



---

**ALLEGATO 1 - Fascicolo Tecnico**

**“Procedure  
delle demolizioni e dei puntelli  
in sicurezza ”**

Attuazione del Decreto Legislativo 09 aprile 2008 n. 81  
art. 91, comma 1, lett. a

**ADEGUAMENTO SISMICO**

**DELLA PALESTRA DELLA SCUOLA MEDIA**

**“LORENZO DE'MEDICI”**

**NEL COMUNE DI BARBERINO DI MUGELLO**

**Cantiere** sito in Via Monsignor Agresti  
presso la scuola media “Lorenzo de' Medici” del capoluogo  
nel Comune di Barberino di Mugello

**Committente :**  
Comune di Barberino di Mugello

**Coordinatore in fase di progetto:** Dott. Ing. Massimiliano Cecconi

**Coordinatore in fase di esecuzione:** da nominare

Data di prima compilazione :

Marzo 2015

## Demolizioni

Per questa fase di lavorazione si rimanda a quanto in allegato e precisamente:

- α) D.Lgs.81/2008 dall'art.150 all'art.156
- β) DM 1 "il programma delle demolizioni: criteri generali per la sua formulazione"
- γ) DM 1.2.1. "demolizione di elementi: avvertenze metodologico normative" "Strutture di elevazione verticale,pareti perimetrali verticali,pareti interne verticali"
- δ) DM 1.1.1 "demolizione di elementi: avvertenze metodologico normative" "Strutture di fondazione dirette,indirette,di contenimento".
- ε) DM 3.1.2. "demolizione di elementi: avvertenze metodologico normative" " Solai a terra su spazi aperti,coperture,solai,scale,balconi".

### α) **DEMOLIZIONI - D.Lgs.81/2008**

#### **Art. 150. Rafforzamento delle strutture**

1. Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire.
2. In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi.

#### **Art. 151. Ordine delle demolizioni**

1. I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine, devono essere eseguiti sotto la sorveglianza di un preposto e condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.
2. La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

#### **Art. 152. Misure di sicurezza**

1. La demolizione dei muri effettuata con attrezzature manuali deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione.
2. E' vietato lavorare e fare lavorare gli operai sui muri in demolizione.
3. Gli obblighi di cui ai commi 1 e 2 non sussistono quando trattasi di muri di altezza inferiore ai due metri.

**Art. 153. Convogliamento del materiale di demolizione**

1. Il materiale di demolizione non deve essere gettato dall'alto, ma deve essere trasportato oppure convogliato in appositi canali, il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta.
2. I canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati.
3. L'imboccatura superiore del canale deve essere realizzata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone.
4. Ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei.
5. Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta.

**Art. 154. Sbarramento della zona di demolizione**

1. Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti.
2. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.

**Art. 155. Demolizione per rovesciamento**

1. Salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta.
2. La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli imprevisti o non previsti di altre parti.
3. Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata.
4. Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.
5. Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolose per i lavoratori addetti.

## **β) DM 1 “il programma delle demolizioni: criteri generali per la sua formulazione”**

Le opere di **demolizione, disfacimento, rimozione** costituiscono una *tecnica a sé stante* che si attua con specifici mezzi, tempi, metodi, normativa la cui definizione costituisce nei singoli casi **un programma di lavoro**.

**Il programma di lavoro identifica :**

- l'oggetto (cosa deve essere oggetto di demolizione) ;
- il metodo (con l'impiego di quali mezzi e tecniche) ;
- le misure di sicurezza da adottare ;
- le opere di rafforzamento da predisporre ;
- i tempi e le sequenze .

Per poter stilare un programma delle opere di demolizione occorre individuare e conoscere compiutamente *quali* sono gli elementi del sistema edilizio da demolire, disfare, rimuovere.

Ciò si desume:

1. dal confronto fra lo stato di fatto e il progetto dell'edificio;
2. dal risultato delle analisi svolte su quelle parti di edificio in cui si manifestano stati di degrado o che hanno intrinseca propensione al degrado, quando l'esito comporta la sostituzione parziale o totale dei manufatti (dato di progetto) .

Nell'uno o nell'altro caso è opportuno individuare su un apposito elaborato grafico tutti gli elementi che devono essere demoliti, rimossi o disfatti: ciò consente un facile controllo della quantità delle opere ed è utile in fase di determinazione della sequenza dei tempi e dell'approntamento delle opere di presidio.

Di ogni elemento interessato occorre conoscere come è costituito in termini di materiali componenti, di tecniche costruttive, di modificazioni ed alterazioni subite, di stato di conservazione.

Anche in questo caso lo studio diagnostico diventa strumento insostituibile : infatti solamente la conoscenza approfondita del manufatto sul quale si intende intervenire consente di *operare in sicurezza*. La casistica è tale e le possibili combinazioni tanto numerose che non è possibile compilare elenchi significativi cui potersi riferire operativamente: in sintesi diciamo che ogni dissesto, degrado, alterazioni in atto sui materiali e sul sistema costituisce particolare aggravio in fase di demolizione, comportando accorgimenti e cautele ulteriori.

L'elemento da demolire, noto per le sue caratteristiche intrinseche, deve quindi essere chiaramente ed inequivocabilmente collocato all'interno del *sistema statico* che, in ogni caso, risulterà modificato nei corso e in seguito all'opera di demolizione.

E questa una ricognizione per la quale non si deve dare nulla per scontato fin tanto che siano acquisiti elementi certi di conoscenza. Questa indagine sul comportamento strutturale sarà estesa anche *all'intorno dell'edificio* in cui si interviene, in particolare agli edifici contigui o prossimi e da ciò si trarranno elementi che interverranno nel programma condizionandolo nei modi più diversi (ulteriori cautele ed opere provvisorie per non danneggiare manufatti da conservare, possibilità di utilizzare strutture esterne per le puntellazioni, per ancorare i ponteggi di servizio, ecc.).

Parametri assai significativi sono le distanze dei manufatti vicini, lo spazio libero disponibile, la localizzazione e dimensione degli accessi, il tipo di traffico presente su eventuali strade contigue o prossime, le caratteristiche meccaniche del terreno.

Il programma delle demolizioni, disfacimenti e rimozioni deve definire quale e quanto *personale* impiegare, quali *tecniche* e quali e quanti *mezzi* usare.

Anche questo aspetto del programma non è riconducibile a regole fisse e predeterminate, se non al principio irrinunciabile della sicurezza nei riguardi degli operatori e dei manufatti da conservare.

Innanzitutto è richiesto che il personale abbia una specifica preparazione ed esperienza professionale e si trovi in condizioni fisiche ottimali.

Per ogni operazione sarà costituita una squadra di lavoro sufficiente ed adeguata quanto a numero di componenti a coprire ogni evenienza nel corso della demolizione, ma si eviterà nel contempo ogni affollamento che possa creare confusione e disordine.

Per ottenere ciò ciascun operatore avrà, assegnati compiti chiari e non equivocabili e sarà istruito sul modo in cui svolgere il lavoro affidatogli, sarà edotto dei rischi e delle corrispondenti misure di prevenzione.

Tra queste ultime, in ogni caso, vale sempre la norma di tenersi in una posizione sicuramente stabile oppure di fare uso delle cinture di sicurezza, impiegando i mezzi personali di proiezione (elmetto, calzature speciali, occhiali, ecc.).

Le tecniche specifiche relative ai differenti sub-sistemi sono illustrate in schede apposite (1.1.1./DM/1; 1.2.1./DM/1; 3.1.2./DM/1): qui l'argomento è trattato negli aspetti di carattere generale, sottolineando che l'ottica prevalente è quella dell'intervento parziale piuttosto che della demolizione completa di edifici. Consideriamo quindi gli *attrezzi* di tipo manuale, meccanici e non, distinguendo fra quelli che agiscono per penetrazione nel materiale e quelli che agiscono per urto.

E' ovvio che i primi (picconi, leve, scalpelli) comportano un grado d'impiego e di sicurezza diverso dai secondi (mazze e martelli) e sono da preferirsi a questi ultimi quando le fessurazioni e le vibrazioni indotte siano pericolose per la stabilità dell'opera.

L'impiego di mezzi meccanici è innanzitutto vincolato alla possibilità di operare in assoluta sicurezza pur essendo in presenza di vibrazioni e scuotimenti.

Oltre a ciò entra in conto la dimensione del manufatto da demolire e la sua accessibilità, fattori che potrebbero condizionare negativamente l'impiego di mezzi meccanici.

In ogni caso si dovranno usare apparecchi di dimensioni ridotte, leggeri, con caratteristiche costruttive tali da ridurre al minimo le vibrazioni, con attrezzatura pure leggera e poco ingombrante: ciò agevola l'operatore riducendo lo sforzo richiesto e consentendo la massima precisione e sensibilità.

E' importante che in ogni cantiere di demolizione sia presente una certa scorta di leve, binde e martinetti oltre quella considerata strettamente necessaria, per eventualità improvvise ed urgenti (sostegno o puntellamento di masse instabili, soccorso a persone coinvolte in crolli ecc.).

Nella formulazione del programma dovranno essere inoltre stabiliti gli *sbarramenti* e le *protezioni* da mettere in atto.

La zona interessata dovrà essere delimitata con particolare cura sia per quanto riguarda il pubblico transito che per quello degli addetti ai lavori.

In corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi da eventuali cadute di materiali dall'alto: a questo proposito ci si dovrà conformare ai vigenti regolamenti comunali. Analoghe protezioni saranno poste a difesa delle proprietà confinanti ove queste possano essere interessate dalla caduta di materiali.

Saranno bloccati tutti gli accessi all'opera in demolizione all'altezza del piano di spiccato, fatti salvi quelli strettamente necessari che, come prima specificato, saranno protetti superiormente. Qualora il materiale venga convogliato in basso per mezzo di canali, dovrà essere vietato l'accesso alla zona di sbocco quando sia in corso lo scarico e tale divieto dovrà risultare da appositi evidenti cartelli.

Ancora si provvederà allo sbarramento dei vani, dei balconi, finestre, scale, ascensori al momento stesso in cui vengono tolti parapetti o infissi per evitare cadute durante la circolazione del personale.

Per i passaggi da un piano all'altro occorre garantire la stabilità delle scale esistenti oppure sbarrarle installandone altre provvisorie. Nel primo caso le ringhiere potranno essere rimosse solamente se sostituite da solidi parapetti.

Sulle zone dei solai parzialmente demoliti dovranno essere poste delle passerelle di tavole. Tra i cumuli costituiti dal materiale di risulta dovranno sempre essere lasciati passaggi sufficientemente ampi, avendo cura che non vi sporgano parti pericolose di legno, ferro, ecc.; lungo questi passaggi dovranno altresì essere eliminati i chiodi sporgenti.

