

PARCOLIMPICO

Parcolimpico srl - Via Filadelfia 82, Torino

REALIZZAZIONE LOCALE CUCINA E SALA SOMMINISTRAZIONE PRESSO IL PALA ALPITOUR

Progetto architettonico e impiantistico

Ing Paolo Giacomazzi
Studio Ingegneria

Via San Francesco 29 a
10034 Chivasso (TO)
Ingegneri della Provincia di Torino n. 8358Z



DATA
10/5/2019

SCALA

AGGIORNAMENTI	
1	05/06/2019
2	
3	
4	
5	

ELABORATO
D

RELAZIONE TECNICA OPERE EDILI

PREMESSE

La presente relazione ha lo scopo di esplicitare i criteri utilizzati per sviluppare la progettazione esecutiva delle componenti edilizie del nuovo centro cottura

FUNZIONI E SPAZI DI PROGETTO

La logica del progetto risponde alle esigenze stabilite dall'incarico in cui le esigenze funzionali si raccordino al meglio con il rispetto delle normative e dei criteri di sicurezza, nonché con la ricerca di una funzionalità interna che si relazioni con l'ambiente esterno nel miglior modo possibile.

Il progetto redatto rispetta le indicazioni delle normative nazionali e locali con specifico riferimento ai requisiti di igienicità e di piena accessibilità degli ambienti

CARATTERISTICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI

✓ TRAMEZZATURE INTERNE

Le tramezzature interne saranno realizzate con blocchi cavi in conglomerato cementizio vibrocompressi.

I blocchi verranno posti in opera in strati orizzontali sfalsati, allettati con malta cementizia e giunti di spessore di 5 mm. ca.; avranno angoli, incroci e facce esterne perfettamente allineati sia orizzontalmente che verticalmente.

Nei locali che lo richiedano, per garantire l'impermeabilità e la facilità di pulizia delle superfici le tramezzature saranno finite con rivestimento del tipo ceramico monocottura di prima scelta formato 20x20 fino ad un'altezza di m. 2.00.

✓ IMPERMEABILIZZAZIONE

L'impermeabilizzazione verrà eseguita mediante stesura di due mani a spatola o a spruzzo con intonacatrice, di malta bicomponente elastica a base cementizia, inerti selezionati a grana fine, fibre sintetiche e speciali

resine acriliche in dispersione acquosa, per uno spessore finale non inferiore a 2 mm (tipo MAPELASTIC) compreso risolto sulle pareti h 15 cm

✓ PAVIMENTI INTERNI

I pavimenti nei locali cucina lavaggio e sala ristorante saranno in Grés del tipo antiscivolo R9.

Le piastrelle in grés avranno spessori minimi pari a 10 mm., tolleranze dimensionali, salvo altre prescrizioni, di +/- 0,4%, resistenza a flessione non inferiore a 24,5 N/mmq. (250 Kg./cmq.), assorbimento d'acqua non superiore al 4% della loro massa, buona resistenza al gelo, indice di resistenza all'abrasione non inferiore a 0,5, perdita di massa per attacco acido non superiore al 9% e per attacco basico non superiore al 16%, caratteristiche antiscivolo R9.

Gli zoccolini saranno a sguscia dello stesso materiale del pavimento.

Il pavimento del locale deposito sarà eseguito in resina epossidica previa pallinatura del pavimento sottostante con macchina che non produce polvere al fine di irruvidire il supporto e favorire l'aggrappo, stuccatura delle cavillature formatesi mediante stucco in resina epossidica, stesura di 2/3 mani di resina epossidica pura applicata a spatola sabbiata a rifiuto con sabbia di quarzo, stesura di una mano in resina epossidica pigmentata, finitura del pavimento con una mano in resina epossidica posata a rullo, caratteristiche antiscivolo R9.

✓ RIVESTIMENTI

Nei locali lavorazioni saranno eseguiti rivestimenti con piastrelle di grés porcellanato pressate a secco (bicottura) con caratteristiche conformi a quanto stabilito dalla norma UNI EN 87, gruppo BI, da porre in opera con collanti o malta cementizia, suggellatura dei giunti in cemento bianco o colorato e pulizia finale.

✓ SERRAMENTI INTERNI

Porte REI

Porta tagliafuoco a uno o due battenti, REI 120, di tipo omologato a norme UNI EN 1634, costituita da ante tamburate, simmetriche o asimmetriche, in lamiera di acciaio zincato e preverniciato a fuoco o con polveri termoindurenti, pressosaldata; le ante saranno coibentate con materiali isolanti secondo la certificazione richiesta, il telaio in angolari o lamiera pressopiegata, munito di zanche o tasselli da murare, le guarnizioni termoespandenti e antifumo; serratura incassata con chiavi, scrocca e maniglia atermica antinfortunistica in plastica con anima acciaio; maniglione antipanico omologato per uscite di sicurezza, a leva, scatole di comando nere, barra di azionamento in alluminio anodizzato; n 2 cerniere ogni battente, una munita di molle tarabili per la chiusura automatica ed una registrabile verticalmente; guarnizioni termoespandenti e antifumo

Porte ordinarie

Porte tamburate in lamiera d'acciaio zincata Sendzimir (simili alle porte REI) , battente spessore 40 mm, telaio con zanche da murare, serratura con cilindro, cerniere in acciaio zincato e maniglie in plastica; maniglione antipanico omologato per uscite di sicurezza, a leva, scatole di comando nere, barra di azionamento in alluminio anodizzato.

✓ OPERE DA FABBRO

Esternamente ai locali saranno posati manufatti in carpenteria leggera per sostegno dei quadri elettrici, sostegno dei canali e tubazioni e sostegno delle macchine posizionate nel locale centrali frigorifere.

Tutti i metalli saranno lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento saranno eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

a) saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dal direttore dei lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;

b) bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;

c) chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere inoltre effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno infine applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio o parti dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

Le caratteristiche dei materiali in ferro sono fissate dalle seguenti specifiche.

FERRO - ACCIAIO

I materiali ferrosi da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature e qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, profilatura e simili.

