

Demolizioni speciali a causa di un terremoto

Tra i fatti conseguenti ad un terremoto è di interesse lo studio e l'analisi di alcune demolizioni di manufatti di notevole entità strutturale.

Ci si riferisce alla demolizione di una ciminiera in muratura alta 63 metri.

Queste demolizioni sono state precedute da una analisi approfondita della tipologia strutturale delle opere.

Interessante è stata l'osservazione del comportamento durante il sisma, che ha messo in luce, sia pure qualitativamente, la distribuzione delle forze dinamiche sulla cui entità hanno certamente influito le forme strutturali stesse, i vincoli, la resistenza dei materiali e le preesistenti condizioni di stabilità.

Si ritiene che le descrizioni delle tecniche di demolizione, lo studio e la determinazione degli equilibri in atto e soprattutto la conseguente scelta del procedimento di abbattimento, tra i vari che si presentavano possibili, possa avere interesse tecnico-scientifico.

2.0 - Abbattimento di una ciminiera in comune di Pagani.

2.1 - Descrizione del manufatto lesionato e considerazioni generali sul suo abbattimento.

La ciminiera sorgeva nel comune di Pagani ed era costituita da una struttura in mattoni alta 63 m (fig. 17) con diametro alla base di 4,70 m ed in sommità di 1,75 m e con camino interno a diametro costante di 1,20 m; le parti piene e quelle vuote, le intercapedini ecc. sono indicate nel disegno (fig. 18).

La struttura a torre presentava gravi lesioni provocate soprattutto da movimenti di oscillazione con successivo arresto repentino.

Le lesioni si presentavano a sviluppo ellittico circonferenziale, con spostamento della assialità verticale per avvitemento e conseguente deformazione del paramento a partire dai 2/3 dell'altezza fino agli anelli di coronamento.

Il manufatto si configurava comunque sostanzialmente simmetrico in corrispondenza dei vertici a cuneo delle lesioni più gravi dove la tessitura di mattoni appariva come sgranata.

Il pericolo di crollo, almeno della parte sommitale per una lunghezza valutabile nell'ordine di circa 25 m, si presentava incombente per cedimento improvviso della resistenza di pochi componenti murari o per effetto del vento o di vibrazioni o di scosse telluriche di assestamento (fig. 19).

Si decideva pertanto per l'abbattimento totale mediante la tecnica del ribaltamento con una operazione rapida intesa a salvare le opere esistenti nel circondario e ridurre il tempo di esposizione al rischio degli operatori al minimo indispensabile.

L'ubicazione della ciminiera era a confine dello stabilimento e si trovava in fregio ad un quadrivio di strade comunali di cui una con notevole flusso di traffico (fig. 20).

La sua proiezione nell'arco di 360° interessava sia lo stabilimento sia parzialmente o totalmente gli edifici circostanti fino a trovarsi a confine con i binari FF.SS. della linea principale Tirrenica Napoli-Salerno.

Unica eccezione era la proiezione ricadente sul redime stradale lato Nord-Est tra una chiesa ed un edificio di 8 piani, tangente ai gradini della prima e ai balconi del 2°.

Solo su tale direzione era possibile pertanto trovare un'arca che contenesse la proiezione completa e su cui poter ruotare il manufatto facendo cerniera alla sua base.

Si scelse la tecnica del ribaltamento completo nella direzione descritta, l'unica che lo potesse consentire.

Questa modalità esecutiva eliminava infatti la esecuzione di una iperdimensionata struttura di presidio momentaneo richiedente necessariamente dei tempi alquanto lunghi con relativa

esposizione al pericolo di manodopera; eliminava pure la necessità di eseguire eventuali opere di disgiungimento sommitale e di demolizione a quote elevate sempre con pericolo di possibile coinvolgimento nella caduta della ciminiera di manodopera non essendoci alcuna possibilità di fuga.

Evidentemente la quota rischio per l'incolumità del personale rimaneva, seppure ridotta, anche col metodo del ribaltamento per la situazione obiettiva legata alle condizioni statiche non valutabili delle parti lesionate di sommità dell'opera.

