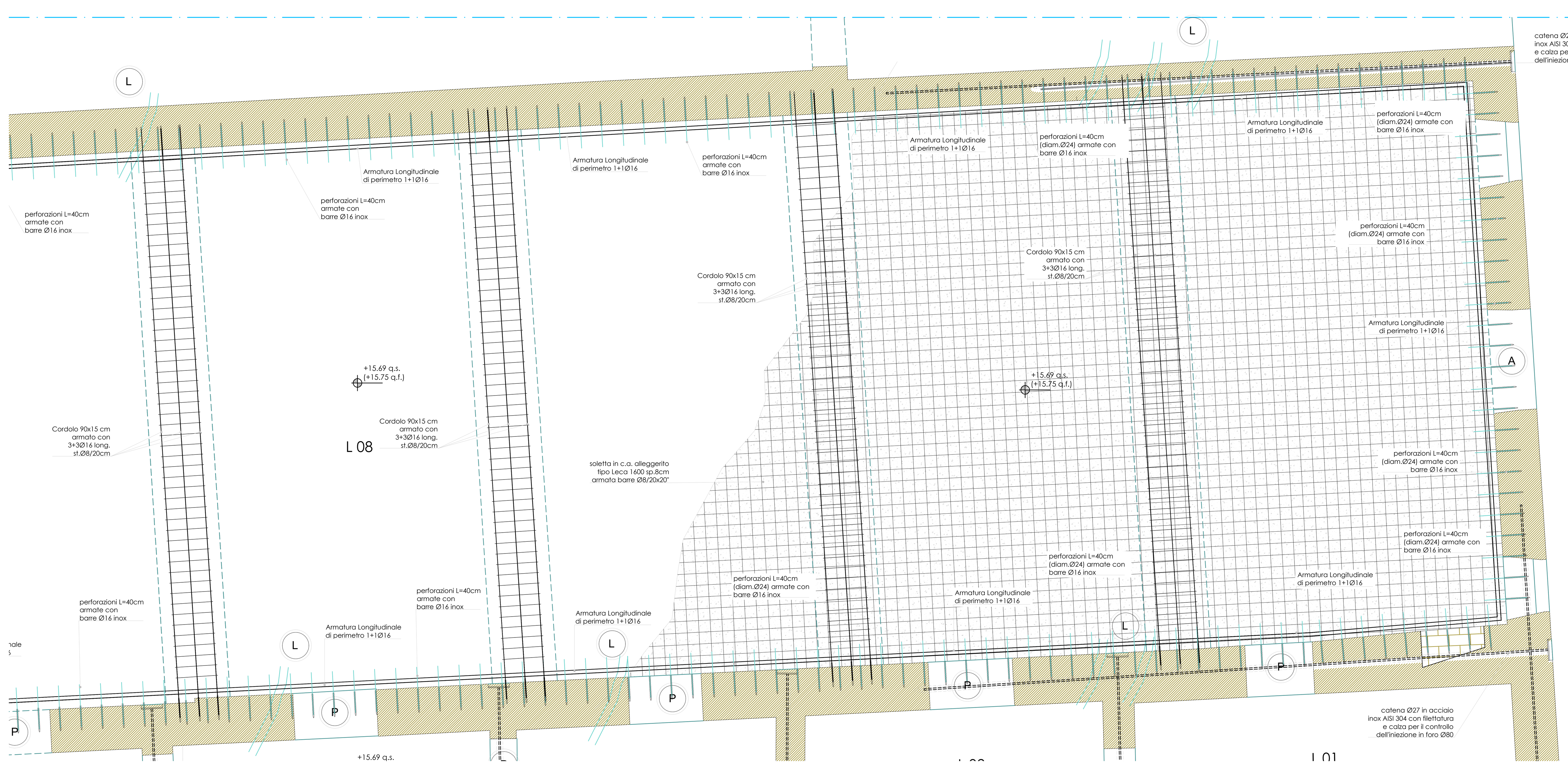