Le caratteristiche degli acciai per barre lisce o ad aderenza migliorata, per reti elettrosaldate, fili, trecce, trefoli, strutture metalliche, lamiere e tubazioni dovranno essere in accordo con la normativa vigente.

ACCIAI

Saranno definiti acciai i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio; le classi e le caratteristiche relative saranno stabilite dalle norme già citate alle quali si rimanda per le specifiche riguardanti le qualità dei vari tipi e le modalità delle prove da eseguire.

Gli acciai mantengono le loro caratteristiche a lungo e le indicazioni di incompatibilità già riportate oltre a quelle indicate nella tabella seguente e che dovranno essere tenute nella dovuta considerazione nell'impiego e durante la posa in opera dei materiali.

✓ CONTROSOFFITTO

Il controsoffitto sarà di tipo acustico con pannelli di lana di roccia vulcanica, spessore 40 mm; il pannello avrà più elevate caratteristiche di assorbimento acustico (adatto ad aule scolastiche, mense, auditorium, ecc), e stabile al 100% in ambiente umido ed è certificato secondo la norma UNI ISO 1182. L'orditura di sostegno è costituita da una pendinatura con profili portanti ed intermedi in acciaio zincato preverniciato di tipo a vista. E' compresa la fornitura e posa di tutti i materiali necessari e della cornice perimetrale di finitura; avrà pannelli di dimensioni 600 x 600 mm , lato a vista rivestito da velo vetro minerale, colorato e lato opposto rivestito da velo vetro naturale di protezione.

Specifiche tecniche:

reazione al fuoco Euroclasse A2s1d0

assorbimento acustico $a_w = 0,95$: classe A

resistenza termica $R = 1,14 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

✓ CRITERI GENERALI E SPECIFICI ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

In relazione al superamento delle barriere architettoniche, il progetto esecutivo è stato elaborato nel rispetto della norma vigente e la presente relazione riporta la descrizione delle soluzioni progettuali e delle opere previste nonché degli

accorgimenti tecnico-strutturali ed impiantistici e dei materiali previsti, per garantire l'accessibilità degli spazi progettati.

In generale per accessibilità si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia.

L'accessibilità viene garantita per quanto riguarda:

- a) gli spazi esterni; (esiste almeno un percorso agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali;)
- b) la sala ristorante

Porte

Le porte di accesso previste saranno facilmente manovrabili, di tipo e luce netta tali da consentire un agevole transito anche da parte di persona su sedia a ruote con riferimento alle manovre da effettuare; il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti saranno complanari, o con dislivelli comunque contenuti nei 2,5 cm previsti a norma di legge, tali comunque da non ostacolare il transito di una persona su sedia a ruote. Per dimensioni, posizionamento e manovrabilità le porte saranno tali da consentire una agevole apertura della/e ante da entrambi i lati di utilizzo; le porte previste, con apertura ad anta a libro o scorrevoli, se vetrate verranno fornite di accorgimenti per la sicurezza e saranno facilmente individuabili mediante l'apposizione di opportuni segnali o serigrafie. Le maniglie del tipo a leva saranno opportunamente curvate ed arrotondate, mentre nelle uscite di sicurezza saranno previsti idonei maniglioni antipánico.

Pavimenti

I pavimenti, orizzontali e complanari tra loro saranno non sdruciolevoli e le differenze di livello (esistenti essenzialmente nei percorsi esterni) saranno

contenute o superate tramite rampe con pendenza adeguata in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. I dislivelli verranno segnalati con opportune variazioni cromatiche, mentre lo spigolo di eventuali soglie sarà arrotondato. I grigliati utilizzati nei calpestii avranno maglie con vuoti tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno etc.; gli zerbini saranno incassati e le guide solidamente ancorate.

RELAZIONE TECNICA DI VERIFICA OPERE STRUTTURALI

Descrizione dell'opera

L'intervento consiste nell'apertura di **n.1** vani in muratura portante esistente. Tale intervento prevede l'inserimento di una cerchiatura completa in **acciaio/cemento armato** ai fini del ripristino della rigidezza laterale il più possibile simile alla situazione pre-intervento ed il controllo della resistenza e della capacità di spostamento post che devono essere non minori della situazione pre-intervento.

L'intervento previsto non comporta la modifica del comportamento globale della struttura rispetto alle azioni sismiche e non altera significativamente i carichi statici, pertanto il progetto si può riferire alle sole parti interessate. Per quanto detto, tale intervento, rientra di fatto nella categoria degli **interventi locali** nel rispetto delle disposizioni di cui al § 8.4.1 del D.M. 17/01/2018.

Quanto esposto viene illustrato numericamente nei successivi paragrafi.

Vengono riportate di seguito due viste prospettiche riguardanti lo stato di fatto e lo stato di progetto, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:



2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

[1] **D.M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018** (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42 - Suppl. Ord.) - "Aggiornamento delle *Norme tecniche per le Costruzioni*" (NTC 18).

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

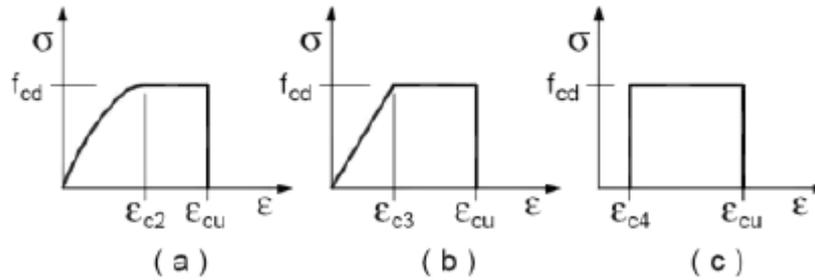
[2] **Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 - Suppl. Ord.) - "Istruzioni per l'applicazione delle *Norme Tecniche delle Costruzioni*" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

[3] **Giunta Regione Toscana - Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica 28/09/2009** - "Orientamenti interpretativi in merito a interventi locali o di riparazione di edifici esistenti".

3 - MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa.