2.2 - Tecnica di ribaltamento prescelta.

Si scelse lo sbaricentramento da eliminazione di appoggio alla base e abbattimento per avviamento inerziale delle masse nella direzione voluta.

Con questa tecnica lo sbaricentramento è stato eseguito tramite l'apertura di un fornello alla base del manufatto avente sezione verticale semiellittica di altezza max 1,80 m e proiezione orizzontale a settore circolare interessante il 60% della base.

Il paramento tagliato è stato sostituito con 3 puntelli di abete di sezione 40 x 40 cm inzeppati con cunei e posti in prossimità della circonferenza esterna mentre 3 legni di dimensioni 20 x 20 cm circa sono stati posti sulla circonferenza interna.

L'abbattimento è provocato dalla eliminazione dell'appoggio provvisorio tramite combustione dei sostegni di legno. L'asse di caduta è la retta perpendicolare al diametro massimo del settore circolare del fornello.

Al decadere della portanza dei puntelli si ottiene un cedimento repentino che data la notevole altezza del fornello è in grado di provocare una accelerazione inerziale di caduta tale da orientare con notevole probabilità il manufatto nella direzione voluta anche in presenza di lesioni che lo hanno virtualmente tagliato in più parti.

E' da notare che questa modalità esecutiva è molto più precisa nell'esatta predeterminazione dell'asse di caduta che non l'uso di esplosivo (oltretutto poco consoni ai luoghi e alle lesioni esistenti) per la precarietà della esatta risposta dei materiali all'onda d'urto, tenendo conto in particolare delle lesioni esistenti, con conseguente incertezza nell'avviamento inerziale della caduta stessa.

Lo stesso dicasi per l'uso di martinetti non in grado di assicurare l'improvviso cedimento su un'altezza di 1,80 m prevista per vincere i tagli nel manufatto dovuti alle lesioni.

2.3 - Operazioni di abbattimento.

La tecnica prescelta ha richiesto le seguenti operazioni:

- 1 - liberazione dell'area interessata alla caduta con taglio e demolizione delle strutture industriali adiacenti e ciò per evitare ostacoli in fase di caduta tali da modificare la direzione prescelta;
- 2 - montaggio di protezioni sugli edifici interessati e costruzione del letto di caduta per l'assorbimento del carico d'impatto; le protezioni sono state eseguite con tavolati in legname, il letto con sabbia e argilla;
- 3 - esecuzione di più assaggi sulla costituzione dei paramenti fino a quota 25 m circa, controllo dei pesi, delle eccentricità e dimensionamento finale dei puntelli;
- 4 - esecuzione del fornello alla base con altezza di 1,80 m circa (fig. 22);
- 5 - posa in opera con inzeppamento a mazza dei puntelli in abete;
- 6 - allargamento del fornello fino al 60% circa della sezione orizzontale del paramento;
- 7 - montaggio degli ugelli di incentivazione della combustione con insufflamento di 600 m³ di ossigeno puro (fig. 23);
- 8 - imbibizione di benzina dei puntelli, apertura bocchette dell'ossigeno, accensione e successivo incenerimento per combustione dei puntelli (fig. 24);
- 9 - caduta per ribaltamento con disgregazione completa dei paramenti;
- 10 - carico e trasporto delle risulte (smarino) e smontaggio delle protezioni.

2.4 - Descrizione delle fasi di caduta.

A) Preparazione:

Fase 1^a - Messa in forza dei puntelli.

Nel fornello sono posti in opera i puntelli in legno.

L'apertura del fornello viene fermata all'atto della messa in forza dei puntelli: percuotendoli con il martello si devono sentire vibrazioni omogenee, ovvero il suono di ciascun legno deve risultare con le stesse armoniche.

Fase 2^a - Controlli di allineamento e preparazione alla combustione.

Il manufatto in stato di precarietà assestata con la compressione degli appoggi sostitutivi, fa evidenziare, alla sua base, una linea semicircolare orizzontale di frattura o separazione tra la base ed il camino; detta linea è diametralmente opposta all'asse di caduta prevista.

