



## COMUNE DI PORCARI

Provincia di Lucca

**INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL  
RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI  
SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA SCUOLA  
MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA  
GIANNINI**

### RELAZIONE TECNICA

Il Tecnico incaricato  
Dott. Ing. Rosario Bray

Lucca, 18 Gennaio 2017

## 1 Descrizione degli interventi e tempistica

Il presente documento ha come oggetto lo studio degli interventi di ripristino di una porzione di solaio di soffittatura dell'atrio della Scuola Materna di via Giannini a Porcari (LU).

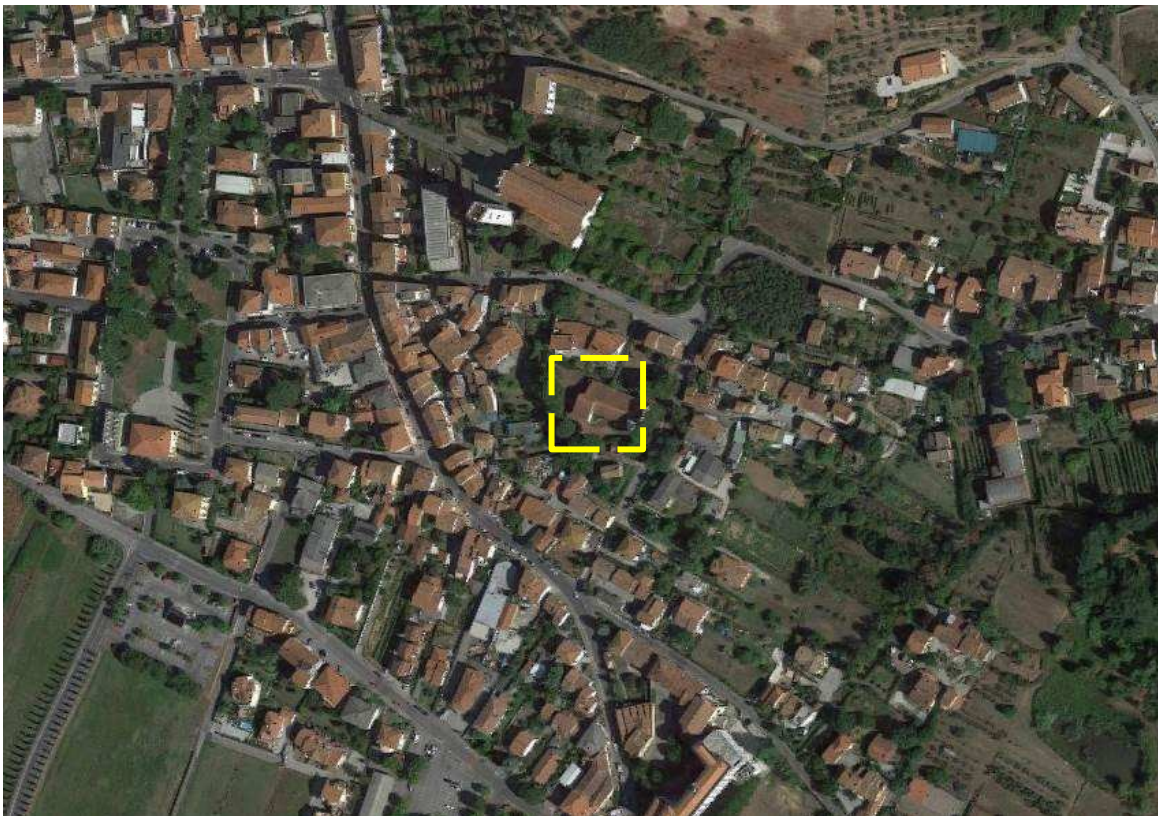


Figura 1: Localizzazione geografica della Scuola Materna

In data 10 gennaio 2017 il geometra Gianfranco Avagliano, tecnico del comune di Porcari, su segnalazione del personale della scuola, si è recato sul posto riscontrando la presenza di lesioni nella terza campata del soffitto dell'atrio. Preso atto della precaria situazione di stabilità strutturale ha provveduto a far porre in opera idonea puntellatura volta a scongiurare eventuali crolli.