I diagrammi costitutivi degli eventuali elementi in calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al § 4.1.2.1.2.1 delle NTC 18; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta è adottato il modello riportato in fig. (a).



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo

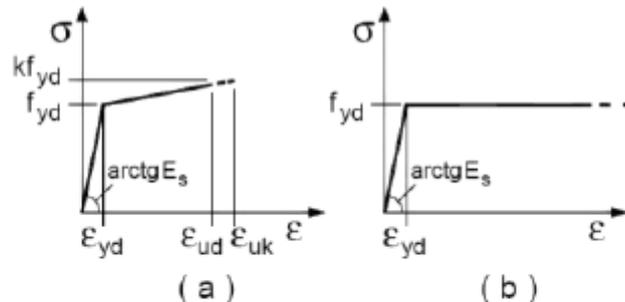
I valori di deformazione assunti sono:

$$\epsilon_{c2} = 0,0020;$$

$$\epsilon_{cu} = 0,0035.$$

La resistenza di calcolo f_{cd} è data da $\alpha_{cc} f_{cd} / \gamma_c$. Il coefficiente di sicurezza γ_c si assume pari a 1,15, mentre il coefficiente α_{cc} è il coefficiente riduttivo per i carichi di lunga durata pari a 0,85.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al § 4.1.2.1.2.2 delle NTC 18; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio

La resistenza di calcolo f_{yd} è data da f_{yk} / γ_s . Il coefficiente di sicurezza γ_s si assume pari a 1,15.

Inoltre, poiché le curve di capacità sono calcolate allo spostamento ultimo (calcolo pushover), nelle grandezze dei vari materiali utilizzate per la costruzione di tali curve è stato utilizzato un coefficiente di sicurezza (γ) pari ad 1.

Nell'intervento in oggetto sono stati impiegati i seguenti materiali:

MATERIALI: MURATURA

Id _m	Sigla	γ_k	E	v	γ	Caratteristiche Muratura		
						f_{cm} / f_{ck}	f_{vtd}	μ
Situazione di fatto								
1	Muro in c.a.	25,000	30,200	0.10	2.50	20.000	0.300	-
Situazione di progetto								
2	Muro in c.a.	25,000	30,200	0.10	2.50	20.000	0.300	-

LEGENDA:

Id_m	Identificativo del materiale.
Sigla	Sigla descrittiva del materiale.
γ_k	Peso specifico.
E	Modulo elastico normale.
v	Modulo di Poisson.
γ	Coefficiente parziale di sicurezza.
f_{cm} / f_{ck}	Resistenza a compressione media nel caso di muratura esistente, f_{cm} (Resistenza a compressione caratteristica nel caso di muratura nuova, f_{ck}).
f_{vtd}	Resistenza a taglio in assenza di compressione.
μ	Coefficiente di duttilità (moltiplicatore dello spostamento elastico). "-": lo spostamento ultimo è 0,004/0,008Hp (vedi § 6.3.2)

MATERIALI: ACCIAIO PER PROFILATI

Caratteristiche Acciaio per Profilati

Sigla	γ_k	E	ν	γ	γ_s	$f_{yk}(t < 40mm)$	$f_{yk}(40mm < t < 80mm)$	$f_{tk}(t < 40mm)$	$f_{tk}(40mm < t < 80mm)$
S 275	[N/mm ²] 78,500	[N/mm ²] 210,000	0.30	1.05	1.25	[N/mm ²] 275.00	[N/mm ²] 255.00	[N/mm ²] 430.00	[N/mm ²] 410.00

LEGENDA:

Sigla	Sigla descrittiva del materiale.
γ_k	Peso specifico.
E	Modulo elastico normale.
ν	Modulo di Poisson.
γ	Coefficiente parziale di sicurezza.
γ_s	Coefficiente parziale di sicurezza per le saldature.
$f_{yk}(t < 40mm)$	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili $t \leq 40$ mm).
$f_{yk}(40mm < t < 80mm)$	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con spessore compreso tra 40 e 80mm).
$f_{tk}(t < 40mm)$	Resistenza caratteristica a rottura (per profili $t \leq 40$ mm).
$f_{tk}(40mm < t < 80mm)$	Resistenza caratteristica a rottura (per profili con spessore compreso tra 40 e 80mm).

4 - AZIONI SULLA STRUTTURA

Di seguito sono riportati i carichi applicati sulla sommità del muro.

Non sono presenti carichi sulla struttura.

4.1 Combinazioni di Carico

Per la valutazione della fattibilità dell'intervento locale in esame secondo le indicazioni del § 8.4.1 si analizza esclusivamente il comportamento sotto effetto del sisma (SLV).

L'azione sismica è stata combinata con le altre azioni secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$$

dove:

- E rappresenta l'azione sismica per lo stato limite in esame;
- G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- ψ_{2i} coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Per la **verifica di resistenza dei rinforzi applicati ai fori** (piedritti e piattabande), le azioni su questi elementi sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come previsto dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

dove:

- G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- γ_{G1} γ_{G2} γ_P coefficienti parziali come definiti nella Tab. 2.6.I del D.M. 2018;
- ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le varie combinazioni di carico risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico variabile, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base (Q_{k1} nella formula precedente).

5 - GEOMETRIA

Di seguito si riporta la descrizione della geometria del muro/maschi, delle aperture e dei relativi elementi di rinforzo.

GEOMETRIA MURO

L	H _i	H _f	S _f	S _p	M _f	M _p
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]		
Tratto 0						
1000	500	500	30	30	1	2
Tratto 1						
1000	500	500	30	30	1	2
Tratto 2						
455	500	500	30	30	1	2

LEGENDA:

L	Lunghezza del muro (Lunghezza del tratto di muro nel caso di profilo superiore variabile).
H _i	Altezza iniziale del muro.
H _f	Altezza finale del muro.
S _f	Spessore del muro nello stato di fatto.
S _p	Spessore del muro nello stato di progetto.
M _f	Identificativo del Materiale del muro nello stato di fatto (si confronti la tabella dei materiali della muratura).
M _p	Identificativo del Materiale del muro nello stato di progetto (si confronti la tabella dei materiali della muratura).