Bisogna inoltre accertarsi che, da qualunque posizione di lavoro, la via di fuga sia sempre facile ed evidente.

L'allontanamento dei materiali di risulta dovrà essere particolarmente curato affinché non si verifichino confusi accatastamenti, sovraccarichi e pressioni pericolose su strutture verticali e orizzontali.

I materiali di demolizione non dovranno essere accumulati sui solai, sulle scale, contro le pareti né sui ponti di servizio: dovranno essere sollecitamente allontanati con mezzi di ogni genere purché sicuri. E' vietato nel modo più assoluto gettare il materiale dall'alto a meno che non venga convogliato in appositi canali.

L'imboccatura superiore di questi dovrà essere tale che non vi possano cadere accidentalmente persone; ogni tronco di canale dovrà essere adeguatamente imboccato in quello successivo e gli eventuali raccordi saranno rinforzati; l'ultimo tratto dovrà essere inclinato così da ridurre la velocità di uscita dei materiali e limitatamente a qualche metro di distanza, in orizzontale, dall'opera in demolizione o dai ponti di servizio; l'estremità inferiore del canale non dovrà superare l'altezza di metri 2 sul piano di raccolta.

Si adotteranno tutti i provvedimenti necessari ad evitare cadute o pericolo di essere trascinati dal materiale per gli addetti allo scarico.

Tutti i materiali di risulta per i quali non possa servire il canale saranno calati a terra con mezzi idonei e con cura particolare.

Si limiterà il sollevamento della polvere irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta: a quantità di acqua dovrà essere quella strettamente necessaria e comunque non dovrà compromettere la stabilità delle strutture.

Il programma di demolizione si occuperà inoltre delle opere necessarie per il *rafforzamento delle strutture*.

A seconda delle necessità riscontrate nella verifica preventiva delle strutture da demolire, disfare o rimuovere nonché di quelle successivamente nascenti nel corso dei lavori e per evitare crolli improvvisi, dovranno essere eseguiti puntellamenti, rafforzamenti ed opere consimili, sia che essi interessino cornicioni, balconi, porte, volte, archi, setti murari, ecc.

Le predette opere non dovranno mai creare nuove sollecitazioni interne nelle strutture interessate, particolarmente in quelle di eventuali edifici adiacenti e, contrariamente ai lavori di demolizione, saranno di norma eseguite procedendo dal basso verso l'alto. L'efficacia dei rafforzamenti e puntellamenti dovrà continuamente essere verificata mediante un adeguato numero di spie.

Anche la *sistemazione degli impianti* è oggetto del Programma delle demolizioni. A tal fine, prima dell'inizio delle demolizioni, dovranno essere interrotte le erogazioni agli impianti di elettricità, gas, acqua, ecc, esistenti nella zona dei lavori, previ accordi con le rispettive Società od Enti erogatori.

I serbatoi e le tubazioni saranno svuotati; dovrà essere effettuata la chiusura dell'attacco delle fognature.

Saranno interrotte le erogazioni ai suddetti impianti anche nelle demolizioni parziali o di limitata entità, data la possibile presenza di conduttori o canalizzazioni incassati o interrati.

Le reti elettriche disposte per l'esecuzione dei lavori dovranno essere ben individuabili ed idoneamente protette.

Il Programma in oggetto conterrà inoltre precise prescrizioni per quanto attiene i *tempi* e la *sequenza* delle

opere stesse. E' chiaro che, nel caso di interventi di recupero, demolizioni e ricostruzioni si intrecciano in una particolare e preordinata alternanza che, caso a caso, sarà stabilita in funzione del progetto, nell'osservanza di tutti i criteri fin qui esposti, dei particolari accorgimenti e tecniche che si riferiscono ai diversi sub-sistemi e delle *norme di carattere generale* di seguito elencate.

## **Norme generali**

Le demolizioni dovranno progredire tutte allo *stesso livello* procedendo *dall'alto verso il basso*. Ad ogni *sospensione del lavoro* dovranno essere rimosse tutte le parti pericolanti; in caso contrario si procederà allo sbarramento delle zone interessate da eventuali cadute di strutture, materiali od altro ed apporre segnalazioni efficaci e visibili. I lavori dovranno essere condotti in modo che le persone non possano essere colpite da oggetti, materiale, ecc, caduti dall'alto.

Gli addetti ai lavori, ogniqualvolta necessario, dovranno essere protetti contro la caduta mediante cinture di sicurezza o con altre misure idonee.

Nello sviluppo delle demolizioni non dovranno essere lasciate distanze eccessive tra i collegamenti orizzontali delle strutture verticali.

Ogni demolizione, disfacimento o rimozione dovrà essere eseguita da posti di lavoro sicuri. E' vietato appoggiare alle strutture in demolizione scale a pioli o meccaniche: se particolari lavori richiedessero l'impiego di queste ultime potranno essere adottate solo scale su ruote.

Escavatori, trattori, ecc. potranno essere impiegati solo quando non comportino pericolo per gli addetti ai loro funzionamento.

Prima del taglio ossidrico od elettrico di parti coperte con pitture contenenti piombo dovranno essere adottate le opportune misure contro l'avvelenamento da vapori di piombo (cfr. Legge del 19/7/1961, n. 706, art. 8).

I lavori di demolizione saranno sospesi quando manifestazioni temporalesche possano creare condizioni di pericolo.

## **ULTERIORI INDICAZIONI E PRESCRIZIONI PER LA REDAZIONE DEL PROGRAMMA DELLE DEMOLIZIONI**

Durante i lavori di demolizione tradizionale e selettiva, i lavoratori sono esposti a numerosi rischi di infortunio e rischi per la salute.

Tali rischi si estendono anche a persone residenti e passanti.

I principali rischi sono i seguenti:

- cadute dall'alto
- rimanere sepolti o travolti
- esposizione a sostanze nocive alla salute.

Queste sostanze possono essere sotto forma di polvere (ad es. quarzo, amianto, fibre minerali) o di fumo durante la saldatura e il taglio a cannello (ad es. piombo).

Al fine di individuare meglio queste situazioni di pericolo si dovrà seguire la presente lista di controllo:

## **Organizzazione del lavoro**



1. ACCERTARSI dei **cambiamenti statici** che potrebbero verificarsi durante i lavori di demolizione

(Ad esempio muri tagliafuoco verso edifici adiacenti, elementi sporgenti, solette intermedie e pareti divisorie)

2. ACCERTARE, Con un controllo effettuato sull'oggetto da smantellare o da demolire se sono presenti elementi, impianti o materiali che contengono **sostanze pericolose per la salute** ( Ad es. amianto, quarzo, fibre minerali sintetiche, idrocarburi alogenati come PCB, metalli pesanti, ecc.)

In caso di presenza di sostanze simili identificare esattamente i pericoli (analisi sui materiali, valutazione da parte di esperti) e adottare le necessarie misure (ad es. ricorso ad una ditta di bonifica da amianto), rimuovere e smaltire a regola d'arte prima dell'inizio dei lavori di demolizione

3. ACCERTARE la risoluzione delle **esigenze di sicurezza pubblica** discutendo con gli organi competenti e integrando il Piano di demolizione.

Non deve sussistere alcun pericolo ad es. per i pedoni, le installazioni dei trasporti pubblici ecc

4. GARANTIRE E DOCUMENTARE che tutte le **condotte industriali** (acqua, elettricità, gas, telefono, ecc.) siano state messe fuori servizio dalle aziende competenti

( i lavori di demolizione selettiva possono iniziare soltanto quando è stata confermata la messa fuori servizio di tutte le linee industriali)

## Esecuzione del lavoro

5. GARANTIRE che nell'area di demolizione non ci siano persone non autorizzate

Ad es. mediante sbarramenti, posti di sorveglianza e ispezioni prima della demolizione meccanica

6. Durante la demolizione tenere conto della possibile diminuzione della capacità portante di pavimenti, tetti. (contropavimenti, elementi non resistenti alla rottura ecc.)

attenzione a coperture, griglie, contropavimenti ecc.: pericolo di rottura

7. GARANTIRE che nei punti a rischio caduta i lavoratori siano protetti in modo adeguato contro le cadute



GARANTIRE l'assenza di posti di lavoro sovrapposti

9. VERIFICARE CHE i lavori sono organizzati in modo che la caduta di elementi costruttivi non arrechi danni né alle persone né alle cose e che non si creino vibrazioni non ammissibili

10. PREVEDERE misure che riducono una potenziale **formazione di polvere** durante la demolizione

La formazione di polvere deve essere contenuta con adeguate misure, ad es. nebulizzazione d'acqua sull'apparecchio demolitore, irrorazione con acqua

## Formazione, istruzione e informazione

11. Il personale impegnato nei lavori di demolizione dovrà essere a conoscenza dei pericoli specifici all'edificio e delle misure da adottare

gli operai devono segnalare i materiali critici inaspettati alla persona competente sul posto.

12. Il Gli addetti all'uso delle macchine e delle attrezzature di lavoro dovranno possedere un'**adeguata**

**formazione** e saranno istruiti sui pericoli specifici alla struttura da demolire

**c) DM 1.2.1. “Demolizione di elemento : avvertenze metodologico normative”  
di  
*strutture di elementi verticali, pareti perimetrali verticali, pareti interne verticali***

## **ESECUZIONE**

A mano o con l'ausilio di mezzi meccanici, per grandi massi o per piccoli blocchi, in funzione del materiale, delle dimensioni dell'opera, della sicurezza.

### **1. Demolizione per grandi massi.**

Consente *tempi ridotti* e quindi diminuisce il tempo di permanenza delle persone in condizione di pericolo.

*Inconvenienti e limiti:*

- induzione di lesioni in strutture superstiti;
- permanenza di blocchi in posizione instabile con conseguente operazione di rimozione delicata e pericolosa.

*Mezzi:*

a) **Trazione o spinta** con conseguente rovesciamento, limitatamente a parti di struttura non più alta di m. 5 sul terreno.

La trazione o la spinta devono essere esercitate in modo graduale su *elementi opportunamente isolati* dal resto del fabbricato in demolizione onde evitare crolli intempestivi o non voluti di altre parti.

**La trazione** deve essere esercitata da una distanza pari almeno ad una volta e mezzo l'altezza dell'elemento da abbattere (*vedi illustrazione n. 1*).

Per facilitare la caduta dell'elemento, questo può essere **scalzato alla base**, previa **puntellazione**: i puntelli saranno anch'essi rimossi a distanza a mezzo funi di trazione (*vedi illustrazione n. 2*).

**In ogni caso** occorre curare l'*ancoraggio* degli argani e la protezione contro il caso di *rottura delle funi*.

Per ben applicare le funi è necessario fare dei *lavori preparatori* sulle murature e pertanto il sistema *non è applicabile* quando lo stato dell'elemento da demolire non consenta di eseguire detti lavori in modo sicuro.

