

METODOLOGIA DI VALUTAZIONE SISMICA DI GRANDI INSEDIAMENTI INDUSTRIALI E DVR SISMICO

P. ARNAUD ¹, F. BARPI ^{1,2}, C. CAVALLO ¹, L. DI CARLO ¹, A. MITA ¹, D. RIVELLA ¹,

¹ Gruppo Ingegneria Torino Srl, Torino, Italia. Web: www.gruppoing.to.it; email: cavallo@gruppoing.to.it

² Politecnico di Torino, Torino, Italia. Email: fabrizio.barpi@polito.it.

Sommario

La memoria propone una metodologia utilizzata per la valutazione del rischio sismico di grandi siti produttivi industriali presenti su territorio nazionale e in diverse regioni, finalizzata alla redazione di un Documento di Valutazione del Rischio Sismico (DVR Sismico). La generale complessità di tali siti rende infatti necessario mettere in atto un approccio integrato che, in termini di danneggiamenti dovuti ad un sisma di progetto, tenga conto non solo dei numerosi fabbricati esistenti e della loro diversa destinazione d'uso, ma anche delle interazioni tra di loro e con i diversi impianti posti al loro interno e destinati ai processi produttivi. La valutazione dei rischi in ambito industriale è basilare per garantire una adeguata sicurezza dei luoghi di lavoro ai sensi del D.Lgs. 81/2008, e il recente evento in Emilia richiede oggi sempre più urgentemente un adeguamento del Documento di Valutazione dei Rischi anche con quello Sismico.

Parole chiave

Documento di Valutazione dei Rischi, impianti, insediamenti industriali, luoghi di lavoro, protezione civile, rischio, sicurezza, sisma, terremoto.

1. Introduzione

La memoria presenta le attuali novità e gli indirizzi in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro. Viene proposto, in maniera sintetica, un approccio metodologico per la valutazione del rischio sismico in applicazione del D.Lgs. 81/2008 “*Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*” art. 17, comma 1, lettera a) e art. 28 e s.m.i. ed in particolare sulla sicurezza dei luoghi di lavoro da prevedersi nell’ambito dell’aggiornamento continuo del Documento di Valutazione dei Rischi (DVR) di siti produttivi industriali.

La procedura tecnica di indagine, che trova coerenza nella normativa attualmente in vigore, consiste in una classificazione dei fabbricati dal punto di vista sismico tramite un censimento che, oltre a valutare la vulnerabilità sismica propria della struttura “esterna” (intesa come fabbricato edile, vedi la Figura 1), tiene in conto anche delle numerose strutture “interne”, quali quelle staticamente indipendenti (soppalchi) e/o accessorie ai fabbricati (pensiline, scale esterne), le scaffalature (pesanti e leggere) e gli impianti a servizio del fabbricato stesso o della produzione.



Figura 1. Tipologia di fabbricato esterno (secondario).

2. Cenni sugli aspetti normativi

Una delle principali problematiche che emerge quando si affronta la valutazione del rischio sismico per gli ambienti di lavoro, risiede nella complessità e nella scarsa chiarezza del quadro normativo.

Con l'emanazione della OPCM 3274/2003 e s.m.i. sono state rese *obbligatorie* le verifiche della vulnerabilità sismica per gli edifici esistenti (strategici e rilevanti), con la precisazione che tali valutazioni fossero da effettuare su edifici progettati prima del 1984 o che appartenessero a porzioni di territorio soggette a riclassificazione sismica con incremento della pericolosità di base. Vanno altresì tenuti in opportuna considerazione i casi in cui eventuali cambiamenti della destinazione d'uso (anche senza lavori) abbiano portato ad un incremento della pericolosità sismica.

Tuttavia, l'aspetto più importante, è la *mancata definizione* di una strategia univoca relativa all'interpretazione e all'utilizzo degli esiti delle verifiche. Se da un lato, infatti, le verifiche sono obbligatorie, non altrettanto si può dire per gli interventi, che sono lasciati alla discrezionalità dei singoli soggetti (pubblici o privati).

