

2. DESCRIZIONE TECNICA DEL SISTEMA

2.1 GENERALITA'

Il blocco proposto é un elemento in calcestruzzo alleggerito con pomice, di forma parallelepipedica avente dimensioni 50x33cm in pianta e alto 20cm, con la particolarità di un inserto in EPS (Polistirene Espanso Sinterizzato) avente incastrî maschio/femmina nei corsi verticali. Tale inserto é perfettamente concatenato al cls per mezzo di incastrî a coda di rondine.

Questo blocco é destinato a permettere la realizzazione, mediante montaggio a secco, di murature di spessore 33cm entro le quali vi é una sede di 9cm ove prende posto il getto di cls che, con le armature metalliche, permette di ottenere una struttura monolitica.

Le forature passanti verticali sono organizzate su due file parallele, delle quali quella interna serve da passaggio delle canalizzazioni per gli impianti, mentre la fila di forature centrali é destinata a ricevere un getto di calcestruzzo. Tali forature verticali, con la sovrapposizione degli elementi, fanno sì che ci sia sempre la continuit  del foro passante in modo da ospitare l'armatura verticale.

I singoli blocchi in cls sono dotati di apposite scanalature che permettono una efficace giunzione degli stessi tramite un sistema di giunti di tipo "maschio-femmina" presenti tanto sulle facce orizzontali quanto su quelle verticali disposte ortogonalmente al piano della parete. L'utilizzo del blocco appena descritto, consente dunque la realizzazione di un graticcio di travetti in cls armato, orizzontali e verticali, organizzato e mutuamente interconnesso. La conformazione di questo graticcio assicura la perfetta connessione plano altimetrica tra i blocchi contigui e opportunamente sfalsati costituenti la parete muraria.

Oltre al blocco fondamentale, fin qui descritto, sono previsti ulteriori blocchi accessori destinati a costituire pezzi speciali da utilizzare al fine di realizzare gli innesti tra murature d'angolo (int. ed est.) ed elementi per passaggio impianti e varie.

2.2 CAMPO D'APPLICAZIONE

La muratura armata ottenibile con l'utilizzo del blocco descritto può essere impiegata nella costruzione di **edifici multipiano di diversa destinazione d'uso**, anche in zona dichiarata sismica.

Le altezze massime delle strutture realizzabili, nel rispetto del D.M. 14-01-2008 punto C.2, sono quelle compatibili con le verifiche di sicurezza e limitate ai valori 25m (S=6), 19m (S=9) e 13m (S=12), per zone classificate sismiche.

Questo blocco viene **montato a secco** con sfalsamento di mezzo modulo fra ciascuna fila e la superiore. Tale montaggio permette di ottenere un sistema di canalizzazioni interne, poste sull'asse della parete, destinato ad ospitare le previste armature sia orizzontali che verticali ed un getto di cls allo scopo di fornire una monoliticità al sistema di muratura armata. Il montaggio a secco, inoltre, consente di posizionare le armature orizzontali man mano che si procede al montaggio della parete, mentre le armature verticali possono essere introdotte a parete già montata sovrapponendole per almeno 60 diametri alle armature in attesa provenienti dal livello inferiore. La sovrapposizione verticale tra i diversi blocchi, oltre al canale orizzontale nel quale vengono annegate le armature, lascia sia a destra che a sinistra di detto canale una scanalatura alta 1cm. Tale scanalatura viene riempita dal cls del getto, formando un "cuscinetto" di malta che migliora in modo considerevole il comportamento a compressione della muratura. Il montaggio delle pareti si conclude con il getto di cls ad inerte sottile al fine di saturare il sistema di forature verticali intermedie e di tutte le canalizzazioni orizzontali che le collegano. Il getto stesso deve avvenire dopo un abbondante bagnatura dei blocchi in opera, onde evitare una rapida caduta di fluidità del cls dovuta al possibile assorbimento dell'acqua di idratazione dell'impasto quando questo viene a contatto con le pareti interne dei blocchi. Inoltre è consigliabile effettuare il getto in un canale verticale per volta, verificando la risalita del cls nei canali attigui allo stesso ed intervenendo successivamente con dei rabbocchi di finitura. La costipazione del getto può avvenire meccanicamente attraverso l'uso di barre di acciaio di grosso diametro introdotte a più riprese nei fori verticali di getto come anche mediante

l'utilizzo di vibratori. Il getto suddetto garantisce la completa chiusura e sigillatura della maglia organizzata di canalizzazioni in cls costituenti la singola parete e dei vari maschi in muratura armata costituenti l'edificio tra loro stessi. Inoltre la sigillatura finale delle facce esterne dei parametri murari non a contatto con il graticcio assiale formato attraverso il getto in cls sopra descritto è garantito dallo strato di intonaco e di rasatura.