**La spinta** può essere esercitata con martinetti o simili, *limitatamente* ad opere di altezza massima di m. 3, con l'ausilio di *puntellature* sussidiarie contro il ritorno degli elementi mossi.

La spinta deve essere esercitata sensibilmente *al di sopra del centro di gravità* dell'elemento da demolire, per evitare che il ribaltamento avvenga dalla parte opposta a quella voluta.

I *mezzi di spinta* devono essere ben *ancorati* al suolo; i puntoni devono essere di *lunghezza* adeguata e sufficiente a tenere a distanza gli addetti ai lavori.

In testa ai puntoni di spinta potranno essere applicate *piastre* di appoggio, eventualmente trattenute da funi contro lo slittamento (*vedi illustrazione n. 3*).

Nel caso in cui un *tentativo* di rovesciamento per spinta risulti *inefficace*, occorre spostare il punto di applicazione della spinta ed impiegare martinetti e mezzi più potenti *evitando* di avvicinarsi all'elemento che risulta ormai in equilibrio instabile.

#### *Precauzioni.*

In seguito al ribaltamento deve essere evitato che lo *scuotimento* del terreno induca danni o lesioni a parti di edifici contigui o vicini. Dopo l'abbattimento per rovesciamento si possono sviluppare in seno all'opera la demolire o da conservare delle sollecitazioni secondarie che possono causare *crolli secondari* spontanei: è buona regola *allontanarsi dall'opera per almeno mezza ora* dal momento del ribaltamento.

b) **Pesi oscillanti**, applicati all'estremità di pali fissi o, per piccoli lavori, al braccio di una gru, con cui si ottiene demolizione per urto.

Si tratta di una tecnica *raramente impiegabile* nel caso di ristrutturazione perché difficilmente controllabile per piccole dimensioni e quando altre parti vicine siano da conservare.

Richiede infatti uno *spazio libero* attorno all'opera di almeno una volta e mezzo l'altezza dell'elemento da demolire.

Inoltre l'*urto* deve essere applicato sufficientemente in *alto*, la mazza non deve assumere direzioni diverse da quelle volute, il comando deve essere fatto a distanza di sicurezza, sul cantiere può permanere solamente il personale addetto al comando del mezzo.

c) **Altri mezzi**, non considerando ovviamente in questa sede l'impiego degli esplosivi, possono essere, per lavori di *non grande entità*, **escavatori e trattori con lama a bulldozer**: l'impiego è *limitato* a strutture di *altezza ridotta* e con macchine che possano operare alla *massima distanza possibile*, con posto del manovratore protetto su tutti i lati.

## **2. Demolizione per piccoli blocchi.**

E' la tecnica che più interessa nel caso di interventi di recupero. Si procede di norma dall'alto verso il basso per successivi cantieri orizzontali.

I blocchi non devono di norma superare i quattro mattoni o analoga dimensione quando trattasi di materiali diversi: devono essere ricavati preferibilmente con martello e scalpello, oppure con scalpello meccanico leggero, eccezionalmente con piccone, mentre sono da evitarsi gli strumenti a leva.

#### *Precauzioni.*

Il *personale* addetto alla demolizione opera su *ponti di servizio indipendenti* dall'opera in demolizione: *non può* lavorare sopra l'elemento da demolire se non per altezze di possibile caduta inferiore a 2 m. Per altezze dell'elemento in demolizione comprese fra 2 e 5 metri è possibile lavorare sullo stesso solo quando il personale è affrancato facendo uso di *cinture di sicurezza*.

Nella demolizione di murature sovrastanti al perimetro di solai o di elementi strutturali in aggetto dovrà essere attuata ogni cautela (puntellazioni e simili) per non provocare in seguito alla riduzione del grado di incastro, abbassamenti o crollo di questi stessi anche sotto carichi ridotti o per solo peso proprio.

Nella demolizione di *archi* occorre in ogni caso sostenere con *puntelli* l'arco stesso e con *sbadacchiature* la sommità dei piedritti (vedi illustrazione n. 4).

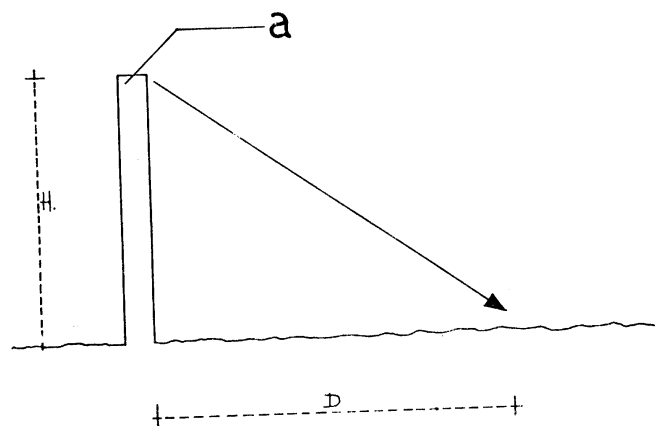
### 3. Nota sulla demolizione di strutture a telaio in cemento armato.

Nel caso di strutture a telaio in c.a., murature e pannelli di tamponamento devono essere demoliti completamente prima di attaccare la struttura portante: ciò impedirà durante i lavori ad elementi scarsamente collegati di cadere spontaneamente e consentirà di poter valutare senza equivoci le caratteristiche della struttura in ordine alla scelta dei punti più opportuni da cui iniziare la demolizione.

Durante la demolizione, e ciò in particolare per travi, è opportuno controllare di frequente l'andamento dei ferri che, se posizionati erroneamente rispetto alla posizione teorica, possono utilmente evidenziare le reali sezioni di minor resistenza.

Illustrazione n. 1

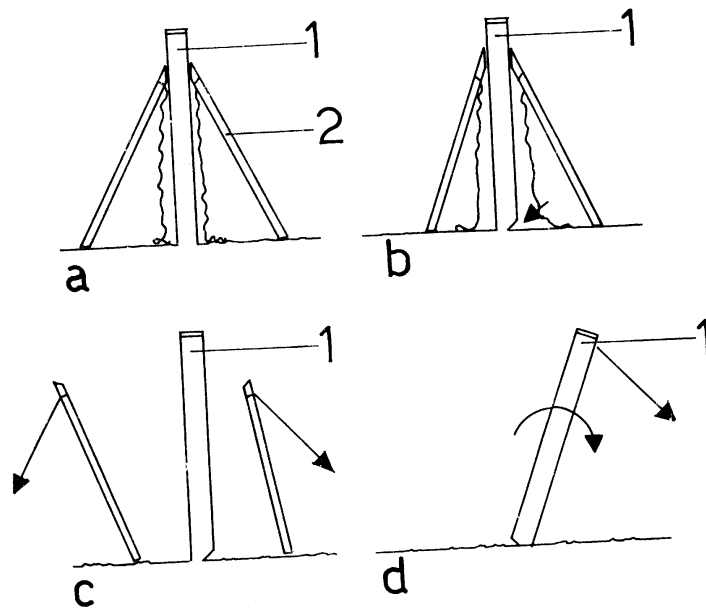
(segue)



**legenda:**

- a) Elemento da demolire a trazione.
- $H$  = altezza dell'elemento, massimo 5 metri.
- $D$  = distanza di sicurezza per la trazione, minima  $1,5 \times H$ .

(segue)

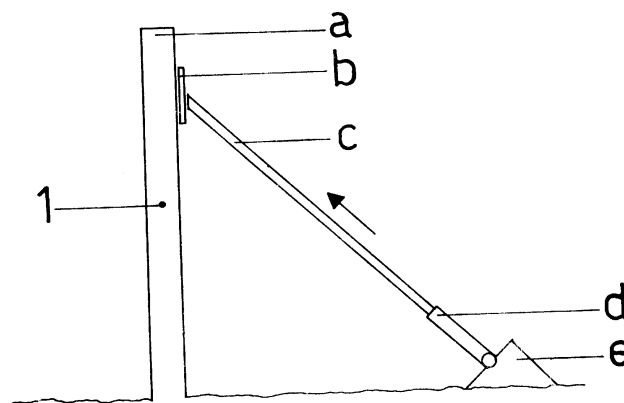


**legenda:**

- 1. Elemento da demolire a trazione, di altezza massima di metri 5.
- a) Posizionamento dei puntelli 2.
- b) Scalzamento della base dell'elemento.
- c) Rimozione dei puntelli a distanza a mezzo ferri.
- d) Manovra di trazione dell'elemento a mezzo ferri.

(segue)

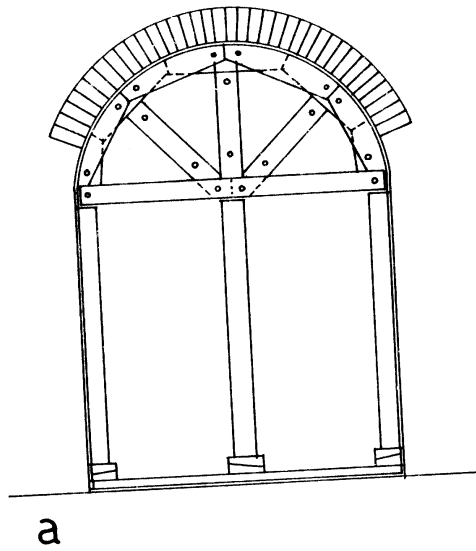
illustrazione n. 3



**legenda:**

- a) Elemento da demolire a spinta con altezza massima di metri 3.
- 1. Baricentro dell'elemento.
- b) Puntone di spinta.
- c) Piastra di ripartizione.
- d) Martinetto.
- e) Sistema di ancoraggio al suolo.

(segue)



**legenda:**

- a) Esempio di puntellazione di sostegno di un arco in fase di demolizione.

**d) DM 1.1.1. “Demolizione di elemento : avvertenze metodologico normative”  
di  
strutture di fondazione dirette, indirette, di contenimento**

**ESECUZIONE:**

A mano o con l'ausilio di mezzi meccanici in funzione del materiale, delle dimensioni dell'opera, della sicurezza.

Si procede dall'alto verso la base e per piccoli blocchi, per cantieri limitati in senso longitudinale quando l'elemento da demolire costituisce contrasto a terreno, che non sia contestualmente o precedentemente rimosso. È vietato lavorare sopra gli elementi da demolire.

**rischio ricorrente:**

- *crollo del manufatto* per la spinta non contrastata del terreno;
- *frammento del terreno*.

**opere provvisionali:**

- *puntellazione di strutture* adiacenti o vicine;
- *puntellazione del terreno*;
- *ponti di servizio* indipendenti dall'opera da demolire, per altezze superiori a m. 1,50.

**opere complementari:**

Scavi.