GEOMETRIA FORI

Id _f	dis ₁	dis ₀	L	H	STZ	M _R
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]		
2	1562	0	120	210	F	-
4	1204	0	131	210	P	-

LEGENDA:

Id _f	Numero identificativo del foro.
dis ₁	Distanza del foro dal bordo iniziale del muro.
dis ₀	Distanza del foro dalla base del muro.
L	Larghezza del foro.
H	Altezza del foro.
STZ	Tipo di Situazione (F: foro già presente nello stato di fatto; P: foro da realizzare nello stato di progetto; C: foro presente nello stato di fatto e chiuso nello stato di progetto).
M _R	Identificativo del materiale di riempimento del foro, in riferimento alla tabella dei materiali ([-]: riempimento non eseguito).

GEOMETRIA MASCHI MURARI

Id _m	dis ₁	dis ₀	L	H
	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
Situazione di fatto				
1	0	0	1562	500
2	1682	0	773	500
Situazione di progetto				
3	0	0	1188	500
4	1351	0	211	500
5	1682	0	773	500

LEGENDA:

Id _m	Numero identificativo del maschio.
dis ₁	Distanza del maschio dal bordo iniziale del muro.
dis ₀	Distanza del maschio dalla base del muro.
L	Lunghezza del maschio.
H	Altezza del maschio.

RINFORZI FORI

T _R	M _{tr}	Profili		Armature		L	H	B
		tipo	n	A _{s,L}	A _{s,nt}			
						[cm]	[cm]	[cm]
Foro 4								
Piedritto Sx	S 275	HE 160 B	2	-	-	210.00	-	-
Piattabanda	S 275	HE 160 B	2	-	-	163.00	-	-

Piedritto Dx	S 275	HE 160 B	2	-	-	210.00	-	-
--------------	-------	----------	---	---	---	--------	---	---

LEGENDA:

T_R	Tipologia di rinforzo del foro.
Mbrl	Sigla del materiale che costituisce il rinforzo.
tipo/n	Tipo e numero di profili metallici utilizzati.
A_{CL}	Armatura longitudinale per lato.
A_{CT}	Armatura trasversale.
L	Lunghezza del rinforzo.
H	Altezza/Spessore del rinforzo.
B	Larghezza del rinforzo (pari allo spessore del muro).

nota: [-] dato non utile per il rinforzo in esame o elemento non presente.

6 - METODOLOGIA DI CALCOLO

I calcoli sono stati condotti in rispetto di quanto riportato nelle Norme sopra elencate, ed in particolare di quanto indicato in [1] - § 8.4.1 e in [2] - § C8A.5.5.

Il calcolo si articola nelle seguenti fasi:

1. Valutazione della rigidezza della parete muraria (maschi + rinforzi);
2. Valutazione della resistenza della parete muraria (V);
3. Valutazione dello spostamento elastico (δ_e) ed ultimo (δ_u);
4. Rappresentazione della curva di capacità (V; δ).

Di seguito, si illustrano le varie fasi.

6.1 - Rigidezza della parete muraria

La parete muraria viene discretizzata in elementi finiti triangolari (*Hp-Shell*) **Incastrata** al PIEDE e **Libera** in TESTA. Tale modellazione consente di tenere correttamente in conto di aperture posizionate in maniera arbitraria, dei carichi agenti (muro ed architravi), di configurazioni della parete diversa da quelle rettangolari nonché di considerare gli elementi (beam) che costituiscono i rinforzi ammassati alla parete muraria.

Nella situazione *di Fatto*, a tale schema viene applicata una forza **F** orizzontale unitaria e si calcola lo spostamento δ_F subito dai nodi in cui essa è applicata. Pertanto, la rigidezza nello stato di Fatto **K_F** è data da:

$$K_F = F/\delta_F.$$

In maniera analoga si discretizza lo schema della situazione *di Progetto* tenendo conto delle nuove aperture e delle cerchiature con elementi beam ad essi collegati. Si tiene correttamente in conto della solidarietà tra cerchiatura e muratura adiacente, come espressamente richiesto dalle norme e realizzato nella pratica. La rigidezza nello stato di Progetto è data da:

$$K_P = F/\delta_P.$$

A questo punto è possibile calcolare la variazione di rigidezza come:

$$\Delta K = \left(\frac{K_P - K_F}{K_F} \right) \cdot 100.$$

6.2 - Resistenza elementi

Occorre verificare che la resistenza nello stato *di Progetto* sia non minore di quella dello stato *di Fatto*. A tale scopo la resistenza viene valutata come somma dei contributi delle singole parti murarie (maschi) e dei singoli piedritti (rinforzi).

6.2.1 - Resistenza muratura (V_M)

La resistenza delle parti murarie (maschi) viene valutata come la minima tra le tre seguenti formulazioni:

- 1) Resistenza per taglio da *fessurazione diagonale* secondo la formulazione di Turnsek-Cacovic:

$$V_{t,1} = \frac{1,5 \cdot f_{vd} \cdot t \cdot l}{b} \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{1,5 \cdot f_{vd}}};$$

in cui:

- l, t : lunghezza e spessore del pannello;
 b : fattore correttivo dipendente dalla snellezza del pannello [$b = \min(h/l; 1,5) \geq 1$];
 h misurata al netto delle zone rigide;
 f_{vd} : resistenza di progetto a taglio della muratura [$f_{vd} = (f_{vk0} + 0,4\sigma_0)/\gamma_m$].
 f_{vk0} : resistenza caratteristica a taglio senza compressione;
 γ_m : coefficiente di sicurezza;
 $\sigma_0 = N/A$ = tensione normale media nella sezione di mezzeria del pannello;
 N : sforzo normale sulla sezione di mezzeria del pannello;
 A : area del pannello murario.