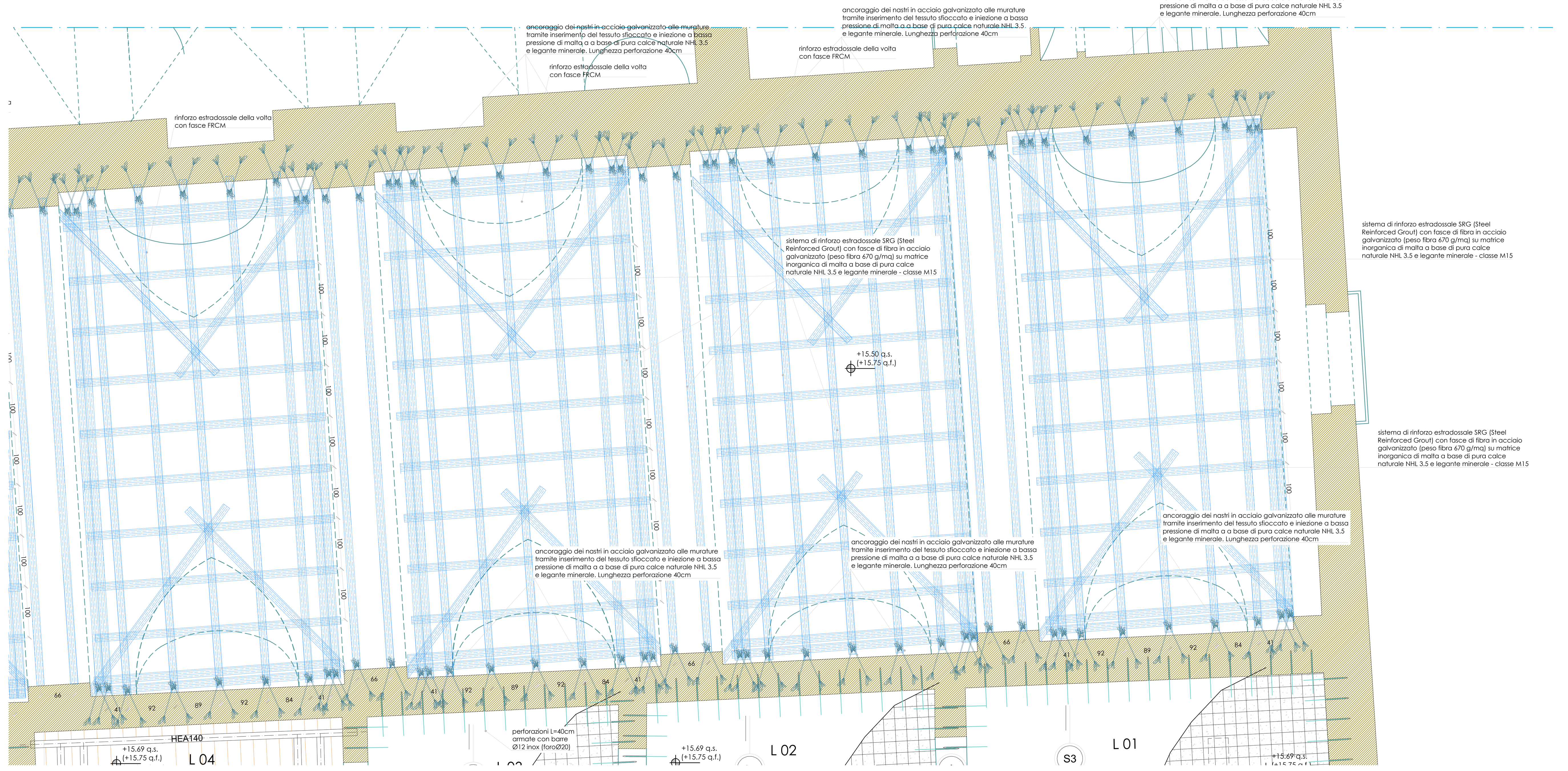
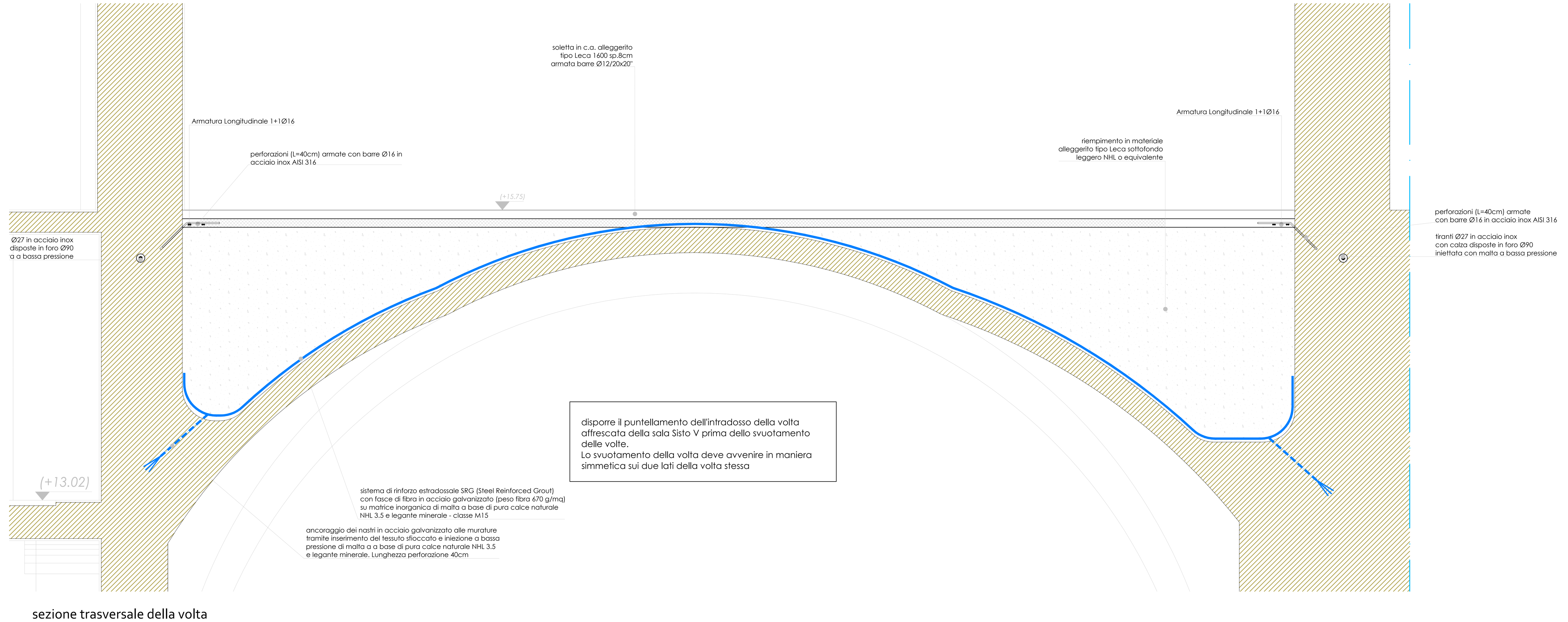
Comune di Napoli
Data: 31/12/2022, IG/2022/0002981