**nota illustrativa:**

In fase di demolizione parziale o totale di elementi di fondazione o contro terra si può affermare in generale che siano già intervenute demolizioni precedenti a causa delle quali risulta già alterato lo stato di equilibrio originario delle stesse strutture di fondazione o di contenimento. Infatti possono essere stati rimossi elementi che fungevano da contrasto alla spinta del terreno sia in virtù della forma che del peso proprio, come pure l'originaria spinta del terreno potrebbe risultare aumentata per effetto di nuovi carichi su esso insistenti (materiali, mezzi, impalcature, ecc.) (vedi illustrazione 1). In questi casi, quando non è possibile eliminare la causa del pericolo di crollo o franamento, occorre garantire l'equilibrio delle parti non soggette a demolizione o rimozione (terreno o strutture adiacenti) con opere di puntellamento. Bisogna poi prestare la massima attenzione alle funzioni secondarie che l'elemento di fondazione o di contenimento oggetto di demolizione può aver assolto, fin dalla sua origine o successivamente, oltre a quella principale di trasmettere i carichi al terreno e/o di sostenerlo. Ci riferiamo alle integrazioni con altri elementi strutturali dell'edificio da ristrutturare o di altri contigui in contrasto alla spinta di archi, volte o simili.

In questi casi bisogna assegnare ad opere provvisionali opportune, l'assolvimento di tali «funzioni» nel corso dell'opera di demolizione, e controllarne l'efficienza con adeguato numero di spie. Quando è possibile il manufatto da demolire verrà reso agibile da ogni lato mediante lo scavo del terreno circostante: anche in questo caso ci si dovrà assicurare della stabilità del terreno verificandola periodicamente e soprattutto in seguito ad eventuali piogge o gelate e provvedendo preventivamente a porre in opera mezzi di sostegno e contenimento. Particolare attenzione andrà posta nel considerare gli effetti indotti dall'eventuale traffico di automezzi (carico e vibrazioni) sia sul terreno che sulle strutture, siano esse in demolizione o da conservare durante la demolizione di altre.





**e) DM 3.1.2./1 “Demolizione di elemento : avvertenze metodologico normative” di  
Solai a terra su spazi aperti, coperture, solai, scale, balconi**

**coperture:**

Dopo la rimozione del manto di copertura, le canne fumarie ed i comignoli, si può passare alla *rimozione della piccola e media orditura* (quando esiste) e quindi alla rimozione della grossa orditura o comunque della *struttura*, sia essa di *legno*, di *ferro*, di *cemento armato*.

Qualora vi siano *cornicioni di gronda a sbalzo* bisognerà assicurarsi se questi sono ancorati all'ultimo solaio o viceversa trattenuti dal peso del coperto: in questo caso, frequente nelle costruzioni vecchie, *prima* di rimuovere la grossa orditura, bisognerà *puntellare* i cornicioni stessi.

In ogni operazione di demolizione di coperto si procederà, quando possibile, *dal di sotto*: in caso contrario gli addetti lavoreranno solo sulla struttura principale, mai su quella secondaria, servendosi di *tavole di ripartizione*. **Quando l'ALTEZZA DI POSSIBILE CADUTA sul piano sottostante supera i m. 2 dovrà essere predisposto un SOPPALCO.**

Qualora non sia possibile porre in opera detto soppalco (presenza di un piano sottostante non portante e da conservare, ecc.) si dovrà ricorrere alla **CINTURA DI SICUREZZA** con bretella e fune di trattenuta.

**solai piani:**

Demoliti o rimossi pavimenti e sottofondi la *rimozione di tavellonati, voltine* o simili, il *riempimento* fra travetti dei solai avverrà *previa* posa in opera di opportuni ed idonei tavolati per sostegno degli operai addetti. Se i **travetti** sono in **legno** occorre particolare attenzione in prossimità delle *fonti di calore* (canne fumarie, caminetti, ecc.) e delle *fonti di umidità* (scarichi nei bagni, nelle cucine, davanzali, ecc.). Se i **travetti** sono in **ferro** occorre porre particolare attenzione ai danni dovuti a *ruggine* ed *incendi*. **In tutti i casi** i travetti dovranno essere *sfilati* dalle sedi originarie *senza fare leva* sui muri: per evitare questo rischio è opportuno *puntellare* o *sospendere* i travetti, quindi *tagliarli* per poi *sollevarli* o *calarli*. Nel caso di **solette monolitiche in c.a.** senza orditura principale evidente ed isolabile è necessario *puntellare* l'opera da demolire e verificare il reale *andamento dei ferri di armatura* poiché se questi si trovassero in posizione sbagliata i conseguenti effetti potrebbero rivelarsi all'improvviso con grave rischio proprio e solamente all'atto della demolizione. **Sempre** occorre porre la massima attenzione per evitare la *caduta di materiali* sui solai e *l'accu-mulo di materiale* sugli stessi deve essere ridotto al minimo. Come evidenziato nella scheda DM/1, non esistendo un ordine dato a priori per lo sviluppo delle demolizioni, va tuttavia detto che, di regola, quando devono demolirsi solai sovrapposti, si procede dall'alto al basso.

**solai a volta:**

I procedimenti per la demolizione delle volte sono *diversi* in funzione della *tecnica di costruzione* e delle *condizioni al contorno*. **In tutti i casi** occorre porre in atto tutte le *puntellazioni* e le *sbadacchiature* necessarie a garantire la *stabilità* dei manufatti adiacenti, in conseguenza dell'eliminazione della *spinta* esercitata dalla volta. Per le **volte di mattoni in folio a crociera o a vela** può essere sufficiente un *impalcato* che consenta di operare all'altezza dovuta: la demolizione si inizia dal centro (chiave) seguendo un andamento a spirale (vedi illustrazione 1). Per volte di mattoni ad una o più teste o in pietra si ricorre ad una puntellatura simile a quella occorrente per la costruzione (vedi scheda 3.1.2./CN/5, illustrazione). Per **volte semplici a botte o ad arco ribassato** la demolizione, *previa sbadacchiatura* delle spalle per equilibrare le spinte, può essere eseguita per *sezioni frontali*, stando sui di un *impalcato di servizio*, procedendo *dalla chiave verso le imposte* (vedi illustrazione 1). Quando la **volta è al piano inferiore** è possibile determinare il crollo, *previa sbadacchiatura* delle spalle, per *rottura della chiave*. Ciò si ottiene applicando *puntoni* sotto la volta, *rompendo* la chiave, quindi rimuovendo i puntoni per mezzo di *funi*, oppure *sollevando* la zona in chiave con dispositivi idonei (martinetti e simili), manovrati a distanza di sicurezza.

### strutture in aggetto:

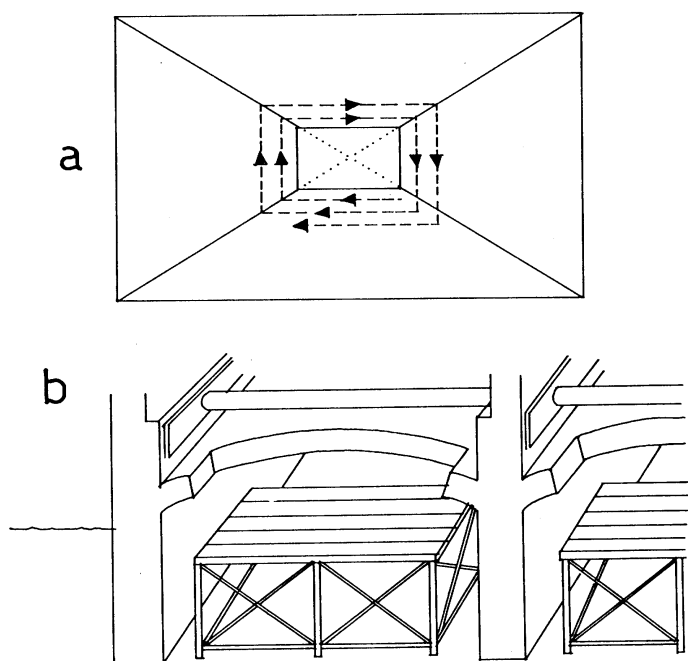
Per tutte le parti a sbalzo occorre ricordare che l'eventuale demolizione di *parti soprastanti* il punto di incastro può *diminuire il momento*: pertanto si deve procedere ad opportune *opere di puntellamento* delle stesse prima di procedere alla demolizione degli elementi soprastanti l'incastro. Le parti a sbalzo originarie e quelle che si trovassero in questa condizione per effetto di **opere parziali di demolizione** devono essere rimosse da *posizioni stabili e sicure*, possibilmente su *ponteggi indipendenti*, tenendo conto dell'effetto della *reazione* che si libera istantaneamente allorché le parti a sbalzo si staccano e cadono.

### scale:

Per la demolizione delle scale, a seconda della loro costituzione, vale quanto esposto per solai, volte e parti a sbalzo. In particolare non si dovranno utilizzare i gradini delle *scale a sbalzo*, se non *puntellati*, quando sia in atto la demolizione dei muri soprastanti l'incastro. Fino a quando utilizzate, le scale devono essere dotate di efficienti *parapetti* e deve sempre essere garantita la *stabilità* complessiva ricorrendo eventualmente ad opere di *puntellamento*. Le scale non devono in ogni caso essere caricate con materiale di risulta.

(segue)

illustrazione n. 1



### legenda:

a) Andamento « a spirale » da seguirsi nella demolizione di una volta a crociera.

b) Schema di demolizione di volte semplici a botte o ad arco ribassato.

**DM 3.1.2./2 “Demolizione a mano ” di**  
***Solaio a volta in mattoni in foglio per tutto lo spessore***

**descrizione:**

Demolizione di volte in mattoni, in foglio per tutto lo spessore, di qualunque forma e ampiezza, comprese le necessarie opere di presidio, la demolizione dei rinfianchi in muratura, la rimozione dei materiali sciolti di rinfianco, l'abbassamento e il trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza del materiale di risulta. La demolizione sarà eseguita con martello e punta o piccone.

**riferimenti:**

Vedi schede DM/1 e 3.1.2./DM/1.

**DM 3.1.2./3 “Demolizione a mano ” di**  
***Solaio a volta in mattoni ad una testa per tutto lo spessore***

**Descrizione :**

Demolizione di volte in mattoni, di una testa per tutto lo spessore, di qualunque forma e ampiezza, comprese le necessarie opere di presidio, la demolizione dei rinfianchi in muratura, la rimozione dei materiali sciolti di rinfianco, l'abbassamento e il trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza del materiale di risulta. La demolizione sarà eseguita con martello e punta o piccone.

**riferimenti:**

Vedi schede DM/1 e 3.1.2./DM/1.