In data 13 gennaio lo scrivente si recava presso l'asilo di via Giannini e, alla presenza dell'Ing. Fulvio D'Angelo del comune di Capannori ed del tecnico dell'impresa, ha preso visione dello stato dei luoghi dopo che erano state rimosse le porzioni di solaio pericolante.

Dall'esame dello stato dei luoghi si è potuto riscontrare che le lesioni erano state causate dallo sfondellamento delle tavelle poggiate sui travetti tipo SAP. Si è potuto, inoltre, notare che alcune tavelle risultavano più corte del necessario e venivano mantenute in posizione dalla malta

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA

cementizia che andava a colmare le zone più corte che non poggiavano sull'aletta in laterizio del travetto.

I sondaggi effettuati hanno permesso infine di valutare anche i travetti in laterizio esistenti che risultavano in buono stato conservativo senza fornire sufficienti garanzie nei confronti di rotture fragili dei bordi che sorreggevano le tavelle.

L'estensione dei sondaggi alla terza e quarta campata della copertura dell'atrio ha permesso di riscontrare la presenza di ulteriori zone critiche che sarebbero potute venir giù a breve.

Sulla base di quanto si è potuto riscontrare si è deciso, pertanto, di intervenire sugli ultimi due campi della copertura dell'atrio sostituendo l'attuale solaio con uno composto da profili metallici del tipo HEA100 e tavelloni in laterizio poggiati sulle ali inferiori degli stessi.

Di seguito si indica una breve descrizione delle fasi lavorative necessarie al completamento dell'intervento:

- compartimentazione dell'area mediante idonea protezione mediante telo antipolvere;
- puntellamento della porzione di solaio da demolire;
- isolamento della porzione di solaio da demolire mediante taglio con flessibile;
- demolizione e rimozione del materiale di risulta;
- demolizioni locali delle travi in c.a. in corrispondenza dell'alloggiamento delle piastre di collegamento delle nuove travi metalliche in HEA100; tali demolizioni dovranno essere effettuate prima tagliando con il flessibile lungo i bordi verticali della parte da rimuovere, poi demolendo la parte mediante attrezzi manuali o martello demolitore a basso impulso. Le operazioni di taglio dovranno prevedere l'uso di un aspiratore in modo da ridurre significativamente l'emissione di polveri nell'ambiente;
- posizionamento delle travi in carpenteria metallica, sostenute mediante puntellatura, per l'individuazione dei punti dove effettuare le forature;
- ricerca delle armature della trave in corrispondenza delle zone interessate dai fori, controllo quindi della compatibilità degli stessi e successiva foratura;
- posizionamento finale delle travi mediante l'installazione prima dei tasselli meccanici e poi degli ancoraggi chimici;
- installazione dei tavelloni murati lateralmente contro l'anima del profilato metallico;
- applicazione del ciclo di verniciatura intumescente all'intradosso delle travi metalliche;
- realizzazione dell'intonaco all'intradosso dei tavelloni;
- pitturazione del soffitto e delle pareti all'interno della zona compartimentata, previa pulizia e preparazione dei supporti;

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA

- rimozione della compartimentazione e pulizia finale dei locali.

I lavori di perimetrazione dell'area d'intervento, di messa in sicurezza e di ripristino di una porzione della copertura dell'atrio sono cominciati lo stesso giorno dei sopralluoghi (13 gennaio) e proseguiranno nei giorni successivi dopo le ore 16:00 (al di fuori dell'orario scolastico) e tutto il giorno di sabato e domenica sino al completamento degli stessi.

Di seguito si riporta un cronoprogramma sommario delle lavorazioni:

I venerdì (dopo le ore 16:00)	Preparazione del cantiere e puntellamento del solaio esistente
I sabato	Demolizione della porzione di solaio da rimuovere
I domenica	Demolizione della porzione di solaio da rimuovere Rimozione del materiale di risulta
II venerdì (dopo le ore 16:00)	Pulizia e preparazione delle superfici in corrispondenza degli alloggiamenti delle travi metalliche
II sabato	Installazione e fissaggio delle travi metalliche
II domenica	Installazione e fissaggio delle travi metalliche Stesura di trattamento protettivo intumescente
III sabato	Intonacatura della porzione ripristinata
IV sabato	Pulizia e imbiancatura Smobilitazione del cantiere

Nei giorni della settimana compresi tra quelli interessati dalle lavorazioni, la zona oggetto di intervento sarà inaccessibile in quanto rimarranno installate le recinzioni e la barriera antipolvere.