Fondamentale, per il corretto risultato di montaggio, è che venga assicurata la continuità del getto effettuato successivamente al montaggio completo del singolo livello.

2.3 MATERIALI

Il sistema costruttivo della ditta FARRIS ROBERTO prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

➤ **BLOCCO DI CLS**

Per la produzione del blocco viene impiegato un calcestruzzo di classe non inferiore a Rck150. In fase di produzione, il getto viene effettuato con formatura praticamente immediata del blocco e di conseguenza si rende necessario l'utilizzo di un calcestruzzo di base avente un rapporto acqua-cemento modesto per limitare al minimo lo slump e le conseguenti irregolarità di forma.

➤ **GETTO IN OPERA DI FINITURA DEL PANNELLO MURARIO**

Per il getto di completamento in opera viene impiegato un calcestruzzo non inferiore a Rck250 di consistenza fluida e con inerte granulometricamente caratterizzato da pezzatura massima 12mm.

➤ **ACCIAIO IN BARRE PER ARMATURA ORIZZONTALE E VERTICALE**

Per le armature si utilizzano barre di acciaio ad aderenza migliorata della classe FeB44k

2.4 CONFORMITA' ALLE PRESCRIZIONI NORMATIVE DETTATE DAL D.M. 14-01-2008

Di seguito si riportano le prescrizioni a cui devono sottostare le costruzioni in muratura situate in zone dichiarate sismiche. Tali prescrizioni sono raggruppabili in due sottoinsiemi Il primo contiene le regole generali a cui occorre attenersi utilizzando un sistema costruttivo in muratura portante, mentre il secondo si riferisce alle specifiche tecniche riguardanti il sistema a muratura armata. Si sintetizzano i punti fondamentali.

(N.B. la numerazione si riferisce direttamente ai punti estratti dal D.M. 14-01-2008)

➤ Punto 5.1 **REGOLE GENERALI**

-
- a. La resistenza caratteristica a compressione f_{bk} degli elementi artificiali deve risultare non inferiore a 50 kg/cm^2 per elementi semipieni nella direzione dei carichi verticali e non inferiore a 15 kg/cm^2 per elementi semipieni nella direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano della muratura ;
 - b. Le strutture costituenti i vari orizzontamenti, comprese le coperture di ogni tipo, non devono essere spingenti. Eventuali spinte orizzontali, compreso quelle esercitate ad esempio da archi e volte, e valutate tenendo conto dell'azione sismica, devono essere eliminate con tiranti e cerchiature oppure riportate alle fondazioni mediante idonee disposizioni strutturali;
 - c. I solai devono assolvere, oltre alla funzione portante dei carichi verticali, quella di ripartizione delle azioni orizzontali tra i muri maestri;
 - d. I cordoli, in corrispondenza dei solai di piano e di copertura devono avere lunghezza pari a quella della muratura sottostante; è consentita una riduzione di larghezza fino a 6 cm per l'arretramento del filo esterno. L'altezza di detti cordoli deve essere almeno pari a quella del solaio, e comunque non inferiore a cm 15. L'armatura deve essere di almeno $\text{cm}^2 8$ con diametro non inferiore a mm16; le staffe devono avere diametro non inferiore a mm 6 ed interasse non superiore a cm 25;

- e. Nei solai le travi metalliche e i travetti prefabbricati devono essere prolungati nel cordolo per una lunghezza non inferiore alla metà della larghezza del cordolo stesso e comunque non inferiore a 12cm; le travi metalliche devono essere munite di appositi ancoraggi;
- f. In corrispondenza degli incroci d'angolo dei muri maestri perimetrali sono prescritte, su entrambi i lati, zone di muratura di lunghezza pari ad almeno m1; tali lunghezze si intendono comprensive dello spessore del muro ortogonale;
- g. Nel piano interrato o seminterrato è ammesso realizzare i muri in calcestruzzo armato, con spessori almeno pari a quelli del piano sovrastante.