2) Resistenza per taglio da scorrimento ([2] f. 7.8.3):

$$V_{t,2} = l' \cdot t \cdot f_{vd};$$

in cui:

- $l' = \beta \cdot l$: lunghezza della parte compressa del pannello;
 l : lunghezza del pannello;
 $\beta = 1$;

3) Resistenza a taglio per pressoflessione nel piano ([2] eq. [7.8.2]):

$$M_{Rd} = \frac{t \cdot l^2 \cdot \sigma_0}{2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 \cdot f_d} \right);$$

in relazione alla condizione di vincolo in TESTA del muro, il taglio resistente risulta:

Incastro	Libero
$V_{t,3} = 2 \cdot M_{Rd}/h$	$V_{t,3} = M_{Rd}/h$

in cui:

- f_d : resistenza a compressione della muratura ($f_d = f_k/\gamma_m$);
 h : altezza del pannello.

Quindi:

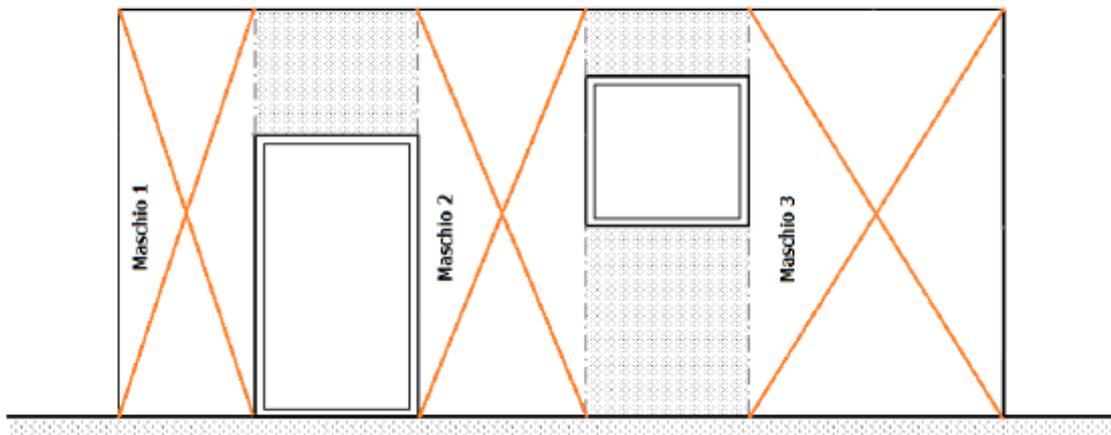
$$V_M = \min(V_{t,1}; V_{t,2}; V_{t,3}).$$

6.2.1.1 - Geometria Maschi

La geometria dei maschi murari (lunghezza/altezza) viene valutata considerando i seguenti metodi:

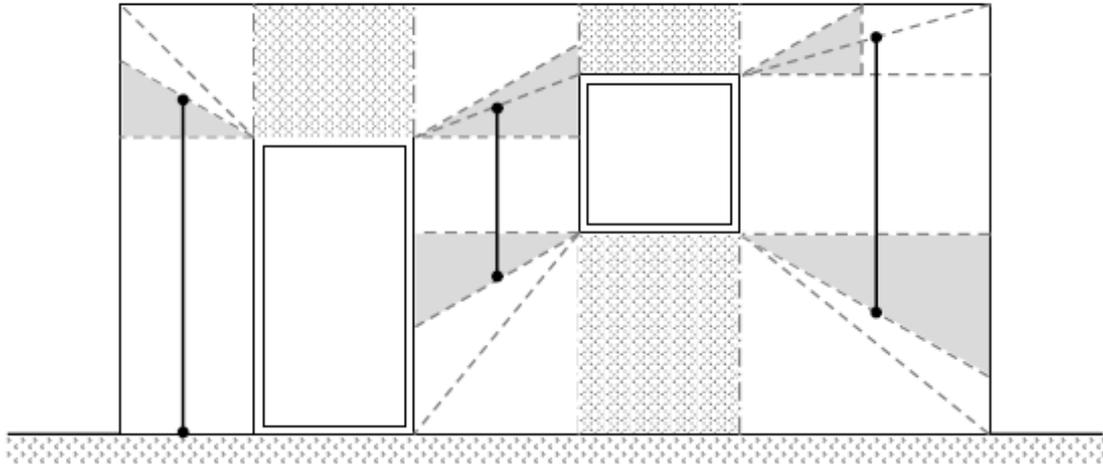
Metodo 1:

- lunghezza: la distanza (netta) tra due fori consecutivi o la distanza tra il foro e il bordo del muro;
- altezza: quella della parete muraria (nel caso di muri a trapezio si considera la minima altezza del trapezio).



Metodo 2:

- **lunghezza:** la distanza (netta) tra due fori consecutivi o la distanza tra il foro e il bordo del muro;
- **altezza:** la minore tra quella che si ottiene considerando un angolo di diffusione pari a 0° (zona evidenziata in grigio nel seguente esempio) e la media delle quote dei fori e/o delle estremità delle pareti.

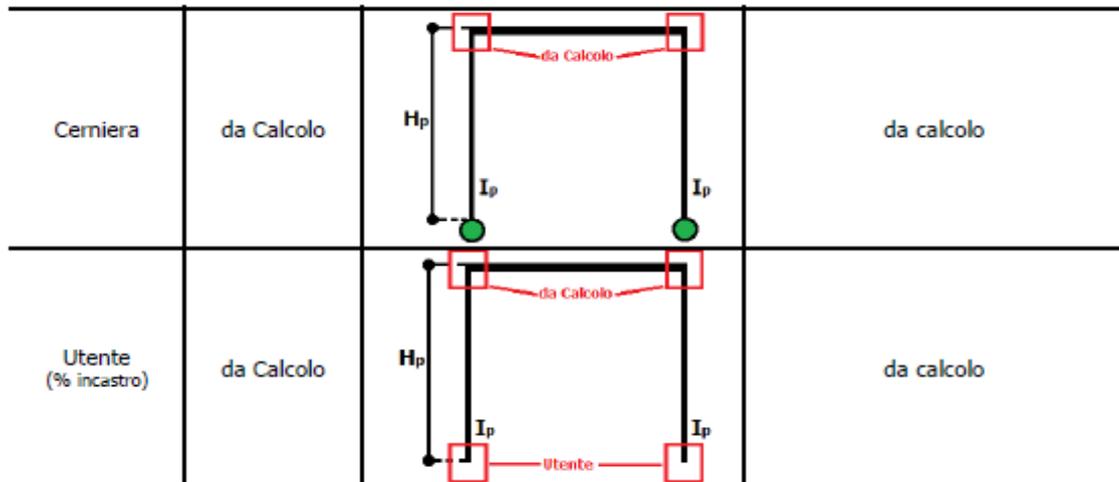


Nel caso in esame è stato utilizzato il **Metodo 1**.