## f) Aperture a strappo

La necessità di aprire vani di passaggio di areazione nei muri portanti esistenti, si presenta con una certa frequenza negli interventi di ristrutturazione delle antiche costruzioni. Aprire questi vani, comunemente chiamati *aperture a strappo* o *aperture in breccia*, costituisce un problema da esaminare con cautela soprattutto nel caso in cui il muro interessato è dissestato o, pur non essendolo, è contiguo ad altri muri poco resistenti.

Infatti nelle aperture a strappo il carico delle strutture, che prima gravavano su tutta l'estensione del muro, dovrà essere sostenuto dalle murature di spalla o *spallette* ove tale carico andrà a concentrarsi con aumento delle sollecitazioni unitarie di compressione che interesseranno anche le sottostanti strutture di sostegno.

Prendiamo in esame tre diversi casi; ad essi possono ricondursi, con le opportune combinazioni, anche altri.



### Apertura a strappo a piano terreno in un muro senza altre aperture.

Come indicato schematicamente nella fig. 5.1.a. il quadro isostatico originario, costituito da due fasci di rette parallele si deforma e le linee di forza verticale (isostatiche di minimo), non potendo attraversare il vano che non offre nessuna resistenza, si spostano lateralmente all'apertura infittendosi tanto più quanto più sono larghe le aperture nei confronti delle murature piene. L'infittimento è massimo in corrispondenza delle spallette del vano; ne consegue la necessità di irrobustirle con murature molto resistenti (per es. mattoni pieni e malta cementizia a scuci e cucì).

Le nuove spallette vanno costruite prima di eseguire l'apertura a strappo per far sì che quando si demolirà la muratura esse siano in condizioni di sostenere gli incrementi di carico. Nella stessa fig. 5.1.a. si nota che le linee di forza tendono a ricongiungersi al di sotto dell'apertura.

Se il piano di posa delle fondazioni è tanto profondo, rispetto alla quota della soglia del vano, da consentire il ricongiungersi delle linee di forza. sul terreno si riavrà una distribuzione uniforme dei carichi ed occorrerà eventualmente rinforzare la muratura di fondazione soltanto nei tratti ove, per l'addensarsi delle linee di forza, aumentano le sollecitazioni unitarie.

Se invece il piano di posa delle fondazioni è poco profondo e le linee di forza non hanno spazio sufficiente per ricongiungersi, si avranno sollecitazioni di flessione e taglio in corrispondenza del tratto AB della fondazione muraria, non adatta a resistere a tali sollecitazioni, e di conseguenza potrà prodursi il distacco del detto tratto AB di fondazione con aggravio di carico sul terreno in corrispondenza dei maschi murari.

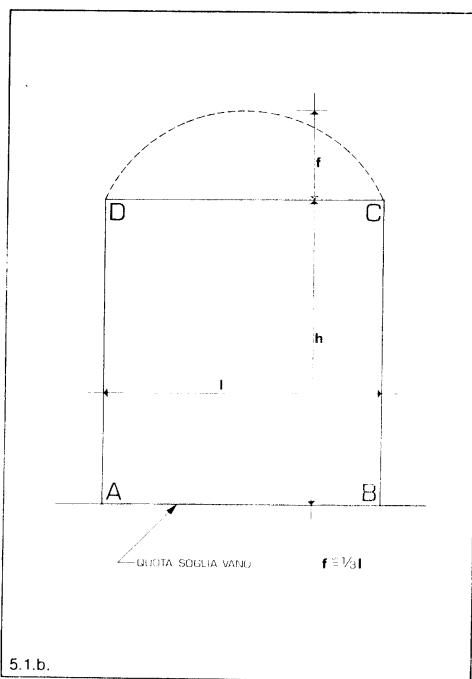
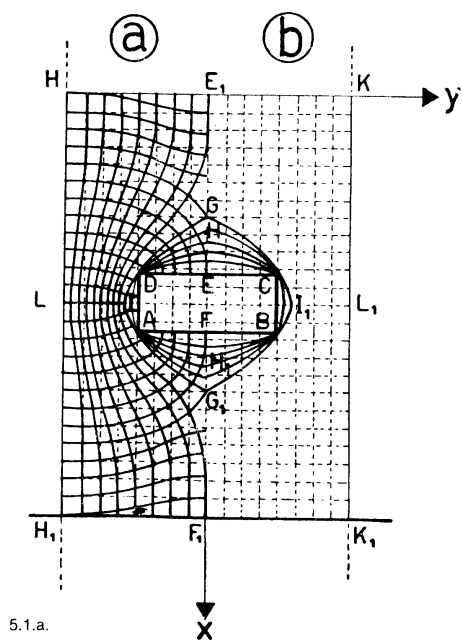
In questo caso occorrerà provvedere ad adeguate opere di sottofondazione per ovviare ai detti inconvenienti.

Per quanto attiene all'architrave DC, in questo caso di muro continuo indefinito, graverà su di esso soltanto la massa muraria posta entro la parabola di distacco (che corrisponde alla direttrice fessurativa che si ha per effetto di un cedimento nella mezzeria di DC) mentre non lo interesserà il materiale sovrastante che rimarrà in equilibrio per contrasto laterale (*effetto arco*) (Fig. 5.1.b.).

Ai fini pratici può assumersi la freccia  $f$  della parabola pari ad un terzo della luce  $l$  dell'architrave.

Fig. 5.1.a – Quadro isostatico deformato per l'esecuzione di un'apertura a strappo in un muro senza altre aperture

Fig. 5.1.b. – Parabola di distacco della muratura gravante sull'architrave di un'apertura a strappo in un muro senza aperture



## **2 . Apertura a strappo a piano terreno in un muro con altre aperture.**

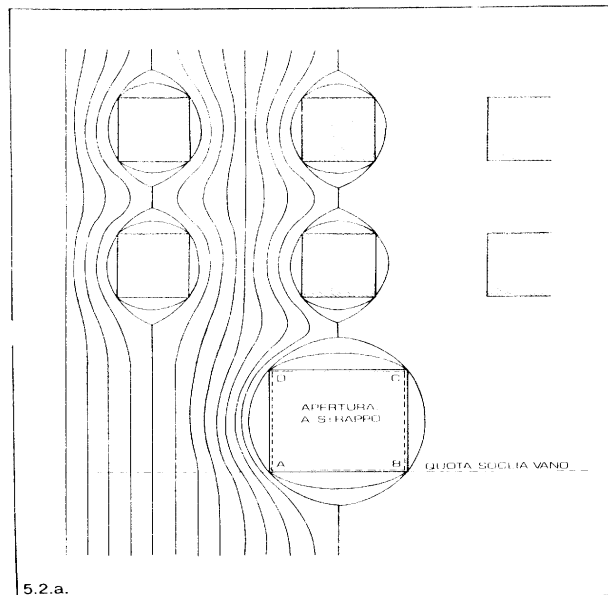
Anche in questo caso il quadro isostatico originario si deforma in conseguenza della nuova apertura e pertanto occorrerà costruire nuove spallette in muratura molto resistente e provvedere alle opere di sottofondazione come nelle due ipotesi del paragrafo 1. (Fig. 5.2.a.).

La presenza però delle altre soluzioni di continuità nel muro sovrastante l'apertura a strappo, oltre a modificare il carico sull'architrave DC, induce anche stati di tensione sulle spallette (2).

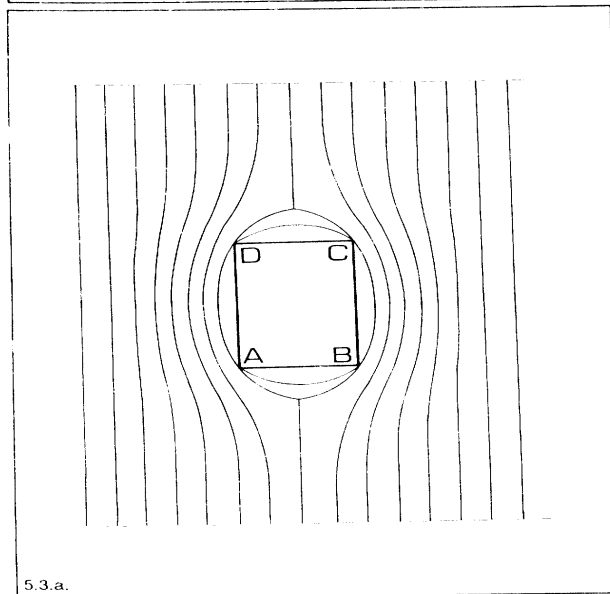
La parabola di distacco subisce profonde modificazioni ed il carico che graverà sull'architrave DC sarà quello circoscritto dall'involuppo superiore delle linee di distacco corrispondenti alla degenerazione della parabola originaria (3).

## **3. Aperture a strappo in un piano elevato in un muro senza altre aperture.**

Il quadro isostatico deformato mostra, in questo caso, che l'apertura a strappo interessa soltanto le spallette laterali ad essa poiché le isostatiche di minimo si infittiscono in queste zone per poi riprendere il loro normale andamento verticale al di sotto di AB e fino alla fondazione (Fig. 5.3.a.). Occorrerà pertanto rinforzare le murature di spalletta ed eventualmente i tratti di muratura al disotto di AB ove il materiale non fosse in condizione di sostenere l'aumento del carico unitario.



5.2.a.



5.3.a.


**Fig. 5.2.a.** - Quadro isostatico deformato per l'esecuzione di un'apertura a strappo ai piano terreno in un muro con altre aperture.

**Fig. 5.3.a.** - Quadro isostatico deformato per l'esecuzione di un'apertura a strappo in un piano elevato in un muro senza altre aperture.



#### 4. Esecuzione delle aperture a strappo.

Prima di passare a descrivere il procedimento esecutivo di un'apertura a strappo è utile, riferendosi a quanto detto in precedenza, ribadire che si dovrà operare in modo tale che:

- 1) la muratura di fondazione non subisca aumento di carico unitario incompatibile con la sua resistenza;
  - 2) i carichi, modificati nella loro distribuzione, non sollecitino la fondazione a flessione e taglio a cui la muratura non adatta a resistere;
  - 3) non si aggravi il carico unitario sul terreno di fondazione;
  - 4) le spallette laterali siano in condizione di resistere a tutte le sollecitazioni derivanti dall'apertura del nuovo vano;
  - 5) le murature al disotto del vano da aprire in un piano elevato siano atte a sostenere l'aumentato carico unitario gravante in certe zone;
  - 6) gli orizzontamenti (architravi, archi) siano costruiti per sostenere i carichi su essi gravanti;
-  non provochino dissesti di nessun genere nelle altre strutture limitrofe e sovrastanti.

È bene ricordare anche che le aperture a strappo *non devono* essere eseguite nelle strutture murarie lesionate e fatiscenti e in quelle che, anche se in discrete condizioni sono di sostegno ad altre strutture in cattive condizioni di stabilità; a meno che non si operi preventivamente un accurato intervento di ristrutturazione generale. Il procedimento esecutivo di un'apertura a strappo può essere indicato come segue nei diversi casi.