### **1.1 Documentazione fotografica**

Di seguito sono riportate le fotografie effettuate durante le operazioni di indagine effettuate con sondaggi atti ad individuare le cause delle lesioni e dei distacchi.

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA





Vista della lesione nel terzo campo della copertura dell'atrio



Vista della lesione nel terzo campo della copertura dell'atrio

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA



Rimozione delle porzioni pericolanti delle tavelle nel terzo campo di copertura dell'atrio



Rimozione delle porzioni pericolanti delle tavelle nel terzo campo di copertura dell'atrio

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA





Demolizione totale delle tavole pericolanti nel terzo campo della copertura dell'atrio

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA



Demolizione parziale delle tavelle pericolanti nel quarto campo della copertura dell'atrio

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA





Vista locale di uno spigolo della copertura dell'atrio dopo la demolizione delle tavelle

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA



Demolizione totale delle tavelle pericolanti nel quarto campo della copertura dell'atrio

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA

## 2 Riferimenti normativi

Per il calcolo e la verifica degli elementi strutturali si è fatto riferimento alle regole canoniche della scienza e tecnica delle costruzioni nonché alla normativa vigente. Di seguito di riporta un elenco delle normative principali e di riferimento.

D.M. 14 Gennaio 2008 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni (cosiddette NTC2008).

Circolare C.S.LL.PP. 2 Febbraio 2009 n° 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

Per quanto non diversamente specificato nel D.M.14.1.2008, si intendono coerenti con i principi alla base del Decreto le indicazioni riportate nei documenti elencati in §12; fra questi: gli Eurocodici strutturali di interesse per il seguente progetto, le indicazioni europee per il calcolo degli ancoraggi metallici e le istruzioni CNR per la valutazione dell'azione del vento :

### **Criteria generali di progettazione strutturale**

**UNI EN 1990:2006**

#### **Azioni sulle strutture**

**Eurocodice 1**

UNI EN 1991-1-1:2004 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici

UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco

UNI EN 1991-1-3:2004 Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve

UNI EN 1991-1-4:2005 Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento

UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche

UNI EN 1991-1-6:2005 Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione

#### **Progettazione delle strutture in calcestruzzo**

**Eurocodice 2**

UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1992-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

#### **Progettazione delle strutture in acciaio**

**Eurocodice 3**

UNI EN 1993-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio

UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti

#### **Design of bonded anchors.**

EOTA Technical Report 029



### 3 Materiali impiegati e Resistenze di calcolo

#### 3.1 Coefficienti parziali di sicurezza

In accordo alle NTC2008, si sono considerati i seguenti coefficienti parziali di sicurezza.

Acciaio per carpenteria metallica

$\gamma_{M0} = 1.05$  per le verifiche di resistenza

$\gamma_{M1} = 1.05$  per le verifiche di stabilità

$\gamma_{M2} = 1.25$  per sezioni forate e connessioni

#### 3.2 Acciaio per carpenteria metallica

Acciaio tipo **S235** – UNI EN 10025

- resistenza caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$

- resistenza caratteristica di rottura  $f_{tk} = 360 \text{ N/mm}^2$

#### 3.3 Calcestruzzo esistenti

Il calcestruzzo delle travi della struttura esistente ha le seguenti caratteristiche

- classe di resistenza: **Classe 20/25**

- resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$

- resistenza caratteristica cubica  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$