6.2.2 - Resistenza Cerchiatura (V_c)

La resistenza della cerchiatura è funzione delle condizioni vincolari scelte in TESTA ed al PIEDE dei piedritti.
 Di seguito si riportano le possibili condizioni vincolari al PIEDE ed in TESTA

PIEDE	TESTA	Schema di calcolo	Rigidezza Orizzontale (K_c)
Incastro	Incastro (Grinter)		$\frac{12 \cdot E \cdot \sum I_p}{H_p^3}$ E: modulo elastico del materiale dei piedritti; I_p : inerzia del singolo piedritto; H_p : altezza del piedritto.
	Libero (Mensola)		$\frac{3 \cdot E \cdot \sum I_p}{H_p^3}$
	da Calcolo		da calcolo



Nel caso in esame sono state considerate le seguenti condizioni vincolari:

PIEDE Incastro	TESTA Incastro (Grinter)
--------------------------	------------------------------------

Definite le condizioni vincolari di TESTA e di PIEDE si procede alle successive fasi:

- calcolo della rigidezza alla traslazione orizzontale (K_t);
- calcolo del momento resistente (M_{Rd}) alla base dei piedritti.

Cerchiatura in Acciaio $f_{yk} \cdot W_{X,Elb} / \gamma_{M0}$	Cerchiatura in CA determinato dalla posizione dell'asse neutro (funzione delle sollecitazioni e dell'armatura presente)
--	---

- calcolo dello spostamento elastico subito dal nodo in testa al piedritto:

$$\delta_e = \frac{M_{Rd} \cdot H_p^2}{6 \cdot E \cdot I_p}$$

- Calcolo della resistenza al limite elastico della cerchiatura:

$$V_C = K_t \cdot \delta_e$$

6.3 - Spostamento elastico (δ_e) ed ultimo (δ_u)

Di seguito si illustra come vengono determinati gli spostamenti elastici (δ_e) ed ultimi (δ_u) degli elementi che costituiscono la parete muraria (maschi e piedritti).

6.3.1 - Spostamento elastico (δ_e)

- **Muratura**

Lo spostamento al limite elastico è dato da:

$$\delta_e = V_M / K_M$$

dove:

V_M = resistenza del pannello murario/maschio (§ 6.2.1)

K_M = resistenza del pannello murario, che a seconda delle condizioni vincolari imposte alla parete muraria viene valutata come:

Piede Incastro	Testa Incastro	Piede Incastro	Testa Libero
-------------------	-------------------	-------------------	-----------------

$$K_m = \left(\frac{H_p^3}{12 \cdot E \cdot I_p} + \frac{1,2 \cdot H_p}{G \cdot A} \right)^{-1}$$

$$K_m = \left(\frac{H_p^3}{3 \cdot E \cdot I_p} + \frac{1,2 \cdot H_p}{G \cdot A} \right)^{-1}$$

- **Cerchiatura**

Valutato come esposto al paragrafo 6.2.2.

6.3.2 - Spostamento ultimo (δ_u)

In generale, lo spostamento ultimo dei singoli elementi che compongono la parete muraria viene calcolato come:

$$\delta_u = \mu \cdot \delta_e.$$

dove:

μ : fattore di duttilità dell'elemento;

δ_e : spostamento al limite elastico dell'elemento (§ 6.3.1).

- **Muratura**

Per i pannelli murari (maschi) lo spostamento ultimo viene valutato nei seguenti modi:

Modo 1:

$$\delta_u = \begin{cases} = 0,004 \cdot H_p & \text{se } V_M = \min(V_{t,1}; V_{t,2}) \quad \rightarrow \text{meccanismo di taglio;} \\ = 0,008 \cdot H_p & \text{se } V_M = V_{t,3} \quad \rightarrow \text{meccanismo di flessione.} \end{cases}$$

Modo 2:

Tenendo conto del valore di μ riportato nel § 3 nella tabella "MATERIALI: MURATURA".

Nel caso in esame è stato valutato mediante il **Modo 1**.

- **Cerchiatura in Acciaio**

Per i piedritti in acciaio lo spostamento ultimo è stato calcolato tenendo conto del valore di μ dato da:

$$\mu^* = 0,075 / \epsilon_{sy};$$

dove:

0,075: allungamento minimo che deve avere a rottura l'acciaio;

$\epsilon_{sy} = f_{yk} / E_s$: deformata al limite elastico;

f_{yk} : resistenza caratteristica allo snervamento dell'acciaio;

E_s : modulo elastico normale dell'acciaio.

- **Cerchiatura in CA**

Per i piedritti in CA lo spostamento ultimo è stato calcolato tenendo conto del valore di μ dato da:

$$\mu^* = \theta_y / \theta_u;$$

dove:

θ_y : rotazione allo snervamento della sezione;

θ_u : rotazione ultima della sezione.

6.4 - CURVE DI CAPACITÀ (V; δ)

Vengono costruite, quindi, le curve di capacità della parete nelle situazioni:

- **di Fatto**: sommando le singole curve di capacità dei maschi;
- **di Progetto**: sommando le singole curve di capacità dei maschi e dei piedritti.

In particolare, nella costruzione della curva di capacità della parete vengono considerati i seguenti casi:

Caso 1:

La curva di capacità viene arrestata in corrispondenza del minimo spostamento ultimo ($\delta_{u,min}$) dei vari elementi (maschi o rinforzi).

Caso 2:

La curva di capacità viene arrestata in corrispondenza del massimo spostamento ultimo ($\delta_{u,max}$) dei vari elementi (maschi o rinforzi).