Stralcio della carpenteria a q.(+15.75)m - estradosso soletta
distinta delle armature di rinforzo - perforazioni armate con barre in acciaio inox
Scala 1:50



Stralcio di carpenteria a q.(+15.75)m - estradosso volta - Sistema di rinforzo SRG - disposizione dei tessuti e degli ancoraggi
Scala 1:50



sezione trasversale della volta
Scala 1:50

Rinforzo della volta affrescata della Sala Sisto V
Fasi di lavoro

a. Puntellamento a cassa chiusa dell'intradosso della volta affrescata della Sala Sisto V con centine in legno adottando gli accorgimenti necessari per la salvaguardia degli affreschi;
b. svuotamento e alleggerimento degli strati sovrastanti la volta, procedendo per tratti allo svuotamento dei rinfianchi **sempre simmetricamente** rispetto all'asse longitudinale della volta;
c. eventuali lesioni presenti sia nella parte estradossale sia in quella intradossale verranno sigillate e rincocciate con scaglie di materiale idoneo allettate con la geomalta;
d. pulizia della superficie di estradosso sino alla messa a nudo degli elementi strutturali e posa di fissativo consolidante corticale (cfr. specifica 1);
e. stesura di un primo strato di malta, di spessore di circa 3 - 5 mm;
f. con malta ancora fresca, procedere alla posa del tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, 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 (cfr. specifica 2);
g. esecuzione del secondo strato di malta, di spessore di circa 2 - 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti;
h. ancoraggio delle estremità del tessuto in fibra d'acciaio all'interno del supporto (cfr. specifica 3), procedendo alla preventiva foratura dei supporti, arrotolamento delle estremità del tessuto in acciaio al fine di inserire tali code all'interno dei fori precedentemente realizzati con colatura finale di una malta ad altissima igroscopicità e traspirabilità, iperfluida, ad elevata ritenzione d'acqua a base di pura calce naturale NHL 3.5 e legante minerale.

SPECIFICA 1
Preparazione dei supporti

Il supporto deve essere preparato e bonificato a regola d'arte, comunque seguendo la specifica 0 (interventi sulle murature) indicazioni e prescrizioni della D.L. di tav.12
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. Rimuovere completamente residui di precedenti lavorazioni che possano pregiudicare l'adesione, e qualsiasi porzione di malta d'allettamento inconsistente tra i conci murari;
2. Eventuale applicazione a rifiuto, a spruzzo o a pennello, di fissativo consolidante corticale naturale;
3. Rabboccatura e stilatura dei giunti tra i blocchi tufacei e eventuale ricostruzione della continuità materica.
4. Regolarizzazione della superficie, precedentemente consolidata, con malta strutturale di pura calce idraulica naturale NHL;
5. Assicurarsi che il supporto sia opportunamente inumidito.

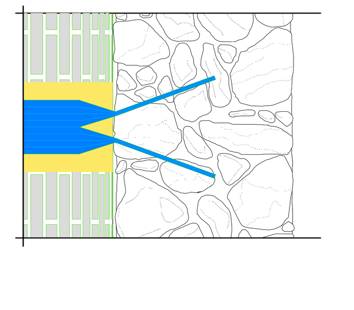
SPECIFICA 2 - Rinforzo delle volte con sistema di rinforzo SRG

Rinforzo strutturale della volta della Sala Sisto V in muratura di tufo mediante l'utilizzo di un sistema composito a matrice inorganica, SRG (Steel Reinforced Grout), realizzato con Tessuto in Fibra di Acciaio Galvanizzato, impregnato con malta ad altissima igroscopicità e traspirabilità a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, da applicarsi direttamente alla struttura da rinforzare.
L'intervento si svolge nelle seguente fasi:
1. Eventuale trattamento di ripristino delle superfici degradate, ammalorate, decoese o non planari, mediante malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e comunque secondo quanto prescritto e approvato dalla D.L. (vedi specifica 1);
2. Preparazione del supporto per l'applicazione del primo strato di malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, il supporto dovrà essere opportunamente irruvidito tramite sabbiatura o scarifica meccanica, avendo cura di garantire la sufficiente asperità di almeno 5 mm, pulito e inumidito;
3. Stesura di un primo strato con spessore medio ≈ 3 – 5 mm di malta strutturale a grana fine a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5 e legante;
4. Con malta ancora fresca, procedere alla posa del Tessuto in Fibra di Acciaio Galvanizzato , 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 malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, fino ad inglobare il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti per uno spessore complessivo del rinforzo di ≈ 5 – 8 mm;
6. Inserimento di diatoni realizzati con tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato, previa realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensioni idonee alla natura del successivo connettore, confezionamento del connettore metallico mediante taglio, "sfiocchettatura" e arrotolamento finale del tessuto in fibra d'acciaio, iniezione a bassa pressione finale di malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, iperfluida. (vedi **specifica 3**)