#### 3.4 Barre filettate

Dadi: classe **8** – UNI EN 20898 parte II

Rondelle: acciaio **C50** – UNI EN 10083-2

Viti: classe **8.8**

- resistenza di rottura a trazione:  $f_t = 800 \text{ N/mm}^2$

- resistenza di snervamento:  $f_y = 649 \text{ N/mm}^2$

#### 3.5 Resina da ancoraggio

Resina tipo Hilti HIT-HY 200-A o equivalente

	Standard	Valori	Unità di misura
Densità resina indurita	EN ISO 1183-1	1,83	g/cm <sup>3</sup>
Resistenza a compressione	EN ISO 604 / HN569	7-28 giorni: 110	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a compressione (asciutto)	EN ISO 604 / HN569	120	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico a compressione	EN ISO 604 / HN569	1900	N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a flessione	EN ISO 178:2010	20	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico a flessione	EN ISO 178:2010	2500	N/mm <sup>2</sup>
Indice di durezza D	EN ISO 868	75	-
Resistenza a trazione	EN ISO 178:2010	20	N/mm <sup>2</sup>
Allungamento a trazione (a rottura)	ASTM D 638-97	0,75	%
Coefficiente lineare di ritiro		3	%
Assorbimento d'acqua		< 3	%
Resistenza elettrica	DIN VDE 303	2	kV/mm

## 4 Analisi dei carichi

### 4.1 Pesi propri strutturali e permanenti portati

#### 4.1.1 Pesi propri strutturali

- travi HEA 100 16,7 daN/m
- tavelloni sp. 6 cm 42 daN/m<sup>2</sup>

#### 4.1.2 Permanenti portati

- intonaco civile sp. 1,5 cm 30 daN/m<sup>2</sup>

### 4.2 Carichi variabili

Il solaio oggetto dell'intervento non è praticabile, ma per il dimensionamento delle travi metalliche si considerano i carichi relativi ai sottotetti accessibili per sola manutenzione.

A norma di legge (D.M. 14/1/2008), essi sono da considerarsi pari a:

- categoria H1 – coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione  $q = 50 \text{ daN/m}^2$   
 $Q = 120 \text{ daN}$

## 5 Classificazione dell'intervento

L'intervento di ripristino del solaio in questione è classificato come "intervento locale" in accordo alle indicazioni riportate negli "Orientamenti interpretativi in merito agli interventi locali o di riparazione in edifici esistenti" del Comitato Tecnico Scientifico in materia di rischio sismico della Regione Toscana.

In particolare:

- Viene mantenuta la stessa orditura
- Il valore del carico di esercizio relativo alla destinazione d'uso rimane invariato;
- Non viene modificata significativamente la rigidezza del piano
- Non viene modificata la quota di imposta del solaio.

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA

- Il valore della somma tra i pesi propri e i permanenti portati diminuisce del 1.86%;

Di seguito il calcolo dei pesi riferiti all'intero intervento.

STATO ATTUALE – pesi propri e permanenti	STATO DI PROGETTO - pesi propri e permanenti
Travetto in laterizio = 32.5 daN/mq ( 26 daN/m / 0.80 m )	Trave <b>HEA100</b> = 18.8 daN/mq ( 16,7 daN/m / 0.89 m )
Tavelle sp. 4 cm = 30 daN/mq ( 30 daN/mq )	Tavelle sp. 6 cm = 42 daN/mq ( 42 daN/mq )
Intonaco 1,5 = 30 daN/mq ( 30 daN/mq )	Intonaco 1,5 = 30 daN/mq ( 30 daN/mq )
TOTALE 92.5 daN/mq	TOTALE 90.8 daN/mq

## 6 Modello di calcolo

Il calcolo degli elementi del solaio è stato svolto considerando una singola trave HEA100 intermedia semplicemente appoggiata, conducendo un'analisi di tipo statica lineare.

### 6.1 Condizioni e combinazioni delle azioni

Le combinazioni e gli involuppi sono stati prodotti tenendo in conto i coefficienti di combinazione riportati nei paragrafi 2.5.3, 2.6.1, 2.6.2, 3.2.4 e 7.3.5 del DM 14/01/2008, considerando combinazioni a SLU in condizioni non sismiche, SLE caratteristica, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Con riferimento alla durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione variabile, si definiscono:

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
 SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
 (VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA



valore quasi permanente  $z_j \times Q_{kj}$ : la media della distribuzione temporale dell'intensità;  
valore frequente  $z_{1j} \times Q_{kj}$ : il valore corrispondente al frattile 95% della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento;  
valore raro (o di combinazione)  $z_{0j} \times Q_{kj}$ : il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili.