Nel caso in esame è stato considerato il **Caso 1**.

7 - VERIFICHE

Ai fini della valutazione dell'intervento se TUTTE le seguenti condizioni sono verificate, l'intervento si può classificare come LOCALE.

- **Rigidezza:** la variazione di rigidezza tra lo stato *di Fatto* (K_F) e quello *di Progetto* (K_P) è:

$$- 15 \% \leq \left(\frac{K_P - K_F}{K_F} \right) \cdot 100 \leq 15 \%;$$

- **Resistenza:** la resistenza nello stato *di Progetto* (V_P) è non minore rispetto allo stato *di Fatto* (V_F)

$$V_F \leq V_P.$$

- **Spostamento:** la capacità di spostamento nello stato *di Progetto* ($\delta_{u,P}$) è non minore rispetto allo stato *di Fatto* ($\delta_{u,F}$):

$$\delta_{u,F} \leq \delta_{u,P}.$$

Inoltre, sui rinforzi sono state effettuate le verifiche di resistenza:

- delle architravi (*flessione retta e taglio*);
- dei piedritti (*pressoflessione retta*).

8 - RISULTATI

Di seguito si riportano i dettagli delle verifiche.

CURVE DI CAPACITÀ DEI SINGOLI ELEMENTI

Curve di capacità dei singoli elementi						
EI	V_0	Δ_0	V_{EL}	Δ_{EL}	V_U	Δ_U
	[N]	[cm]	[N]	[cm]	[N]	[cm]
Situazione di fatto						
M1	0	0.0000	482854	0.0052	482854	4.0000
M2	0	0.0000	118253	0.0036	118253	4.0000
Situazione di progetto						
M3	0	0.0000	305273	0.0047	305273	4.0000
M4	0	0.0000	9630	0.0063	9630	4.0000
M5	0	0.0000	129245	0.0040	129245	4.0000
F4sx	0	0.0000	149694	1.2348	149694	4.0000
F4dx	0	0.0000	149694	1.2348	149694	4.0000

LEGENDA:

EI	Identificativo dell'elemento: M1 = maschio i-esimo; F1 = Piedritto del foro i-esimo (sx=sinistro; dx=destra)
V_0	Resistenza a taglio iniziale
Δ_0	Spostamento orizzontale iniziale
V_{EL}	Resistenza a taglio al limite elastico
Δ_{EL}	Spostamento orizzontale al limite elastico
V_U	Resistenza ultima
Δ_U	Spostamento orizzontale ultimo

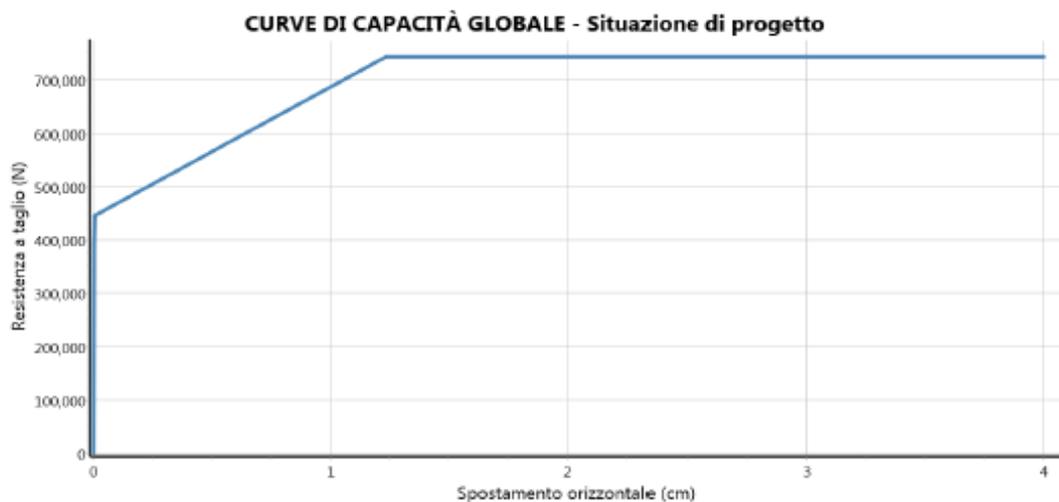
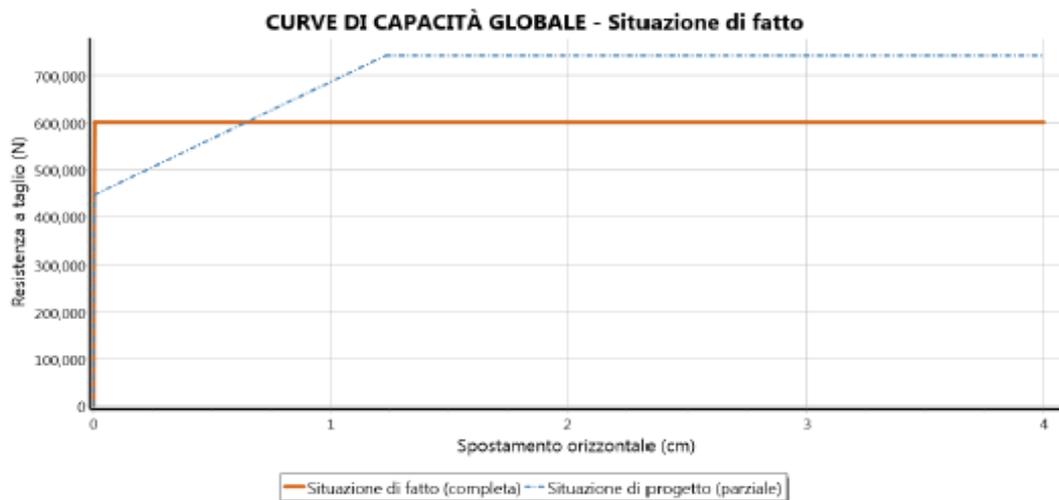
CURVE DI CAPACITÀ GLOBALE

