Nm]	10	20	40	80	120	160	180	200

<b>Carichi massimi ammissibili e condizioni di posa in calcestruzzo non fessurato classe C20/25:</b>										
<b>con ferri di armatura in acciaio BSt 500 S[mm]</b>		<b>Ø 8</b>	<b>Ø 10</b>	<b>Ø 12</b>	<b>Ø 14</b>	<b>Ø 16</b>	<b>Ø 20</b>	<b>Ø 25</b>	<b>Ø 28</b>	<b>Ø 32</b>
trazione	[kN]	9,6	13,5	19,7	26,2	28,0	44,0	61,0	88,9	101,7
taglio	[kN]	6,5	10,1	14,5	19,8	25,2	40,4	63,1	79,2	103,4
distanza critica tra ferri	$s_{cr,N}$ [mm]	246	279	345	390	390	525	645	750	840
distanza minima tra ferri	$s_{min}$ [mm]	40	50	60	70	80	100	125	140	160
distanza critica dai bordi	$c_{cr,N}$ [mm]	123	140	173	195	195	263	323	375	420
distanza minima dai bordi	$c_{min}$ [mm]	40	50	60	70	80	100	125	140	160
diametro del foro	$d_o$ [mm]	12	14	16	18	20	24	32	35	40
profondità foro=ancoraggio	$h_o=h_{ef}$ [mm]	82	93	115	130	130	175	215	250	280
spessore minimo supporto	$h_{min}$ [mm]	112	123	147	166	170	223	279	320	360

(1kN ≈ 100kg)

**Nota:** i valori di resistenza sopra descritti si riferiscono a carichi statici di ancoranti senza influenza dai bordi o da altri ancoranti (rispetto delle distanze critico) e con temperatura 24°C/40°C. Per ulteriori approfondimenti e situazioni di installazioni diverse consultare i certificati ed il software di dimensionamento.