### Combinazioni delle Azioni

Combinazione fondamentale (SLU EQU; SLU STR; SLU GEO):

$$G_1 \times G_1 + G_2 \times G_2 + P \times P + Q_1 \times Q_{k1} + Q_2 \times Q_{k2} + Q_3 \times Q_{k3} + \dots$$

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Combinazione caratteristica (SLE<sub>R</sub>):  $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + Q_{k2} + Q_{k3} + \dots$

Combinazione frequente (SLE<sub>F</sub>):  $G_1 + G_2 + P + z_{11} \times Q_{k1} + z_{12} \times Q_{k2} + z_{13} \times Q_{k3} + \dots$

Combinazione quasi permanente (SLE<sub>QP</sub>):  $G_1 + G_2 + P + z_{01} \times Q_{k1} + z_{02} \times Q_{k2} + z_{03} \times Q_{k3} + \dots$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche.

## 6.2 Criteri per la verifica

### 6.2.1 Sicurezza Strutturale

Nel metodo agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici,  $R_k$  e  $F_{kj}$  definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. Per la sicurezza di opere e sistemi geotecnici, i valori caratteristici dei parametri fisico- meccanici dei terreni sono definiti nel § 6.2.2 delle NTC.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il

“metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove

$R_d$  è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto  $R_{di} = R_{ki} / M_i$  della resistenza dei materiali ed ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

$E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto

$$F_{dj} = F_{kj} \cdot F_j \text{ delle azioni, o direttamente } E_{dj} = E_{kj} E_j.$$

I coefficienti parziali di sicurezza,  $M_i$  e  $F_j$ , tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

## 7 Verifiche strutturali

### 7.1 Verifiche generali degli elementi strutturali

Le verifiche degli elementi strutturali sono condotte col metodo semiprobabilistico agli stati limite in accordo al D.M. 14/1/2008 o secondo Eurocodice 3. Le verifiche strutturali sono riportate nel seguito.

### 7.2 Verifiche a SLE

- Verifiche di deformabilità → per assicurare la funzionalità della struttura è stato verificato che l'entità della freccia della singola trave sia idonea alla destinazione d'uso della struttura.

Il valore limite del rapporto luce/freccia ritenuto accettabile da Normativa è:

$$L / f = 350, \text{ sotto gli effetti dei carichi variabili; } \quad 0,2 < 8,4 \text{ mm}$$

$$L / f = 250, \text{ sotto gli effetti combinati dei carichi permanenti e dei variabili; } \quad 1,7 < 11,8 \text{ mm}$$

Al fine di contrastare eventuali cavillature dell'intonaco all'intradosso del solaio è stato scelto di limitare ulteriormente la deformazione massima a 2 mm. Le verifiche sono riportate di seguito.

### 7.3 Verifiche a SLU e SLV

#### Trave HEA 100

Considerando la trave come semplicemente appoggiata, il momento massimo in mezzera si ottiene combinando l'effetto dei pesi propri e permanenti portati con quello del sovraccarico concentrato, mentre il taglio massimo è relativo alla combinazione dei pesi proprio e permanenti portati con il sovraccarico considerato come uniformemente distribuito.

- lunghezza trave            2,95 m
- interasse                    0,89 m

Il momento ed il taglio massimi sono:

$$M_{Ed}^{\max} = 1,3 \times ( 16,7 + 42 \times 0,89 + 30 \times 0,89 ) \times 2,95^2 / 8 + 1,5 \times 120 \times 2,95 / 4 = 247 \text{ daN m}$$

$$V_{Ed}^{\max} = 1,3 \times ( 16,7 + 42 \times 0,89 + 30 \times 0,89 ) \times 2,95 / 2 + 1,5 \times ( 50 \times 0,89 ) \times 2,95 / 2 = 253 \text{ daN.}$$

Dato che la resistenza a flessione MRd del profilo è 1858 daN m, quella a taglio VRd è 9796 daN e quella contro l'instabilità flesso torsionale Mb,Rd è 1583 daN m, le verifiche risultano soddisfatte. Di seguito si riportano le verifiche svolte.



---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA

## 8 Collegamenti

Le estremità delle travi sono saldate lungo tutto il contorno ad una piastra di spessore 8 mm mediante cordoni di saldatura di dimensioni 5x5.

La trasmissione dei carichi verticali dalle nuove strutture a quelle esistenti è assegnata ad una coppia di tasselli meccanici tipo Hilti HST M12 o equivalenti per ogni piastra di estremità di profilo HEA100. La piastra è connessa alla trave anche mediante due ancoraggi chimici a quota dell'asse del profilo che hanno il compito di assorbire eventuali azioni assiali di trazioni.