SPECIFICA 3 - SISTEMA DI CONNESSIONE E INIEZIONE

Esecuzione di ancoraggio terminale delle fasciature in acciaio galvanico alle murature di tufo mediante l'utilizzo di connettore a fiocco realizzato con iniettore in polipropilene armato con fibra di vetro e tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza, formato da micro-trefoli di acciaio fissati su una microrete in fibra di vetro. Il successivo consolidamento dell'elemento murario avverrà attraverso l'iniezione a bassa pressione di malta ad altissima igroscopicità e traspirabilità, iperfluida, a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5.
L'intervento si svolge nelle seguenti fasi:
1) eventuale trattamento di ripristino delle superfici ammalorate;
2) realizzazione del foro d'ingresso, avente dimensione (diametro e profondità) idonea alla natura del successivo connettore, e successiva rimozione della malta nell'area adiacente al foro realizzato;
3) confezionamento del connettore in acciaio mediante taglio, "sfiocchettatura", e arrotolamento Finale del tessuto in fibra d'acciaio;
4) inserimento del connettore preformato all'interno del foro (numero, profondità di ancoraggio, interassi a cura di tecnico abilitato);
5) consolidamento della muratura e collaborazione del connettore mediante iniezione a bassa pressione di malta ad altissima igroscopicità e traspirabilità, iperfluida.

Particolare dell'ancoraggio terminale



Per ogni foro si consideri una larghezza massima di 10 cm di fascia.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

NUOVE STRUTTURE IN C.A.

CALCESTRUZZO	CLASSE	RESISTENZA CUBICA A 28gg.	COPRIFERRI
SOLETTE SUI SOLAI cls allegerito tipo LECA 1600	LC30/33	$R_{ck} \geq 33$ Nmm^{-2}	2 cm
PLATEA	C25/30	$R_{ck} \geq 30$ Nmm^{-2}	3,5 cm

ACCIAIO
BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA
B450 c ($f_{yk} \geq 450$ Nmm^{-2})
Reti elettrosaldate
(tipo $f_{yk} \geq 390$ Nmm^{-2})

IL CONGLOMERATO PER LE STRUTTURE IN C.A. SARA' CONFEZIONATO CON BASSO RAPPORTO ACQUA/CEMENTO E AGGIUNTA DI FLUIDIFICANTE ANTIRITIRO NELLE PROPORZIONI DA DEFINIRSI PRIMA DELL' ESECUZIONE

(DI) Dmax INERTE		
16mm	20mm	24mm
■	□	□

(CE) CLASSE DI ESPOSIZIONE					
X0	XC	XD	XS	XF	XA
■	■	□	□	□	□

(DS) DOSAGGI	
Acqua/CEM max.	0,60
CEM. min. kg/m³	300

(PR) PRESA		
Rapida	Norm.	Ritard.
□	■	□

(CC) CLASSE DI CONSISTENZA					
S1	S2	S3	S4	S5	SCC
□	□	□	■	□	□

(AD) ADDITIVI SPEC.		
Pavim.	Antigelo	Fibre
□	□	□

PRESCRIZIONI (salvo diversa indicazione)	
SOVRAPP. MIN. RETI ELETTROSALDATE	2 maglie
RESISTENZA AL FUOCO	str. in opera MIN R=90

ANCORAGGIO BARRE ORIZZONTALI LONGITUDINALI

DIAMETRO BARRA [Ø, mm]	SOVRAPPOSIZIONE [cm]
Ø 10	50
Ø 12	60
Ø 16	80
Ø 20	100
Ø 24	120

DOVE NON PRESCRITTO DIVERSAMENTE UTILIZZARE L'EQUIVALENTE DI 40 DIAMETRI COME LUNGHEZZA DI ANCORAGGIO O DI SOVRAPPOSIZIONE SIA PER I FERRI D'ARMATURA CHE PER LA RETE ELETTROSALDATA.

PIEGATURE ARMATURE LONGITUDINALI
R.min=4 Ø long.
R.min=7.5 Ø long.