##### 4.1. Apertura a strappo a piano terreno.

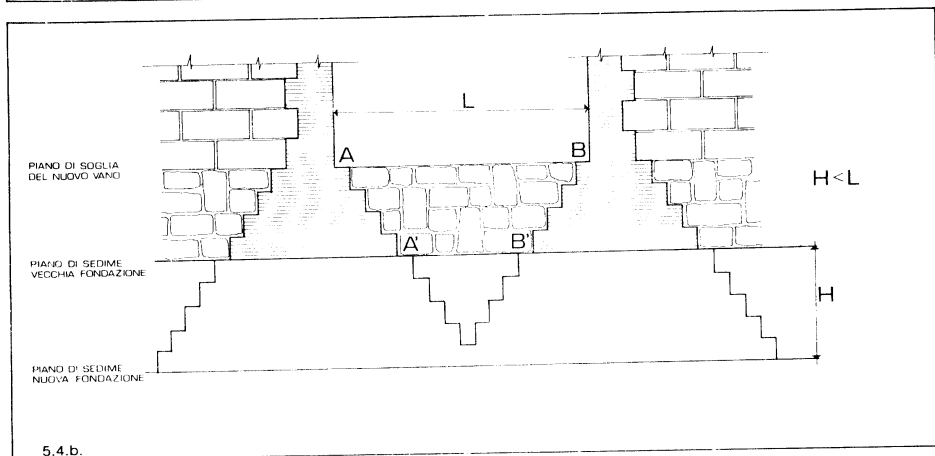
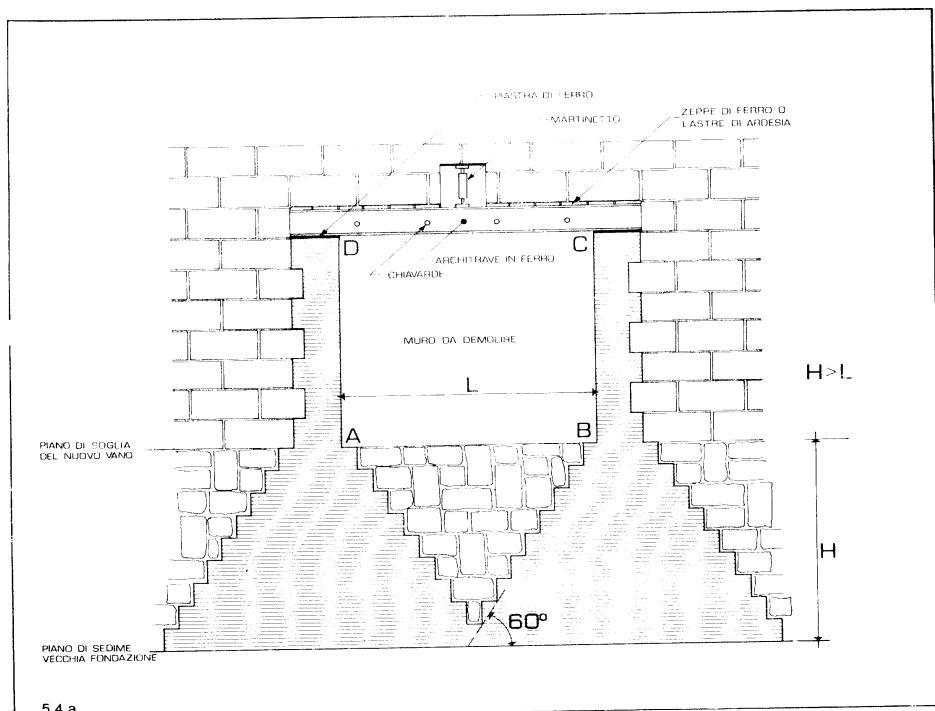
Le operazioni da eseguire sono:

- a) dismissione di pavimento con relativo sottostrato e sottostante vespaio da entrambi i lati del muro; le dismissioni si estenderanno in lunghezza per tutto il vano da aprire più le spallette, ed in larghezza, tanto quanto occorre per eseguire agevolmente lo scavo e le opere di sottomurazione previste;
- b) scavo del terreno, da entrambi i lati del muro, fino al piano di sedime mettendo a nudo la muratura di fondazione; ove occorre, per la natura del terreno e la profondità raggiunta, lo scavo deve essere protetto con opportune sbadacchiature;
- c) controllo dell'altezza  $H$  della muratura di fondazione (tra piano di sedime e livello della soglia del vano) in rapporto alla larghezza  $L$  del vano da aprire;
- d) messa in opera di eventuali puntelli di sostegno e di ritegno e sbadacchi nelle aperture limitrofe;
- e) esecuzione delle opere di sottofondazione.

Per ottenere quanto indicato ai punti 1, 2, 3, del paragrafo 4. le opere di sottofondazione da eseguire varieranno nei diversi casi:

— se  $H > L$ , si potrà procedere, dopo avere determinato la successione dei cantieri di lavoro, ad eseguire una muratura ascuci e cuci (vedi Fig. 5.4~a.), dello stesso spessore della muratura di fondazione esistente, con scarpe inclinate a  $60^\circ$  sull'orizzontale per evitare rotture degli sbalzi per flessione e taglio; due scarpe contigue affacciate, in questo caso, si congiungeranno prima di raggiungere il piano di sedime e su questo quindi si riavrà una distribuzione uniforme dei carichi di intensità pari a quella preesistente;

— se  $H < L$ , le scarpe contigue non si congiungeranno prima di raggiungere il piano di sedime e su questo, le nuove murature trasmetteranno, su superfici minori, carichi di intensità maggiore. Si potrà, in questo caso, approfondire la nuova fondazione fino a che le scarpe affacciate si congiungano (Fig. 5.4.b.) (sempre che il nuovo piano di sedime resista ai carichi trasmessigli) o, senza scendere al disotto del piano di posa della vecchia fondazione, allargare la muratura su tutti i quattro lati oppure costruire punti in c.a. o in acciaio a sostegno delle spallette;



**Fig. 5.4.a.** - Muratura a scuci e cuci in fondazione con scarpe inclinate a  $60^\circ$  nel caso di  $H > L$ .

**Fig. 5.4.b.** Muratura a scuci e cuci in fondazione con scarpe inclinate a  $60^\circ$  nel caso di  $H < L$ .

f) costruzione delle spallette; si esegue fino all'imposta dell'orizzontamento, senza demolire la muratura A B C D (Fig. 5.4.a.), cori muratura di mattoni e malta cementizia a scuci e cuci, a piccoli tratti, ammorsandola alla muratura da mantenere e creando il paramento verticale sui lati AD e BG lungo i quali, procedendo in altezza, si strappa la muratura da demolire; i vani tra il paramento della nuova muratura e gli strappi della vecchia si andranno chiudendo con malta e scaglie per conservare la continuità durante i lavori.

Le spallette possono anche essere costruite in c.a. e, nel caso di forti carichi, anche in acciaio;

g) costruzione dell'orizzontamento che può essere un *architrave in ferro* o *calcestruzzo armato* oppure un *arco in muratura*.

L'architrave in ferro può essere composto, a seconda della luce, del carico e dello spessore del muro, di due o più ferri a I o a [

I ferri vanno calcolati a flessione e taglio considerandoli come travi appoggiate composte da due o più elementi accoppiati.

Ove non si sia fatto in precedenza (punto d) si puntella il muro al disopra dell'architrave da entrambi i lati. Intervenendo dal primo lato, si esegue l'incasso per ospitare il ferro (Fig 5.4.d.(A)); si poggiano sulla sommità delle spallette, costruite a tutto spessore, delle piastre di ferro (spess. 10 mm.) o delle traversine di ferro piatto che serviranno per ripartire il carico su tutta la superficie muraria; si pone in opera il primo ferro (1).

Questo verrà messo a contrasto con la muratura sovrastante mediante zeppe di ferro o spezzoni di lastre di ardesia in modo da imprimere al ferro un freccia preventiva che eviterà il distacco della muratura, secondo la nota parabola, allorché il carico di questa graverà sul ferro che, se non preventivamente deformato, si infletterà.

Quando l'architrave sia di grande luce e tra l'estradosso del ferro e il solaio sovrastante vi sia sufficiente altezza, la freccia preventiva si potrà ottenere con un martinetto idraulico alloggiato in un apposito vano sopra la trave (Fig. 5.4.a.). Messo così in opera il primo ferro si interverrà dal secondo lato del muro allo stesso modo per mettere in opera il secondo (2) (Fig. 5.4.d.(A)). Si demolisce quindi il muro A B C D (3), si eliminano dalla zona tra i due ferri (4) i residui di muratura e si collegano i ferri con le chiavarde inserite nei fori corrispondenti eseguiti prima della messa in opera. Il vuoto tra i ferri si colmerà con calcestruzzo o con muratura di mattoni e malta cementizia (Fig. 5.4.e.). Nei muri più grossi, al variare dello spessore, procedendo analogamente a quanto già descritto, si può:

— mettere in opera un ferro dal primo lato (1) e due ferri avvicinati dal secondo lato (2) (Fig. 5.4.d.(B) )

— mettere in opera due ferri avvicinati dal primo lato (1) e altri due avvicinati dal secondo lato (2) (Fig. 5.4.d.(C));

— mettere in opera due soli ferri di maggiore sezione (1) e (2) e poggiare su di essi una serie di ferri a [ trasversali, inseriti in fori eseguiti nella muratura sopra l'estradosso dei ferri stessi (Fig. 5.4.d.(D))

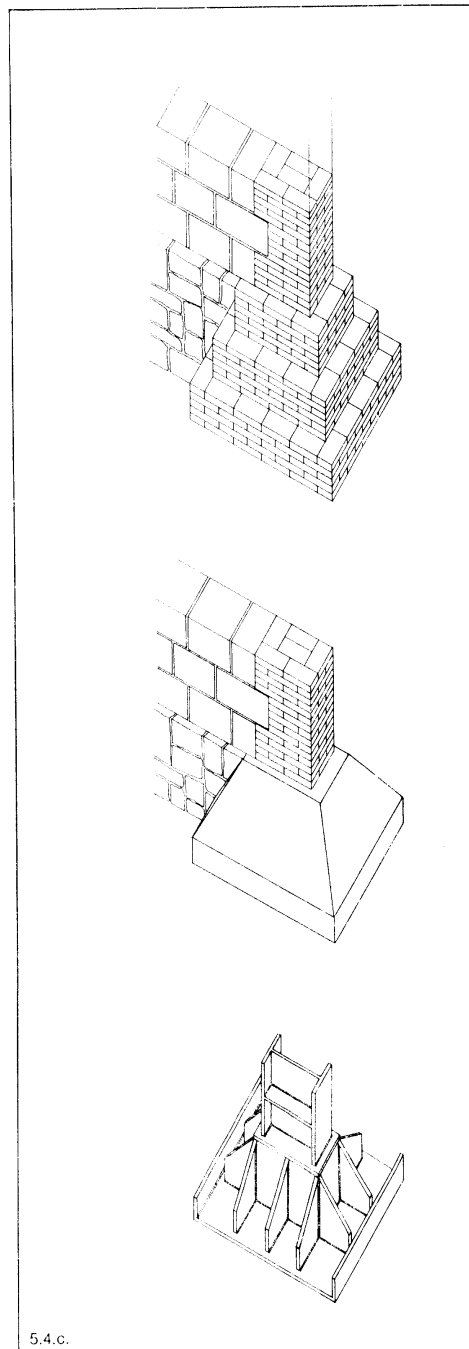
Il vuoto tra i ferri si colmerà con la soluzione, tra quelle indicate nella (fig. 5.4.e.), che si riterrà più opportuna.