La verifica è stata svolta, a favore di sicurezza, considerando il solo contributo resistente dei tasselli meccanici.

Il taglio massimo è:

$$V_{Ed}^{max} = 1,3 \times (16,7 + 42 \times 0,89 + 30 \times 0,89) \times 2,95 / 2 + 1,5 \times (50 \times 0,89) \times 2,95 / 2 = 253 \text{ daN.}$$

Dato che la resistenza della coppia di tassella nella configurazione geometrica di progetto risulta 1428 daN > 253 daN, il collegamento risulta verificato.

Di seguito si riportano le verifiche estese dell'ancoraggio che sono state svolte mediante il software Hilti Profis Ancor v2.5.2.


**Profis Anchor 2.5.2**

www.hilti.it

 Impresa:  
 Progettista:  
 Indirizzo:  
 Telefono | Fax:  
 E-mail:

 Pagina: 1  
 Progetto:  
 Contratto N°:  
 Data: 19/01/2016

Commenti del progettista:

### 1 Dati da inserire

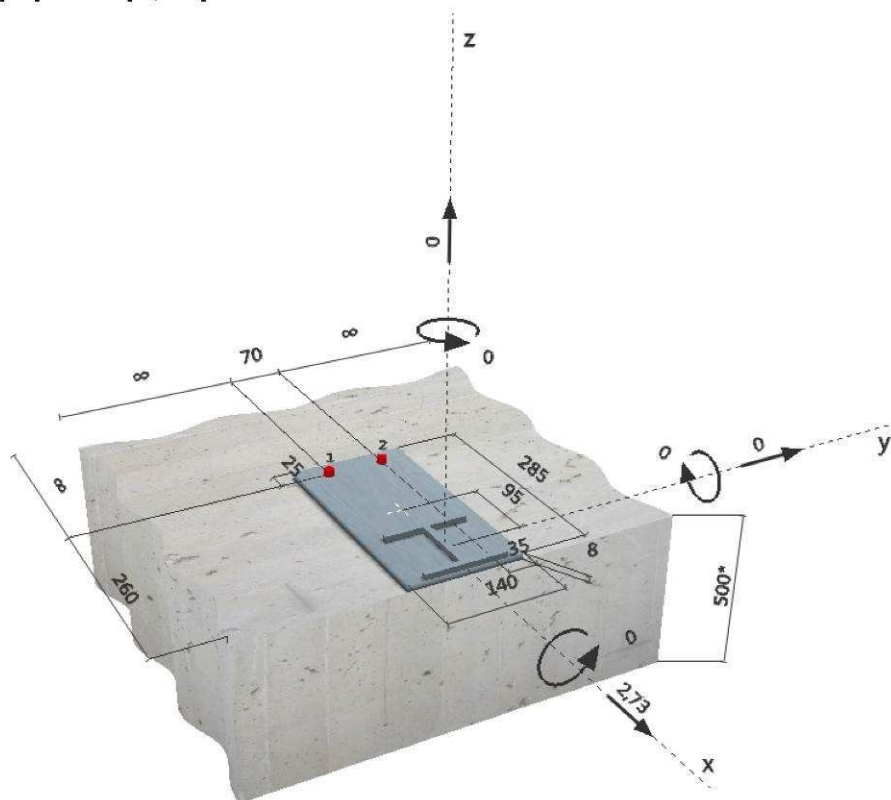
<b>Tipo e dimensione dell'ancorante:</b>	<b>HST M12</b>	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef} = 70 \text{ mm}$ , $h_{nom} = 80 \text{ mm}$	
Materiale:		
Certificazione No.:	ETA 98/0001	
Emesso   Valido:	08/05/2013   20/02/2018	
Prova:	metodo di calcolo ETAG (Nr. 001 Allegato C/2010) + Sismico (EOTA TR 045)	
Categoria di performance sismica:	C2	
Tipologia di verifica sismica:	5.3 a2) Progettazione elastica	
Percentuale di carico sismico <= 20%:	no	
Spostamenti massimi richiesti per l'SLD:	Carico di trazione $\delta_{N,req(DLS)} = 6,70 \text{ mm}$ , Carico di taglio $\delta_{V,req(DLS)} = 5,30 \text{ mm}$	
Fissaggio distanziato:	$e_o = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 8 \text{ mm}$	
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 285 \text{ mm} \times 140 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	IPBi/HEA; (L x W x T x FT) = 96 mm x 100 mm x 8 mm x 8 mm	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C20/25, $f_{cc} = 25,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 500 \text{ mm}$	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\emptyset$ ) o $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale	