(Durata: circa 1 ora nella quale si eseguono le operazioni di controllo distribuzione della pressione sui puntelli, posa ugelli, imbibizione con benzina dei legni, allontanamento dei mezzi di lavoro).

Fase 3^a - Accensione dei legni e combustione controllata.

Gli appoggi sostitutivi vengono portati ai limiti del collasso tramite la combustione comandata del legno.

I due tronchi laterali bruciano in modo più uniforme, quello centrale anticipa per incentivazione della combustione al suo centro dove la sezione si riduce più rapidamente in modo da dare il via al collasso.

Poiché il collasso non è repentino ma relativamente graduale, data la natura degli appoggi, si può controllare la lesione alla base del manufatto che si allarga poco a poco fino a 1,5-2 cm; il punto di massima apertura è perfettamente in asse alla direttrice di caduta.

B) Caduta (fig. 25)

Fase 4^a - Collasso degli appoggi in legno.

Comincia il collasso degli appoggi sostitutivi ed il manufatto inizia a sbaricentrarsi con relativa lentezza dalla parte dove viene a mancare il sostegno facendo fulcro sui due punti della circonferenza di base dove passa il diametro perpendicolare all'asse di caduta e dove si trova il legno centrale ormai bruciato.

Sul tasso di lavoro dei puntelli si sono potute fare le seguenti osservazioni: i puntelli erano stati ricavati dal cuore di tronchi di abete; il materiale era stato scelto accuratamente sano ed omogeneo ed era piuttosto fresco.

In fase di calcolo si era assegnato un σ max di 350 kg/cm².

Dall'esame della sezione residua al collasso si è potuta ricavare una σ dell'ordine di 600 kg/cm².

Fase 5^a - Inizio della caduta.

La base del manufatto comincia a ricevere una spinta all'indietro, data dal peso del camino che ha iniziato a ruotare.

I due fulcri nella parte inferiore del fornello cedono per compressione e repentinamente la calotta del fornello tocca terra scendendo di 1,80 m, la ciminiera è inclinata ma ancora relativamente monolitica.

(Durata: circa 1/2 secondo).

Fase 6^a - Caduta.

Il manufatto ha ormai ricevuto l'avviamento inerziale desiderato.

La ciminiera si stacca per taglio della base e la rotazione è tale che l'altezza del camino ormai

diviso in tre tronchi principali è ridotta di $\frac{2}{3}$ circa e, vicino alla base, è sprofondato per il suo peso nel materasso di terreno predisposto.
(Durata: circa $\frac{1}{2}$ secondo).

Fase 7^a - Inizio disgregazione.

Solo il tronco superiore, ormai a sè stante, continua a ruotare secondo l'avviamento inerziale ricevuto confermando le previsioni. Inizia la frantumazione al suolo dei pezzi più vicini alla base. In questa fase la velocità di caduta è aumentata.
(Durata: circa $\frac{1}{4}$ secondo).

Fase 8^a - Frantumazione finale e stacco dell'anello di coronamento o « vera ».

Il tronco superiore si rompe e cade vinto dalla gravità.

L'anello di coronamento più massiccio rimane l'unico a conservare l'inerzia creata all'origine per cui si stacca dal corpo e non rallenta, anzi sembra accelerare e corre in avanti fino a smorzare la sua inerzia frantumandosi a terra e contro le protezioni predisposte (fig. 26).
(Durata: circa $\frac{1}{4}$ secondo).

(Durata totale fasi di caduta: circa 3 secondi).

2.5 – Conclusioni.

La ciminiera ha ruotato ed è scesa sul letto predisposto esattamente nella posizione prevista lambendo i gradini della chiesa e i balconi degli edifici, frantumandosi dolcemente a terra e interessando solo con la « vera » la protezione terminale.

Nessun danno è stato provocato a persone o a cose non essendoci state né vibrazioni né elezione violenta di materiali.

L'operazione nel suo complesso ha richiesto una settimana di lavoro mentre la sola fase di caduta e quindi di maggiore precarietà, poco più di mezza giornata.