Curve di capacità globale		
P	V	Δ
	[N]	[cm]
Situazione di fatto		
0	0	0.0000

1	456217	0.0036
2	456309	0.0036
3	601107	0.0052
4	601107	4.0000
Situazione di progetto		
0	0	0.0000
1	392151	0.0040
2	392216	0.0040
3	442903	0.0047
4	442905	0.0047
5	445680	0.0063
6	445682	0.0063
7	743536	1.2348
8	743536	4.0000

LEGENDA:

P Punto
V Resistenza a taglio
Δ Spostamento orizzontale



MURO - VERIFICA DI RIGIDEZZA

MURO - verifica di rigidezza				
K_r	K_p	ΔK	ΔK_{lim}	Note

[kN/m]	[kN/m]	[%]	[%]	
15,194,784	14,102,314	-7.19	15.00	Verificato

LEGENDA:

K_F Rigidezza nello stato di Fatto.
K_P Rigidezza nello stato di Progetto.
ΔK Variazione di Rigidezza.
ΔK_{lim} Variazione di Rigidezza Limite.
Note Verificato se ΔK < ΔK_{lim}.

MURO - VERIFICA DI RESISTENZA

MURO - verifica di resistenza			
R _F	R _P	ΔR	Note
[N]	[N]	[N]	
601,107	743,536	142,429	Verificato

LEGENDA:

R_F Resistenza nello stato di Fatto.
R_P Resistenza nello stato di Progetto.
ΔR Variazione di Resistenza.
Note Verificato se ΔR > 0.

MURO - VERIFICA DI SPOSTAMENTO

MURO - verifica di spostamento			
δ _F	δ _P	Δδ	Note
[cm]	[cm]	[cm]	
4.0000	4.0000	0.0000	Verificato

LEGENDA:

δ_F Spostamento ultimo nello stato di Fatto.
δ_P Spostamento ultimo nello stato di Progetto.
Δδ Variazione di spostamento.
Note Verificato se Δδ > 0.

RINFORZI FORI - VERIFICA A PRESSOFLESSIONE RETTA

RINFORZI FORI - verifica a pressoflessione retta					
T _R	sez	N _{Ed}	M _{Ed}	M _R	CS
	[%LLI]	[N]	[Nm]	[Nm]	
Foro 4					
Piedritto Sx	0	-16668	76	80626	78.97
	13	-16548	-57	80633	81.00
	25	-15486	-34	80694	88.37
	38	-14842	-20	80731	93.54
	50	-14414	-10	80756	97.40
	63	-14334	-15	80760	97.35
	75	-14933	-28	80726	92.14
	88	-17213	-97	80595	75.17
	100	-17126	238	80600	66.80
Piedritto Dx	0	-18572	-94	80517	70.31
	13	-18452	50	80524	73.53
	25	-17029	48	80606	79.53
	38	-16149	31	80656	85.14
	50	-15503	21	80693	89.54
	63	-15036	8	80720	93.63
	75	-15276	29	80706	90.03
	88	-17537	96	80576	73.97
	100	-17450	-185	80581	68.73
Piattabanda	0	-2972	669	81413	45.58
	17	-2972	-376	81413	47.70
	33	1660	-190	81488	NS
	50	3317	-121	81393	NS
	67	3497	-66	81383	NS
	83	-2548	-310	81437	55.84
	100	-2548	584	81437	53.08

LEGENDA:

T_R Tipologia di rinforzo del foro.
sez Posizione della sezione di verifica espressa in percentuale rispetto alla luce dell'elemento.
N_{Ed}M_{Ed} Sollecitazioni di progetto.
M_R Momento resistente. Momento resistente Plastico nel caso di elementi costituiti da profilati in acciaio.
CS Coefficiente di Sicurezza ([NS]: non significativo se CS > 100)

RINFORZI FORI - VERIFICA A TAGLIO

RINFORZI FORI - verifica a taglio						
T_R	sez	V_{Ed}	V_{Rcd}	V_{Rad}	$V_{c,Rd}$	CS
	(%LLI)	(N)	(N)	(N)	(N)	
Foro 4						
Piedritto Sx	0	470	-	-	265980	NS
	13	470	-	-	265980	NS
	25	164	-	-	265980	NS
	38	73	-	-	265980	NS
	50	26	-	-	265980	NS
	63	-29	-	-	265980	NS
	75	-135	-	-	265980	NS
	88	-415	-	-	265980	NS
Piedritto Dx	0	-507	-	-	265980	NS
	13	-507	-	-	265980	NS
	25	-236	-	-	265980	NS
	38	-130	-	-	265980	NS
	50	-82	-	-	265980	NS
	63	-20	-	-	265980	NS
	75	109	-	-	265980	NS
	88	444	-	-	265980	NS
Plattabanda	0	5491	-	-	265980	48.44
	17	5409	-	-	265980	49.17
	33	946	-	-	265980	NS
	50	167	-	-	265980	NS
	67	-216	-	-	265980	NS
	83	-4626	-	-	265980	57.50
	100	-4708	-	-	265980	56.50

LEGENDA:

T_R	Tipologia di rinforzo del foro.
sez	Posizione della sezione di verifica espressa in percentuale rispetto alla luce dell'elemento.
V_{Ed}	Taglio di progetto.
V_{Rcd}	Resistenza al taglio dovuta al calcestruzzo.
V_{Rad}	Resistenza al taglio dovuta alle staffe.
$V_{c,Rd}$	Resistenza a taglio dei profilati in acciaio.
CS	Coefficiente di Sicurezza ((NS): non significativo se CS>100).

9 - CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Nome del Software	Calculus CERCHIATURA
Versione	5.00b
Caratteristiche del Software	Software per il calcolo della cerchiatura di aperture in un muro portante per Windows
Numero di serie	16120208
Intestatario Licenza	CARAVITA ing. PIERALDO
Produzione e Distribuzione	ACCA software S.p.A. Contrada Rosole 13 83043 BAGNOLI IRPINO (AV) - Italy Tel. 0827/69504 r.a. - Fax 0827/601235 e-mail: info@acca.it - Internet: www.acca.it

Il progettista