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
 SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
 (VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



## 2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

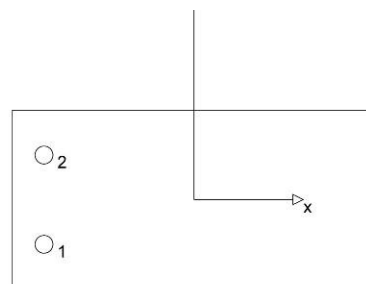
Condizione di carico: Carichi di progetto

### Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	1,365	1,365	0,000
2	0,000	1,365	1,365	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: - [%]  
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm<sup>2</sup>]  
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0/0): 0,000 [kN]  
risultante delle forze di compressione (x/y)=(0/0): 0,000 [kN]



## 3 Carico di trazione (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.2, EOTA TR 045, Sezione 5.6)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_N$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per sfilamento*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

\*ancorante più sollecitato \*\*gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA



#### 4 Carico di taglio (ETAG, Allegato C, Sezione 5.2.3, EOTA TR 045, Sezione 5.6)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_v$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	1,365	7,140	20	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	2,730	15,461	18	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	2,730	15,748	18	OK

\*ancorante più sollecitato \*\*gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

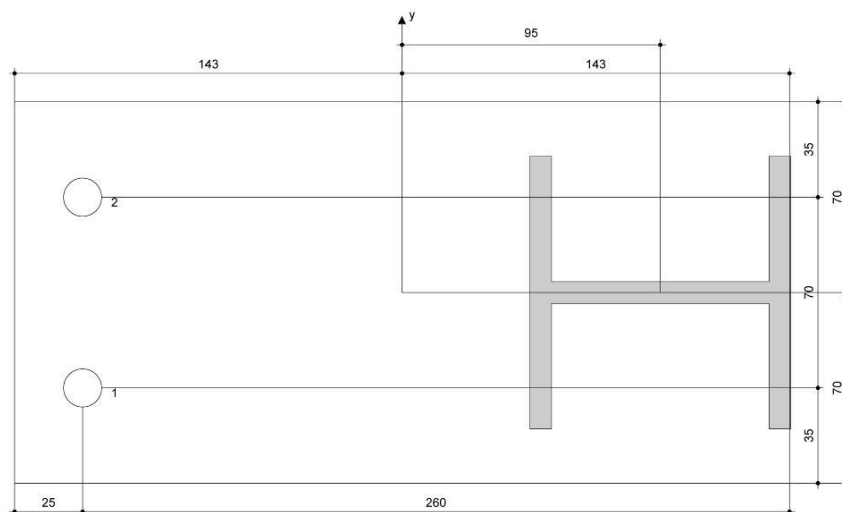
$V_{Rk,s,seis}^0$ [kN]	$\alpha_{gap}$	$\alpha_{seis}$	$V_{Rk,s,seis}$ [kN]	$\gamma_{M,s,seis}$	$V_{Rd,s,seis}$ [kN]	$V_{Sd,seis}$ [kN]
21,000	0,500	0,850	8,925	1,250	7,140	1,365
$\delta v_{req}(DLS)$ [mm]	$\delta v_{seis}(DLS)$ [mm]	$V_{Rd,s,seis, reduced}$ [kN]				
5,30	5,30	7,140				

##### 4.2 Rottura per pryout

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	
58800	44100	105	210	2,200	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\alpha_{gap}$	$\alpha_{seis}$	$V_{Rk,cp,seis}^0$ [kN]	$V_{Rk,cp,seis}$ [kN]	
21,084	0,500	0,750	61,846	23,192	
$\gamma_{M,c,p,seis}$	$V_{Rd,cp,seis}$ [kN]	$V_{Sd,seis}$ [kN]			
1,500	15,461	2,730			
$\delta v_{req}(DLS)$ [mm]	$\delta v_{seis}(DLS)$ [mm]	$V_{Rd,cp,seis, reduced}$ [kN]			
5,30	5,30	15,461			