Ovviamente ciò può non valere in casi specifici per i quali esistono indicazioni *cogenti*. Un esempio è il caso della Regione Emilia Romagna che, a seguito degli eventi sismici del 2012, ha imposto specifici obblighi per alcune tipologie di edifici ad uso produttivo. Tali obblighi riguardano i capannoni prefabbricati monopiano in calcestruzzo armato privi di collegamenti e/o danneggiati dal sisma, ubicati nei comuni individuati nell'Allegato 1 della L. 122/2012 e, più in generale, per tutti quei stabilimenti produttivi classificati sotto il Decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334 (anche nota come *Direttiva Seveso*).

A seguito del terremoto emiliano è iniziata una sempre maggiore presa di coscienza, che ha portato a considerare tra i rischi potenzialmente presenti negli ambienti di lavoro, anche quello sismico. Inoltre, il D.Lgs. 81/2008, secondo quanto indicato nell'art. 63 e nell'allegato IV, richiede che gli edifici che ospitano i luoghi di lavoro o qualunque altra opera e struttura presente nel luogo di lavoro, garantiscano una *stabilità e solidità* corrispondenti al loro tipo d'impiego ed alle caratteristiche ambientali. Da questa semplice evidenza per il Datore di Lavoro risulta quindi obbligatorio e necessario valutare anche il sisma tra le possibili fonti di rischio al momento della redazione e/o dell'aggiornamento del DVR.



Figura 2. Tipologia di Soppalco (passerella) interno.

3. Metodologia

Al fine di evidenziare le misure più urgenti da attuare per poter predisporre opportuni interventi di miglioramento delle condizioni dei luoghi di lavoro ai sensi dell'art. 63 e dell'allegato IV del D.Lgs. 81/2008, risulta necessario definire in via preliminare quale debba essere il livello di approfondimento da porre in essere, partendo da preliminari verifiche speditive per arrivare, laddove necessario o richiesto per legge, ad analisi più approfondite.

La metodologia utilizzata dagli scriventi e qui proposta si può sintetizzare nei seguenti passaggi:

a) *Valutazioni preliminari*

Nell'ambito di uno stabilimento industriale, ancor prima di iniziare il censimento dei fabbricati e degli impianti, occorre individuare le principali fonti di pericolo sismico che, generalmente, riguardano:

- fabbricati principali (eventualmente aggregati in blocchi edilizi in base alle potenziali interazioni);
- fabbricati secondari;
- strutture staticamente indipendenti (scale di sicurezza, tettoie, soppalchi, carriponti, gru indipendenti, strutture accessorie ecc.), vedi la Figura 2;
- scaffalature;
- impianti (acqua potabile e industriale, antincendio, gas vari, aria compressa, ecc.).

b) *Censimento dei fabbricati e degli impianti*

Effettuate le valutazioni preliminari, si provvede al dettagliato censimento di tutte le fonti di pericolo sismico precedentemente individuate. In questa fase, per ciascuna struttura o impianto, vengono raccolte, in opportune schede, tutte le informazioni disponibili (dati geometrici principali, tipologie strutturali, materiali, eventuali danneggiamenti e degradi, documentazione di progetto, esecuzione o collaudo disponibile, ecc.). Per le sole opere rilevanti e/o strategiche saranno compilate le Schede di Livello 0 (se non ancora disponibili). Tutte le schede, invece, dovranno contenere una prima valutazione speditiva delle più evidenti fonti di rischio rilevate durante i sopralluoghi.

Tali valutazioni speditive preliminari risultano di fondamentale importanza in quanto permettono:

- l'eventuale immediata rimozione di modeste fonti di rischio (ad esempio, ancoraggi carenti nelle scaffalature);
- l'organizzazione delle successive analisi in base a criteri di priorità;
- una prima stima e programmazione delle indagini sperimentali atte a definire le caratteristiche meccaniche dei materiali.