PIEGATURE STAFFE E GANCI
R.min=4 Ø staffe
Minimo 10 Ø staffe

STRUTTURE METALLICHE

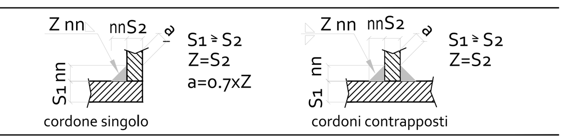
LE SALDATURE SARANNO DEL TIPO MANUALI AD ARCO CON ELETTRODI RIVESTITI O A COMPLETA PENETRAZIONE

PROFILI LAMINATI	PIASTRE E LAMIERE	ELETTRODI SALDATURE
S235	S235	par.11.3.4.5 delle NTC 2018

BULLONI	VITE	DADI	RONDELLE
	CLASSE 8.8	CLASSE 8	durezza 300HV

OPERE IN CARPENTERIA METALLICA DI CLASSE DI ESECUZIONE 2 (EXC2)
LE STRUTTURE METALLICHE SARANNO TRATTATE CON VERNICE ANTIOSSIDANTE SALVO DIVERSE INDICAZIONI

CORDONE DI SALDATURA TIPICO
Eccetto diversa indicazione



FORI BULLONI E COPPIE DI SERRAGGIO (Nm)

Si deve far riferimento alle coppie di serraggio riportate sulle targhette delle confezioni. Nel caso il momento di serraggio non sia riportato sulle targhette delle confezioni, ma compaia il solo fattore k secondo la classe funzionale, si può fare riferimento alle Tabelle 4.2.XVI e 4.2.XVII delle NTC2018, che si riferiscono rispettivamente alle viti di classe 8.8 e 10.9.

Tabella 4.2.XVI – Coppie di serraggio per i bulloni 8.8

Vite	Viti 8.8 – Momento di serraggio M [N m] k=0.10	k=0.12	k=0.14	k=0.16	$F_{p,C}$ [kN]	A_{res} [mm²]
M12	56.6	68.0	79.3	90.6	47.2	84.3
M14	90.2	108	126	144	64.4	115
M16	141	169	197	225	87.9	157
M18	194	232	271	310	108	192
M20	274	329	384	439	137	245
M22	373	448	523	597	170	303
M24	474	569	664	759	198	353
M27	694	833	972	1110	257	459
M30	942	1131	1319	1508	314	561
M36	1647	1976	2306	2635	457	817

Tabella 4.2.XVII Coppie di serraggio per bulloni 10.9

Vite	Viti 10.9 – Momento di serraggio M [N m] k=0.10	k=0.12	k=0.14	k=0.16	$F_{p,C}$ [kN]	A_{res} [mm²]
M12	70.8	85.0	99.1	113	59.0	84.3
M14	113	135	158	180	80.5	115
M16	176	211	246	281	110	157
M18	242	290	339	387	134	192
M20	343	412	480	549	172	245
M22	467	560	653	747	212	303
M24	593	712	830	949	247	353
M27	868	1041	1215	1388	321	459
M30	1178	1414	1649	1885	393	561
M36	2059	2471	2882	3294	572	817

MATERIALI SPECIALI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE

MALTA PER RIPRISTINI STRUTTURALI SULLE MURATURE: GeoCalce® F Antisismico

Malta strutturale traspirante di pura calce naturale NHL - Classe M15. Specifica come matrice minerale da accoppiare a tessuti di acciaio galvanizzato

CARATTERISTICHE
Classe della malta M15 EN 998-2
Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 MPa EN 12190
Resistenza a trazione per flessione a 28 gg ≥ 5 MPa EN 196/1
Legame di aderenza > 0,8 MPa EN 1542
Adesione > 1 MPa EN 1015-1
Modulo elastico statico 9,0 GPa EN 13412

MALTA PER INIEZIONI NELLE MURATURE

Malta strutturale traspirante fluida di pura calce naturale NHL - Classe M15.
Specifica come malta minerale fluida nelle iniezioni consolidanti e come matrice in accoppiamento con diatoni di tessuto in acciaio galvanizzato per realizzare connessioni di rinforzo strutturale, miglioramento e adeguamento sismico