L'*architrave in calcestruzzo armato* è usato meno frequentemente di quello in ferro ma consente di evitare le puntellature nei casi in cui queste non possono eseguirsi in maniera efficace.

L'architrave in c.a. infatti può essere eseguito senza operare i lunghi strappi orizzontali necessari per quelli in ferro e che richiedono puntellature. Calcolatane la sezione e l'armatura si procede alla costruzione nel modo seguente (Fig. 5.4.f.):

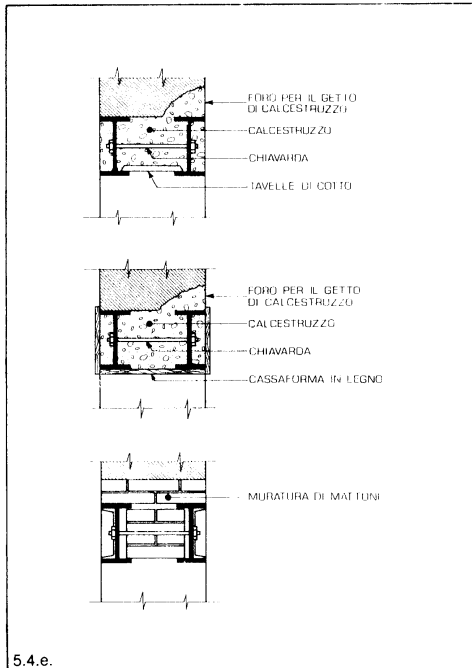
— si divide la luce in cantieri di lavoro di lunghezza non superiore ad un metro;

— si esegue il primo strappo per tutto lo spessore del muro;



**Fig. 5.4.c.** - Punti in muratura, in cemento armato e in acciaio a sostegno delle spallette.

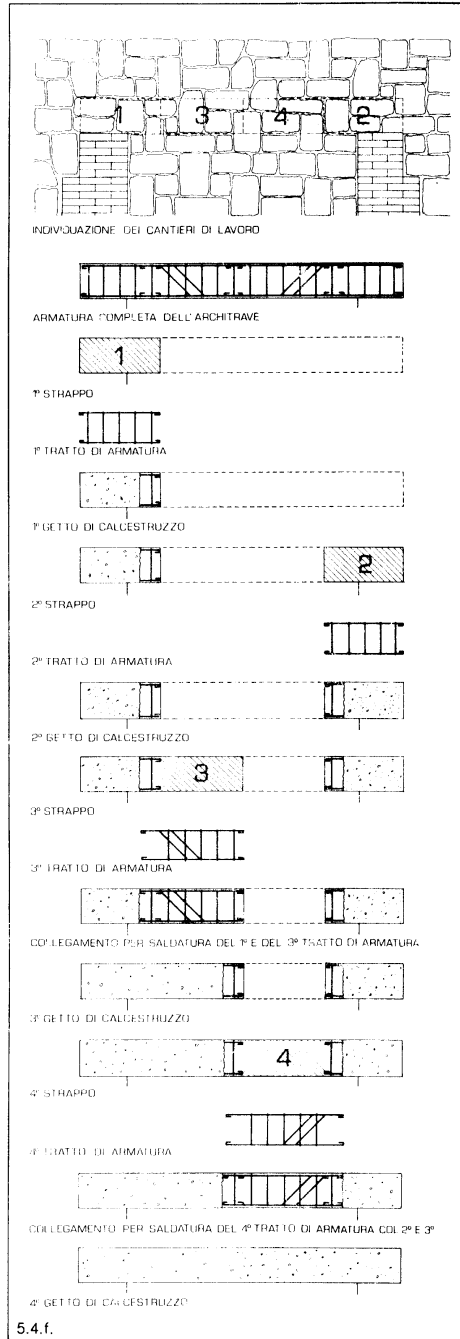
Fig. 5.4.d. - Esecuzione dell'architrave in ferro a chiusura di un'apertura a strappo.



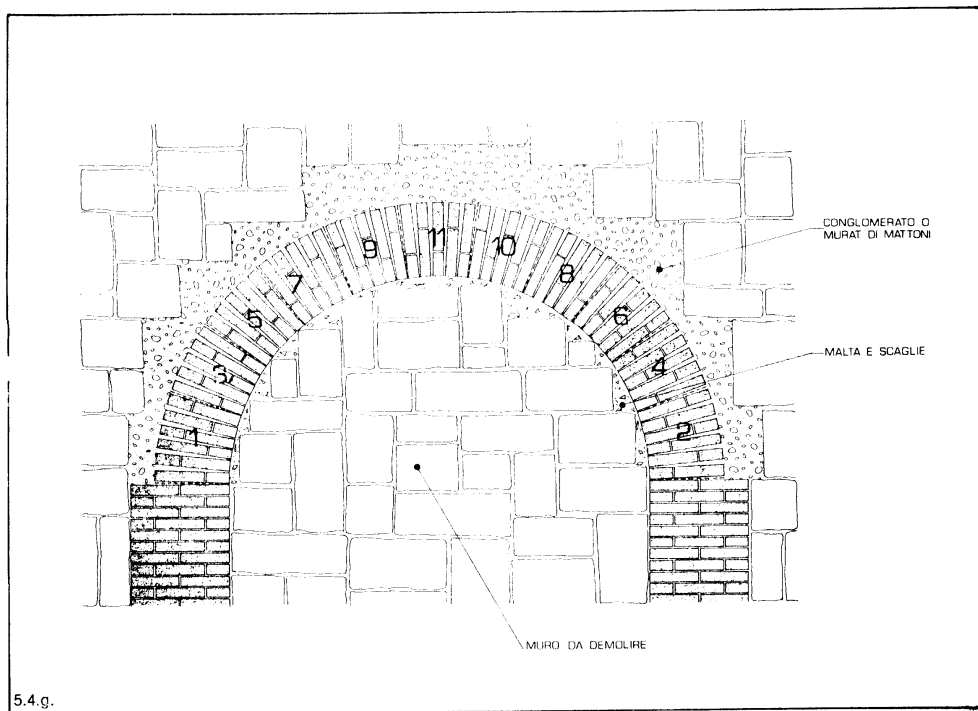
5.4.e.

Fig. 5.4.e. - Riempimento del vuoto tra i ferri di un'architrave.

Fig. 5.4.f. - Procedimento esecutivo di un'architrave in cemento armato a chiusura di un'apertura a strappo.



5.4.f.



**Fig. 5.4.g.** - Procedimento esecutivo per la realizzazione di un arco in muratura a chiusura di un'apertura a strappo.

- si mette in opera il tratto di armatura relativa al primo strappo;
- si esegue il getto del calcestruzzo entro una cassaforma contenendolo con una sponda trasversale in modo che resti scoperta una certa lunghezza dei ferri per il collegamento, preferibilmente per saldatura, con quelli dei cantieri contigui;
- si esegue poi il secondo strappo, e così via fino al completamento di tutto l'architrave.

Quando il calcestruzzo è sufficientemente stagionato si può demolire la muratura sottostante.

L'arco in muratura a chiusura di una apertura a strappo, che si impiega soltanto per ragioni estetiche o per esigenze di uniformità con altre aperture già esistenti, richiede le operazioni seguenti (Fig. 5.4.g.):

- tracciamento del profilo su un paramento del muro o su entrambi i paramenti quando il muro sia di spessore maggiore di due teste;
- divisione dell'arco in cantieri di lavoro;
- esecuzione del 1° strappo corrispondente al 1° cantiere di lavoro;
- costruzione del 1° tratto di muratura a scuci e cucì con mattoni pieni a malta cementizia;
- chiusura all'intradosso, con malta e scaglie, dei vani tra i bordi dello strappo e la nuova muratura dell'arco;
- ammorsatura all'estradosso, con muratura o conglomerato, della nuova muratura dell'arco con quella esistente;
- esecuzione del secondo strappo... e così via fino all'esecuzione del tratto di muratura in chiave che completerà l'arco.

Quando la malta della nuova muratura avrà raggiunto il necessario indurimento si demolirà la muratura sottostante.

È opportuno ricordare che prima di decidere la costruzione dell'arco deve verificarsi la stabilità delle spalle che ne dovranno sostenere l'azione spingente.

#### **4.2. Aperture a strappo in un piano elevato.**

Per l'esecuzione di queste aperture restano invariate le modalità esecutive già descritte e per la costruzione delle spallette dell'orizzontamento.

Si hanno difficoltà per il puntellamento delle murature, quando si devono eseguire architravi in ferro, poiché i puntelli non possono mettersi a contrasto con i solai spesso dissestati e in ogni caso incapaci di sostenere il carico ad essi trasmesso durante l'esecuzione dello strappo continuo per la messa in opera dei ferri.

Si potrà in parte ovviare a queste difficoltà costruendo le puntellature come indicato nelle figg. 5.4.h. e 5.4.i., in cui però i puntelli risultano aderenti al muro rendendo poco agevole la messa in opera dei ferri dell'architrave.

Occorre infine verificare la stabilità delle murature, sottostanti a quelle in cui deve eseguirsi la nuova apertura a strappo, che devono essere atte a sostenere maggiori sollecitazioni unitarie per l'infittirsi delle isostatiche di minimo.

Quando ciò non si verifica occorre rinforzare dette murature, con mattoni pieni e malta cementizia a scuci e cucì, costruendo in pratica, come nel caso delle fondazioni, spallette con paramenti inclinati di  $60^\circ$  sull'orizzontale e ammassate con la vecchia muratura (Fig. 5.4.i.).