c) *Valutazione speditiva della vulnerabilità sismica*

Un insediamento industriale implica normalmente la presenza di un numero considerevole di fabbricati ed impianti ed è quindi necessaria una prima campagna di *valutazione speditiva* della vulnerabilità sismica. I risultati di tale indagine permettono di ottenere un quadro d'insieme del livello di rischio all'interno dell'insediamento attraverso un indicatore qualitativo (rischio *basso, medio, alto o altissimo*) che determina le successive priorità di indagine e l'approfondimento che le stesse dovranno avere.

d) *Valutazione approfondita della vulnerabilità sismica*

Sulla base dei livelli di rischio evidenziati nella valutazione speditiva e dell'effettiva importanza di ciascuna struttura o impianto, in base a criteri di priorità determinati, si procede con le *verifiche approfondite* di vulnerabilità sismica (ad esempio con analisi numeriche FEM). Tali verifiche, generalmente da fare per un numero limitato di strutture, permettono di avere una valutazione precisa e puntuale del livello di sicurezza atteso in base alle norme tecniche vigenti (attualmente le NTC 2008). Diventa quindi possibile evidenziare le specifiche carenze strutturali e/o impiantistiche e programmare gli eventuali interventi di miglioramento e di adeguamento.

e) *Definizione del livello di rischio, redazione del Documento di Valutazione del Rischio Sismico (DVR) e programmazione degli interventi di mitigazione*

A seguito delle valutazioni di vulnerabilità (siano esse speditive o approfondite) sono quindi disponibili le stime del rischio sismico (qualitative o approfondite) sulla base delle quali possono essere evidenziati, attraverso la redazione di uno specifico DVR con approccio matriciale, gli specifici rischi sismici presenti presso il sito industriale in esame, una loro classificazione (sulla base della *Pericolosità sismica* del luogo, della *Vulnerabilità sismica* delle strutture, degli impianti e delle scaffalature e della loro *Esposizione*

nell'ambito dei processi produttivi dell'Azienda), nonché la programmazione di un Piano di Miglioramento previsto per legge. Tale piano consentirà di eliminare o mitigare le fonti di rischio precedentemente analizzate secondo un preciso susseguirsi di interventi programmati con un loro ordine temporale e di priorità.

f) *Aggiornamento del DVR dell'Azienda*

Opportuno ricordare che le valutazioni anzidette hanno *validità limitata nel tempo*. Infatti, cambiamenti quali il mutamento dei processi produttivi, le variazioni nelle destinazioni d'uso dei locali, l'incremento o la diminuzione dell'esposizione, potrebbero alterare le condizioni di rischio. Anche il semplice invecchiamento tende a ridurre le caratteristiche resistenti dei materiali, delle strutture e degli impianti e quindi, implicitamente, ad incrementare le condizioni di rischio.

Per i motivi citati, quindi, anche in assenza di modifiche della pericolosità di base (ad esempio dovute a riclassificazione del territorio) il DVR (anche sismico) deve essere inteso come un *documento dinamico*, che necessita di un costante aggiornamento e rivalutazione a cura del Datore di Lavoro generalmente tramite il suo RSPP.

4. Problematiche particolari relative agli impianti

La valutazione del rischio sismico ai fini dell'integrazione del Documento di Valutazione dei Rischi ai sensi del D.Lgs 81/2008 e s.m.i., ha come premessa fondamentale la stima, quanto più precisa ed oggettiva possibile, del livello di sicurezza atteso. Nel caso delle strutture tale valutazione, per quanto possa risultare talvolta complessa ed onerosa, ha solide basi normative (OPCM 3274/2003, D.M. 14/01/2008 “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*”, Circolare 2 febbraio 2009 n.617 “*Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni'*” di cui al DM 14 gennaio 2008, Eurocodici).

Assai diverso, invece, è il caso degli impianti, che, troppo spesso, sono sottovalutati nella effettiva valutazione delle condizioni di sicurezza. Tali impianti hanno generalmente una ampia interazione tra di loro e con i fabbricati oggetto di valutazione (Figura 3). Tuttavia, mentre nel caso di progetto di un impianto nuovo esistono criteri e norme di riferimento, nel caso di impianti esistenti non è ancora disponibile un solido impianto normativo che possa guidare nella valutazione del livello di sicurezza residuo.