CARATTERISTICHE
Classe della malta M15 EN 998-2
Tensione di aderenza della barra inghisata ≥ 3,5 MPa RILEM – CEB – FIPRC6-78
Reazione al fuoco classe A1 EN 13501-1
Resistenza a compressione a 28 gg ≥ 15 N/mm2 EN 1015-11
Modulo elastico statico 9,5 GPa EN 13412

TESSUTI IN FIBRA DI ACCIAIO GALVANIZZATO

Il tessuto in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza unidirezionale formato da micro-trefoli di acciaio, fissati su una microrete in fibra di vetro.
Dati tessuto non impregnato
- area effettiva di un trefolo 3x2 (5 fili) A trefolo 0,538 mm²
- n° trefoli/cm 1,57 trefoli/cm
- massa (comprensivo di termosaldatura) ≈ 670 g/m2
- carico di rottura a trazione di un trefolo > 1500 N
- resistenza a trazione del nastro, valore caratteristico σnastro > 3000 MPa
- resistenza a trazione per unità di larghezza > 2,35 kN/cm
- modulo di elasticità normale del nastro, valore medio Enastro > 190 GPa
- deformazione a rottura del nastro, valore caratteristico εnastro > 2%
- spessore equivalente tf ≈ 0,084 mm

PERFORMANCE IN OPERA
- resistenza a trazione $\sigma_{SRG} \approx 3060$ MPa
- modulo elastico $E_{SRG} \approx 156$ GPa
- allungamento a rottura $\varepsilon_{SRG} \approx 1,01 \pm 0,1\%$

STRUTTURE IN LEGNO LAMELLARE

LEGNO LAMELLARE INCOLLATO OMOGENEO
CLASSE GL24h

Le classi di resistenza e i profili caratteristici del legno lamellare sono conformi alla normaUNI EN 14080: 2013, mentre quelli del legno massiccio alla norme UNI EN 338:2016.

TENSIONI CARATTERISTICHE (Nmm²)			CLASSE DI SERVIZIO
flessione		$f_{m,K}$ =	1
compressione	fibre 0°	$f_{c,0,K}$ =	
	fibre 90°	$f_{c,90,K}$=	
trazione	fibre 0°	$f_{t,0,K}$ =	
	fibre 90°	$f_{t,90,K}$=	
tangenziale	long.	$f_{v,K}$ =	

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.P.R. n.380/2001 - Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
- NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018) - DM Infrastrutture 17 gennaio 2018 pubblicato su S.O. n. 8 alla G.U. 20 febbraio 2018, n.42

N.B. in fase di cantierizzazione le misure dovranno essere puntualmente verificate dall'impresa esecutrice

Prima della esecuzione delle opere l'impresa esecutrice dovrà sottoporre alla D.L. i disegni costruttivi degli elementi e dei nodi di carpenteria e gli sketch di officina per l'approvazione

COMUNE DI NAPOLI
PROGETTO COFINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA
Unione Europea
POR Campania FESR 2007-2013
REGIONE CAMPANIA
Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Campania
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche Campania - Molise

COMUNE DI NAPOLI

Progetto Esecutivo
COMPLESSO DI SAN LORENZO MAGGIORE
"GRANDE PROGETTO CENTRO STORICO DI NAPOLI - VALORIZZAZIONE DEL SITO UNESCO"

SERVIZIO VALORIZZAZIONE DELLA CITTÀ STORICA

RUP: Arch. Luca D'Angelo

PROGETTAZIONE
AECODE srl - (Capogruppo)
R.O.M.A. Consorzio
Arch. Rosa Porricelli
Ing. Gaetano Saggliocca
Dott. Geol. Fabio De Vincentiis
Arch. Dario De Angelis

CONTATTI: AECODE SRL - VIA R. MORGHEN 92, NAPOLI - 081 18638242 - INFO@AECODE.IT

Codice elaborato	Titolo	Scala	Data
ESE_ST_10_Rev.02	INTERVENTI DI RINFORZO SULLA VOLTA DELLA SALA SISTO V	1:50	12 I2022

2751