Punto 5.3 **EDIFICI IN MURATURA ARMATA**

- Punto 5.3.1 – Si prescrive che per muratura armata si intende quella costituita da elementi resistenti artificiali semipieni atti a formare pareti murarie incorporanti apposite armature metalliche verticali ed orizzontali. I blocchi devono essere collegati da malta di classe M2-M1 per assicurare il riempimento dei giunti sia orizzontali che verticali. L'armatura deve essere disposta concentrata alle estremità verticali ed orizzontali dei pannelli murari e diffusa nei pannelli. La malta o il conglomerato di riempimento dei vani ove alloggiato le armature deve avere resistenza caratteristica non inferiore a 150kg/cm².
- Punto 5.3.3. – Si prescrive che le barre di armatura siano esclusivamente ad aderenza migliorata. Inoltre la distanza tra la superficie esterna di ciascuna barra e le superfici esterne del muro che la contiene deve essere non inferiore ai 5 cm. Infine la conformazione degli elementi resistenti e la disposizione delle barre devono essere tali da realizzare lo sfasamento dei giunti verticali tra i vari blocchi.
- Point 5.3.3.1 – L'armatura orizzontale, lungo i bordi delle aperture, deve essere non inferiore a 3cm² per ciascun bordo. Tale armatura deve essere prolungata ai lati dell'apertura per almeno 60diametri.
- Point 5.3.3.2 – L'armatura verticale deve essere disposta in corrispondenza degli innesti, degli incroci e dei bordi liberi dei pannelli murari, con sezione trasversale complessiva non inferiore a 4 cm² per estremità e con un interasse inferiore a 5m. Le barre si devono

estendere per l'intera altezza del pannello murario e, qualora non proseguano nei livelli superiori, devono ammorsarsi nel cordolo di piano. Infine, anche in questo caso, la zona di sovrapposizione verticale, qualora sia presente, deve essere non inferiore ai 60 diametri. Le armature verticali devono essere alloggiare in vani nei quali sia inscrivibile un cilindro di diametro non inferiore ai 6cm.

Il nuovo D.M.14.01.2008 prevede che é **compito del Progettista stabilire delle percentuali minime di armatura, in particolare attorno alle aperture, ovvero alle parti terminali, che garantiscono la robustezza del complesso strutturale.**

- Punto 5.3.3.3 – In corrispondenza dei solai vanno disposti dei cordoli in cls armato come prescritto nel punto 5.1 (d). In tali cordoli si suppone concentrata l'armatura orizzontale di estremità del pannello. Altra armatura orizzontale di incatenamento deve disporsi con interasse inferiore a 4m con area non inferiore a 4cm². La lunghezza di sovrapposizione va assunta almeno pari a 60 diametri e dalle estremità le barre vanno ripiegate nel muro ortogonale per almeno 30 diametri. Ulteriori armature orizzontali devono prevedersi ad intervalli non superiori a 60 cm e diametro non inferiore a 5mm opportunamente ripiegate e collegate alle barre verticali di estremità del pannello.
- Punto 5.3.4 – Ai fini dell'analisi sismica occorre considerare i pannelli murari compresi tra due diaframmi orizzontali successivi e tra due aperture o intersezioni che li delimitano lateralmente. Non vanno considerati resistenti all'azione sismica ma solo ai carichi verticali i pannelli murari con rapporto tra il loro sviluppo in altezza ed in pianta superiore a 4. Lo spessore netto delle pareti non deve essere inferiore a 24 cm o a 1/14 dell'altezza.
- Punto 5.3.5 – Al fine antisismico é consentita l'analisi statica come previsto per le strutture intelaiate al punto C.6 adottando però un coefficiente di risposta $R=1$ ed un coefficiente di struttura β normalmente uguale a 1,5.

Per la verifica semplificata si forniscono inoltre le seguenti prescrizioni :

- La pianta dell'edificio deve risultare il più possibile compatta e simmetrica rispetto ai due assi ortogonali e il rapporto tra il lato

maggiore ed il minore deve risultare inferiore a 3 in caso di pianta rettangolare.

- La distanza tra i muri maestri non deve essere superiore ai 7 metri.
 - La distanza massima tra lo spiccato delle fondazioni e l'intradosso del primo piano o fra due solai successivi deve essere minore di 7 metri.
 - Le murature devono presentare in fondazione un aumento di spessore di almeno 20cm.
 - Le aperture praticate nei muri portanti devono essere verticalmente allineate e al fine della verifica delle percentuali delle aree resistenti nelle due direzioni ortogonali, nel generico piano, si prendono in considerazione le sole porzioni di muro che presentano continuità verticale nel piano oggetto di verifica fino alla fondazione. Vengono ridotti i limiti previsti per la muratura ordinaria di 1.5 unità percentuali. Viene elevato da 0.5 a 0.6 il coefficiente riduttivo dell'area resistente del piano al fine della determinazione della tensione media a compressione di piano. Il sovraccarico accidentale deve essere non superiore ai 400kg/m^2 .
- Punto 5.3.6 – Per le murature si adottano le tensioni ammissibili previste dalle vigenti norme sulle costruzioni di conglomerato cementizio armato. Invece, per le verifiche tensionali della muratura sotto le azioni sismiche le tensioni ammissibili adottate sono quelle per gli edifici in muratura ordinaria moltiplicate per 2.