Al momento, l'unico riferimento italiano di un certo rilievo, oltre al par. 7.2.4 delle NTC 2008, sembra essere la guida del Ministero dell'Interno (Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile) “*Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio*” del dicembre 2011.

Tale carenza normativa si ripercuote inevitabilmente nella estrema difficoltà di pervenire ad una valutazione oggettiva ed uniforme della vulnerabilità sismica degli impianti. Il risultato atteso, anziché un semplice indicatore numerico del livello di rischio stimato, non potrà pertanto che esprimersi con un'accurata analisi e valutazione delle criticità e delle loro eventuali ripercussioni sulla sicurezza reciproca con i fabbricati con essi interagenti.



Figura 3: *Interazione tra diversi impianti e tra struttura e impianti. Tubazione rossa: impianto antincendio; tubazione verde: acqua industriale; tubazione grigia: acqua surriscaldata.*

5. Conclusioni

A causa dei terremoti che hanno recentemente colpito l'Italia, si è rivelato indispensabile considerare tra i rischi potenzialmente presenti negli ambienti di lavoro anche quello sismico. A tale proposito, la memoria ha presentato una metodologia di valutazione del rischio sismico di insediamenti industriali che tiene in conto i fabbricati, le scaffalature e gli impianti ospitati al loro interno. La procedura proposta non entra nel merito delle calcolazioni da effettuare, ma individua un percorso logico e consequenziale che permette di giungere ad una oggettiva valutazione del Rischio Sismico di ogni oggetto analizzato singolarmente e delle loro interazioni sismiche all'interno di un complesso industriale. Trattasi di un'analisi integrata multicriteria di elevata complessità tecnica, in particolare nella valutazione degli impianti, ma soprattutto complessità normativa per la mancanza di una linea guida univoca che permetta ad un Datore di Lavoro di adempiere con semplicità senza necessariamente dipendere da numerose norme e dalle loro diverse interpretazioni. A titolo d'esempio non esiste ancora alcuna indicazione legislativa che chiarisca come redigere un DVR Sismico.

La metodologia proposta è stata applicata dagli scriventi a numerosi casi di impianti industriali di notevole estensione e complessità, permettendo di giungere, in tempi relativamente brevi, alla definizione del Rischio Sismico, alla redazione del relativo DVR ed alla successiva programmazione delle diverse attività di adeguamento e miglioramento.

Riferimenti normativi essenziali

- [1] Ministero dell'Interno (Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile) “*Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio*”, 2011.
- [2] DM 14/01/2008 “*Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008)*” (e relative istruzioni).
- [3] Eurocodice 2 “*Progettazione delle strutture in calcestruzzo*” (EN 1992).
- [4] Eurocodice 8 “*Progettazione di strutture in zona sismica*” (EN 1998).
- [5] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 (e relativi aggiornamenti), “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, 2003.
- [6] ftp://ftp.ingv.it/pub/nicola.dagostino/corso_sismologia_2013/11a-12a_2013-pericolosita.pdf - G. Cultrera, Pericolosità e normativa antisismica, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2012-2013.
- [7] *Il Rischio Sismico nei luoghi di lavoro - Il Documento di Valutazione dei Rischi* - Dipartimento di Sanità Pubblica di Reggio Emilia (Ing. D. Manvolti - Servizio Prevenzione e Sicurezza ambienti di lavoro – Ottobre - Novembre 2012).
- [8] http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp?pagtab=3#pag-content – Protezione civile.
- [9] CNR, Gruppo Nazionale per la Difesa dai terremoti, Rischio sismico di edifici pubblici – Parte I – aspetti metodologici. Roma – 1993.
- [10] Ex post damage assessment: an Italian experience, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 14, 901-916, Molinari et al. 2014.

Ringraziamenti

Si ringraziano la prof.ssa Monica Barbero, l'ing. Massimo Zanella e i collaboratori ing. Cristina Di Stefano e ing. Giuseppe Innocente di *Gruppo Ingegneria Torino* senza il cui valido apporto non sarebbe stato possibile portare a termine le commesse affidate e quindi scrivere la presente memoria.