##### 4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$l_f$ [mm]	$d_{nom}$ [mm]	$k_1$	$\alpha$	$\beta$		
70	12,0	1,700	0,052	0,054		
$c_1$ [mm] <td><math>A_{c,v}</math> [mm<sup>2</sup>] <td><math>A_{c,v}^0</math> [mm<sup>2</sup>] <td colspan="3"></td> </td></td>	$A_{c,v}$ [mm <sup>2</sup> ] <td><math>A_{c,v}^0</math> [mm<sup>2</sup>] <td colspan="3"></td> </td>	$A_{c,v}^0$ [mm <sup>2</sup> ] <td colspan="3"></td>				
260	331500	304200				
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{\alpha,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$	
1,000	1,000	1,000	0	1,000	1,000	
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\alpha_{gap}$	$\alpha_{seis}$	$V_{Rk,c,seis}$ [kN]	$\gamma_{M,c,seis}$	$V_{Rd,c,seis}$ [kN]	$V_{Sd,seis}$ [kN]
51,005	0,500	0,850	23,623	1,500	15,748	2,730
$\delta v_{req}(DLS)$ [mm]	$\delta v_{seis}(DLS)$ [mm]	$V_{Rd,c,seis, reduced}$ [kN]				
5,30	5,30	15,748				



INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

## 9 Piano di manutenzione

### 9.1 Opere in acciaio

Elementi del sistema edilizio orizzontali e verticali, aventi il compito di resistere alle azioni di progetto e di trasmetterle alle fondazioni ed alle altre parti strutturali ad essi collegate.

#### LIVELLO MINIMO DELLE PRESTAZIONI

- Elevata resistenza meccanica.
- Adeguata resistenza al fuoco.

#### MODALITA' DI CONTROLLO

- Controllo visivo atto a riscontrare possibili anomalie che precedano fenomeni di cedimenti strutturali.

#### PERIODICITA'

- Annuale.

#### PROBLEMI RISCONTRABILI

- Possibili distacchi fra i vari componenti.
- Perdita della capacità portante.
- Rottura dei punti di saldatura.
- Cedimento delle giunzioni bullonate.
- Fenomeni di corrosione.
- Perdita della protezione ignifuga.

#### POSSIBILI CAUSE

- Anomali incrementi dei carichi da sopportare.
- Fenomeni atmosferici.
- Incendi.

#### TIPO DI INTERVENTO (in ogni caso consultare preventivamente un tecnico strutturale).

- Riparazioni localizzate delle parti strutturali.
- Verifica del serraggio fra gli elementi giuntati.
- Ripristino della protezione ignifuga.
- Verniciatura.

#### EVENTUALI ACCORGIMENTI ATTI A MIGLIORARE LA CONSERVAZIONE DELL'OPERA

- Vernici ignifughe.
- Altri additivi specifici.

---

#### COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)





Controlli	Periodicità	Risorse	Ut./P.S.
Controllo visivo degli incastri, collegamenti e giunti	ogni anno	non necessarie	Ut.
Verifica zincatura di protezione	ogni 2 anni	Attrezzatura specifica	P.S.
Verifica serraggio elementi giuntati	ogni 4 anni	Attrezzatura specifica	P.S.

Interventi	Periodicità	Risorse	Ut./P.S.
Verifica serraggio elementi giuntati	ogni 4 anni	Attrezzatura specifica	P.S.
Ripristino strato protettivo	quando necessario	Prodotti specifici	P.S.

Il Tecnico incaricato  
Dott. Ing. Rosario Bray

Lucca, 18 Gennaio 2017

---

COMUNE DI PORCARI

INTERVENTI IN SOMMA URGENZA PER IL RIPRISTINO DI UNA PORZIONE DI SOLAIO DI SOFFITTATURA DELL'ATRIO DELLA  
SCUOLA MATERNA "CHERUBINA GIOMETTI", SEDE "G" VIA GIANNINI  
(VERBALE DI SOMMA URGENZA DEL COMUNE DI PORCARI - PROTOCOLLO N° 771 DEL 13/01/2017)

RELAZIONE TECNICA