3.0 – Bibliografia.

- 1 - Binda L.: « Sul calcolo a rottura delle strutture murarie: profilo dello sviluppo storico », Atti e rassegna tecnica della Società Ingegneri e Architetti in Torino - A. 34 n. 10 Ottobre 1980.
- 2 - Croci G., Cerone M.: « Lo sviluppo dell'effetto arco nelle pareti in muratura », Ist. di Scienza delle Costruzioni dell'Univ. di Roma, pubblicaz. 255.
- 3 - Heyman J.: « The Stone Skeleton », Int. J. Sol. Struct., Pergamon Press, vol. 2, 1966.
- 4 - Heyman J.: « The Safety of Masonry Arches », Int. J. Sol. Struct., Pergamon Press, 1969.
- 5 - Isada M.: « Damage to structures due to floor shocks », Journal of the structural division - ASCE - febbraio 1971.
- 6 - Mastrodicasa S.: « Dissesti statici delle strutture edilizie: diagnosi e consolidamento », V edizione - Ed. Hoepli Milano.
- 7 - Pasta A.: « Interventi di restauro in zona sismica », ANCE, Roma 1981.
- 8 - Timoshenko S.P.: « History of Strength of Materials », Mc. Graw-Hill, 1953.

RIASSUNTO

L'articolo analizza le tecniche adottate per la demolizione di manufatti di notevole entità strutturale, irreparabilmente danneggiati dal terremoto del novembre 1980.

In particolare, si riferisce sulla demolizione di una ciminiera in muratura alta 63 m.

Le operazioni di demolizione sono state precedute da un'analisi approfondita della tipologia strutturale delle opere, che ha evidenziato i criteri costruttivi adottati e le modifiche e le alterazioni succedutesi nel tempo.

Le strutture da demolire sono state portate in situazione di precarietà controllata, che ha permesso lo studio e la determinazione degli equilibri in atto e soprattutto la conseguente scelta del procedimento di abbattimento.

CONTENTS :

The article examines the techniques used for the demolition of constructions of considerable size, damaged beyond repair by the November 1980 earthquake in Italy.

In particular, the paper refers about a concrete and a brickwork chimney 63 m tall.

Demolition itself was preceded by a thorough analysis of the structural typology of the construction, pointing out the building criteria adopted and subsequent modifications.

The structures to be demolished were brought to a state of controlled danger, enabling determination of the equilibrium and consequent choice of the pertinent demolition system.

SOMMAIRE :

L'article analyse les techniques adoptées pour la demolition d'ouvrages de remarquable errate structurelle, irréparablement endommagés par le tremblement de terre du novembre 1980.

En particular, l'on refère sur la démolition d'une cheminée en brique de 63 m d'auteur.

Les operations de demolition un été précédées par une analyse de la typologie de la structure des outrages, qui a souligné les procédés de construction adoptés et les succèsites modifications et altérations.

Les structures qui devaient être démolies out été mises en situation d'instabilité controlées qui a permis l'étude et la détermination des équilibres existants et surtout le choix du procédé de démolition.

INHALT :

Der Artikel analysiert die angewendeten Techniken für die Demolierung von Bauwerken mit einer bedeutenden strukturellen Einheit, die unreparierbar vom Erdbeben des Novembers 1980 beschädigt worden sind.

Ins Besondere, erlautert der Artikel die Demolierung eines gewaltigen Gebäudes sowie mit einem 63 m hohen Kamin.

Den Niederreissungsarbeiten ist eine ausführliche Analyse über die strukturelle Art der Bauwerke vorausgegangen, die die angewendeten konstruktiven Kriterien sowie die Veränderungen, die sich im Laufe der Zeit ergeben haben, unterstrichen hat.

Die zu demolierenden, Strukturen sind in einem kontrollierten Vorbelastungszustand gebracht worden, die erlaubt haben, das Gleichgewicht zu bestimmen und die daraus folgende Wahl für ein angebrachtes Demolierungssystem zu treffen.

Fonte : Internet