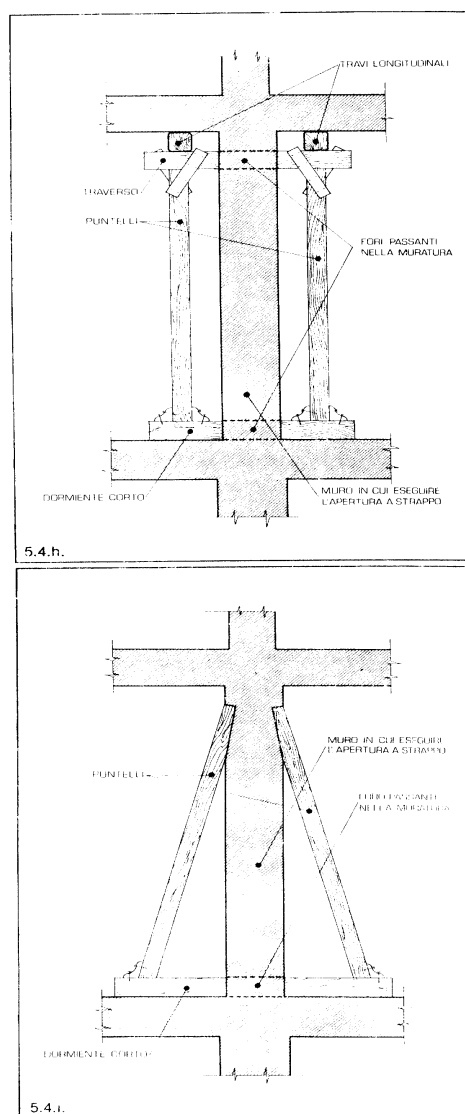


Fig. 5.4.h. e 5.4.i. - Tipi di puntellamento per l'esecuzione di un'apertura a strappo in un piano elevato.

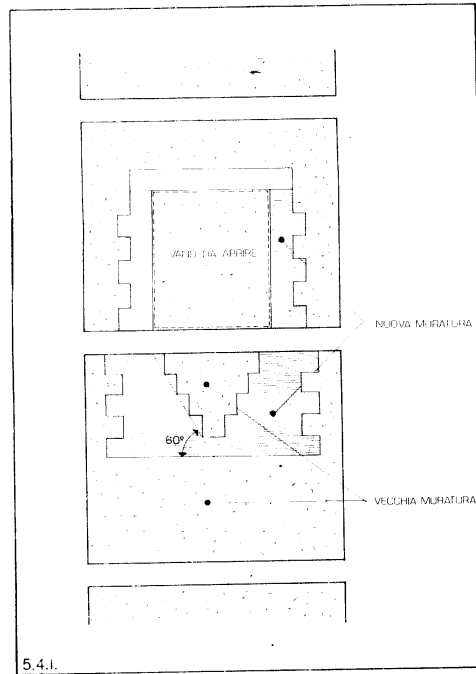


Fig. 5.4.1. - Rinforzo delle murature sottostanti ad un'apertura a strappo eseguita in un piano elevato.



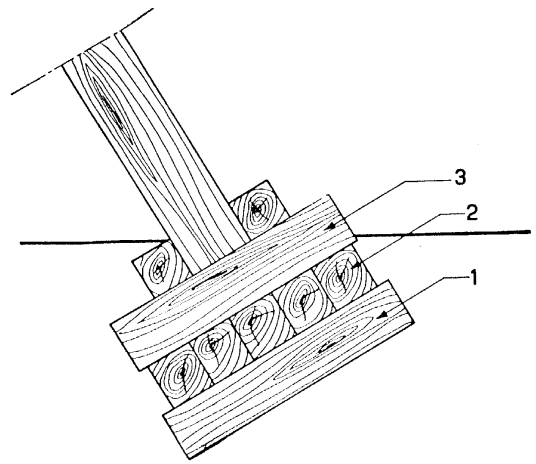
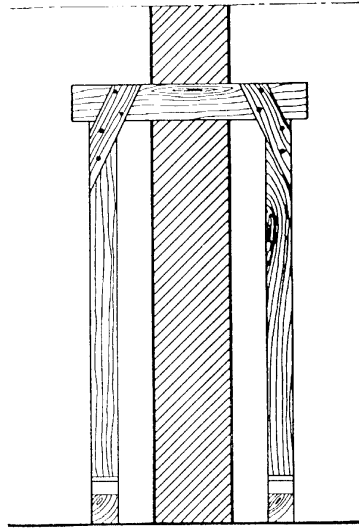
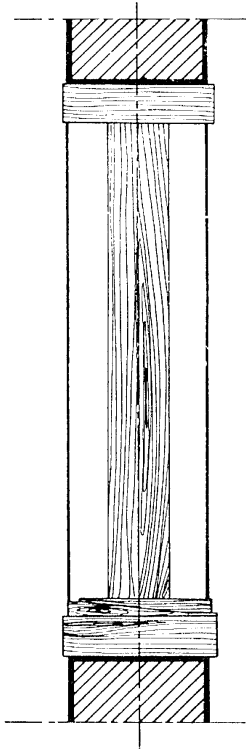


Fig. 158.

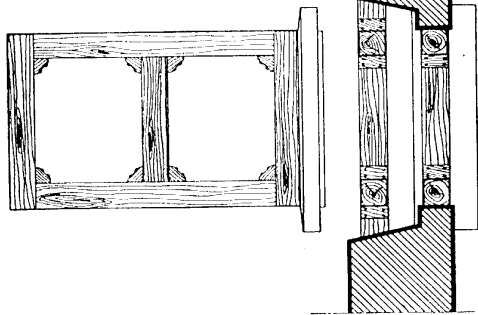
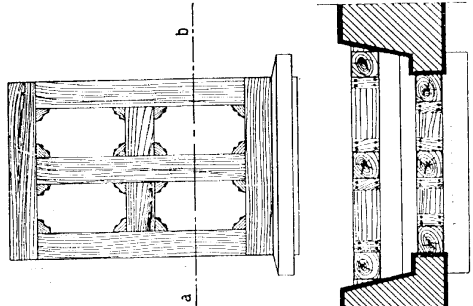
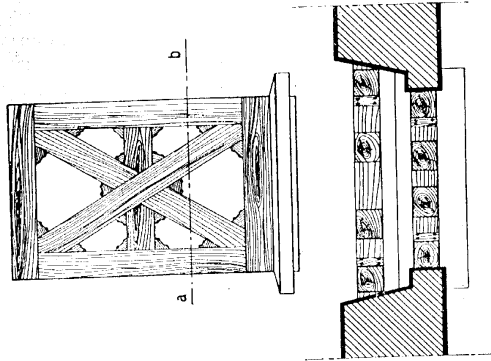
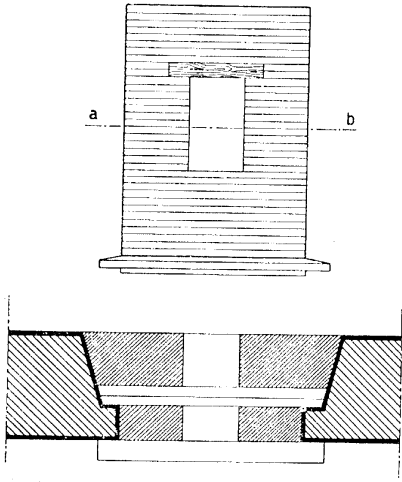


Fig. 168.

Fig. 167.

Fig. 166.

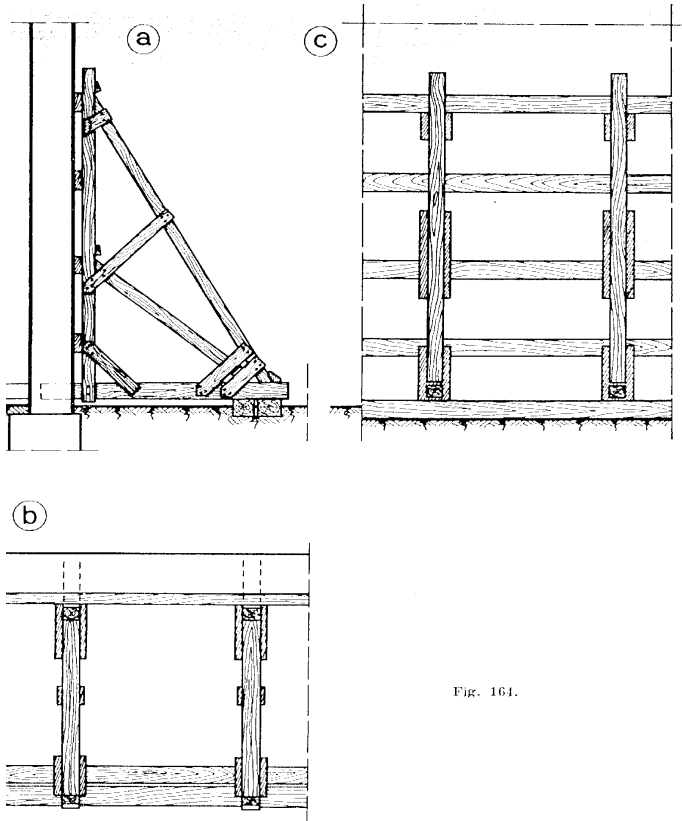


Fig. 161.

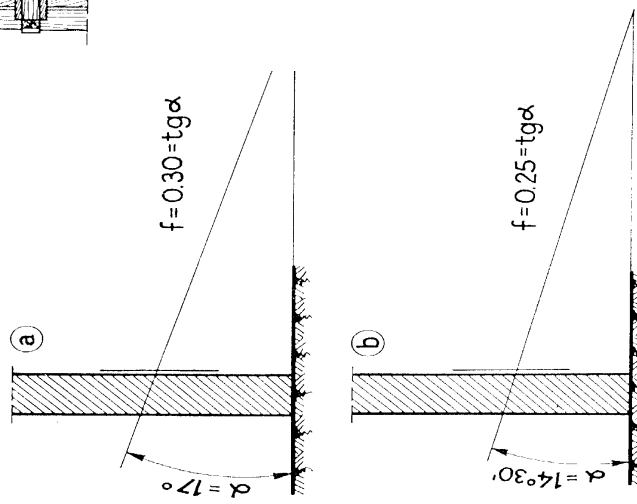


Fig. 163.

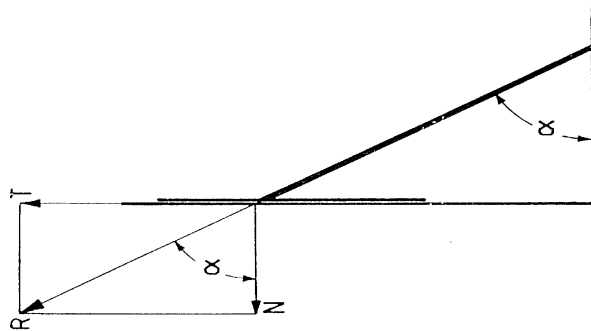


Fig. 162.