Il sistema costruttivo della ditta FARRIS ROBERTO é conforme alle prescrizioni di cui sopra in quanto presenta le seguenti caratteristiche :

- a) I collegamenti tra i vari elementi sono ottenuti tramite il graticcio interno di cls armato, nonché dalla malta di tipo M2 costituente l'intonaco esterno alle pareti.
- b) Il cls é di classe non inferiore al Rck250 e le armature di confezione sono ad aderenza migliorata e sono disposte in maniera diffusa ma qualitativamente superiore ai minimi di normativa fissati. Infatti alle estremità di ogni singolo pannello e comunque ogni 5m di lunghezza dello stesso sono previsti 3 \varnothing 16 (6.03cm^2) verticali quantità maggiore dei 4cm^2 richiesti ed in aggiunta sono posizionati 1 \varnothing 8/50cm ($1\text{cm}^2/50\text{cm}$) verticali diffusi. Orizzontalmente, i cordoli, armati come da punto 5.1d, forniscono una armatura minima di estremità pari ad almeno 8cm^2 maggiore dei 4cm^2 richiesti; ogni 60cm, infine, si dispone 1 \varnothing 8 ($0.79\text{cm}^2/60\text{cm}$) che soddisfa i minimi normativi. In corrispondenza delle aperture si dispongono invece 2 \varnothing 14 (3.08cm^2) quantità maggiore dei 3cm^2 richiesti. Per pannelli di altezza maggiore ai 4m si prevede una ulteriore armatura orizzontale concentrata pari a 2 \varnothing 16 (4.02cm^2), quantità maggiore dei 4cm^2 richiesti.
- c) La distanza delle barre orizzontali e verticali dalla parete esterna del muro risulta di circa 12cm e comunque superiore ai 5cm richiesti dalla normativa.
- d) I fori contenenti le barre di armatura hanno dimensioni tali da poter inscrivere al loro interno un cilindro di diametro 6cm.
- e) Lo spessore della muratura al netto dell'intonaco è di 33cm maggiore dei 24cm richiesti e l'altezza degli interpiani sarà non superiore ai 3,50m rispettando anche il limite $h/14$.
- f) La conformazione degli elementi resistenti é tale che si realizzi lo sfalsamento dei giunti verticali tra i blocchi.

Pertanto, per quanto sopra esposto, si dichiara che il sistema costruttivo della ditta FARRIS ROBERTO é conforme alle vigenti normative in materia di muratura armata (D.M. 14-01-2008).

2.5 PARAMETRI FISICO-MECCANICI

Dalle prove eseguite presso Istituti specializzati, su tratti di parete armata utilizzando il blocco della ditta FARRIS ROBERTO, sono stati desunti i seguenti parametri fisico-meccanici che qui sotto vengono riportati in forma indicativa, fermo restando la necessità di avvalersi di prove definitive ai fini di una corretta progettazione:

- Modulo di elasticità longitudinale $E > 35000 \text{ kg/cm}^2$
- Modulo di elasticità tangenziale $G > 14000 \text{ kg/cm}^2$
- Resistenza caratteristica a compressione della muratura $f_k > 98 \text{ kg/cm}^2$
- Resistenza caratteristica a taglio della muratura $f_{vko} > 25 \text{ kg/cm}^2$
- Fattore di duttilità della muratura $\mu = 3$

Struttura Sottostante Mobile in Visione nei Cantieri(Vedi anelli di ancoraggio).



3. VOCE DI CAPITOLATO

Muratura da intonacare portante in zona sismica, realizzata con blocchi a cassero vibro compressi, in calcestruzzo alleggerito con pomice, prodotti **dalla ditta FARRIS ROBERTO**, azienda in fase di certificazione ai sensi della UNI EN ISO 9001 e con certificati e relazione tecnica a supporto del sistema costruttivo.

La muratura, con un sistema di posa a secco, è atta al getto di cls con armature orizzontali e verticali (sistema costruttivo a setti portanti secondo DM 14/01/2008).

I blocchi a cassero di dimensione (LxHxsp 500x200x330 mm) sono prodotti con calcestruzzo alleggerito con pomice e inserto isolante di spessore non inferiore ai 102,5mm.

I blocchi a cassero sono provvisti di marcatura CE secondo la norma UNI EN 15435 (Febbraio 2010), con sistema di attestazione di conformità. La parete intonacata deve avere una trasmittanza termica U non superiore a 0,33 W/m²K e un indice di isolamento acustico calcolato secondo la UNI EN 12354/1 superiore a 50 dB.

I blocchi a cassero saranno riempiti con un getto di cls max. ogni 3 metri dall'altezza del piano di lavoro. Sono compresi gli oneri per la formazione di spalle e relativi pezzi speciali, eventuali ancoraggi alla fondazione e quant'altro occorre per eseguire la muratura a regola d'arte.

<p>N.B.: per il calcolo dell'armatura, richiedete le Linee Guida di Utilizzo.</p>
