



La resistenza sismica degli armadi VX25

White paper IE 7

Autori: Hartmut Paul, Boggun Hoffmann

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP



Indice

1	Introduzione	3
2	Intensità, magnitudo e zone sismiche	5
3	Danni sismici alle infrastrutture elettriche	8
4	Panoramica delle normative vigenti	9
5	Metodi di prova tipici	10
6	Progettazione degli armadi antisismici per quadri elettrici	12
7	Approccio concreto	15
8	Sintesi	16
9	Allegato: elenco figure/tabelle, riferimenti normativi e documentali	17

1

Introduzione

Le forze naturali rappresentano da sempre una grave minaccia per l'umanità, causando numerose vittime e ingenti danni materiali. Tra queste, i terremoti figurano tra i disastri naturali più imprevedibili. Dei tredici eventi con il maggior numero di vittime registrati tra il 1990 e il 2023 (cfr. Tabella 1), oltre otto sono riconducibili a eventi sismici [Mun24].

Data	Evento	Magnitudo	Regione	Vittime
12 gennaio 2010	Terremoto	7.0	Haiti	222.570
26.12.2004	Terremoto, tsunami	9.1	Sri Lanka, Indonesia, Thailandia, India, Bangladesh, Myanmar, Maldive, Malesia	220.000
2-5 maggio 2008	Ciclone Nargis, inondazione	–	Myanmar	140.000
29-30 aprile 1991	Ciclone tropicale, inondazione	–	Bangladesh	139.000
8 .10.2025	Terremoto	7.8	Pakistan, India, Afghanistan	88.000
12.05.2008	Terremoto	5.8	Cina	84.000
07/08 2003	Ondata di calore	–	Europa	70.000
02.2023	Terremoto	7.8	Turchia	60.000
07 - 08 2010	Ondata di calore	–	Russia	56.000
20.06.1990	Terremoto	7.4	Iran	40.000
26.12.2003	Terremoto	6.6	Iran	26.200
11.03.2011	Maremoto	9.0	Giappone	18.537
25.04.2015	Terremoto	7.8	Nepal	9.000

Tabella 1: Decessi causati da disastri naturali dal 1980 al 2023

I terremoti sono causati da processi geodinamici interni alla Terra. Le placche litosferiche si muovono sugli strati sottostanti deformabili (tettonica delle placche) e interagiscono per convergenza, divergenza o scorrimento laterale. Quando il loro movimento viene ostacolato, si accumulano tensioni elastiche che, rilasciandosi improvvisamente lungo una faglia, generano un terremoto. Gli effetti si estendono in funzione della magnitudo e delle condizioni geologiche locali.



I terremoti causano gravi danni strutturali a edifici e infrastrutture di trasporto; l'impatto dell'azione sismica è spesso amplificato da effetti secondari quali frane e tsunami. Anche le apparecchiature installate all'interno degli edifici possono subire danni meccanici e significative compromissioni funzionali. In base all'intensità dell'evento sismico, alle condizioni geotecniche locali e alle caratteristiche costruttive dell'edificio, il danneggiamento di sistemi e impianti può risultare comparabile, o persino superiore, a quello degli elementi strutturali, con conseguenze significative sulla continuità operativa.

A seguito di un sisma si registrano frequentemente interruzioni nella fornitura di energia elettrica, acqua potabile e gas, proprio quando tali servizi sono essenziali per la gestione dell'emergenza.

Per mitigare tali rischi, edifici, infrastrutture tecniche e reti di trasporto in aree esposte a rischio sismico dovrebbero essere progettati, ove possibile, secondo criteri di "resistenza sismica", calibrati in funzione della tipologia di infrastruttura e del livello di pericolosità sismica locale. Il presente White Paper definisce il concetto di "resistenza sismica" con specifico riferimento agli armadi elettrici.

Nelle aree ad alto rischio sismico, gli impianti tecnici devono essere progettati secondo criteri di resistenza sismica, al fine di garantire la sicurezza delle persone e ridurre al minimo guasti e interruzioni operative.



Quali interventi sono necessari?

“I costruttori di quadri elettrici, chiamati a garantire la conformità ai requisiti di resistenza sismica possono trovarsi ad affrontare tematiche che esulano dalle loro consuete competenze progettuali e produttive. Quale approccio adottare quando un cliente richiede un armadio elettrico conforme a specifici requisiti di resistenza sismica? La presente guida fornisce indicazioni operative per gestire tali richieste, illustrandone le principali implicazioni tecniche e normative.



Quali aspetti devono essere considerati?

Quali parametri progettuali e quali variabili devono essere valutati nella progettazione di armadi per quadri elettrici destinati all'installazione in aree a rischio sismico?

Il presente White Paper fornisce un inquadramento sistematico delle tematiche coinvolte. Nella prima parte descrive i principi fondamentali dei terremoti e le relative scale di misura, successivamente analizza gli effetti delle azioni sismiche sui quadri elettrici e le possibili conseguenze operative.



Quali norme sono applicabili?

Il quadro normativo in materia di resistenza sismica è articolato. Le disposizioni regolatorie e le norme tecniche di riferimento riguardano prioritariamente la sicurezza strutturale degli edifici, ma si estendono anche ai componenti impiantistici e alle infrastrutture tecnologiche installate al loro interno.

Gli approcci adottati possono differire in modo significativo tra le diverse discipline — quali l'ingegneria strutturale, l'ingegneria elettrica e l'Information Technology — con conseguenti implicazioni in termini di criteri di progettazione, metodi di verifica e requisiti di conformità.

Il presente White Paper fornisce una panoramica delle principali normative applicabili alle infrastrutture elettriche in ambito sismico.

2 Intensità, magnitudo e zone sismiche

Dal punto di vista fisico, un terremoto può essere descritto come un'onda d'urto che si propaga dall'epicentro dell'evento. Tale onda induce vibrazioni della crosta terrestre con uno spettro di frequenze complesso, sia in direzione orizzontale sia verticale. Il fenomeno è definito

dalle ampiezze e dalle frequenze delle vibrazioni registrate al suolo. Poiché l'energia rilasciata da un terremoto non può essere misurata direttamente, si utilizzano diverse scale per descriverne l'intensità, distinguendo tra scale di intensità e scale di magnitudo.

Scale d'intensità soggettive

Le scale di intensità si basano sugli effetti macroscopici di un terremoto – quali il livello di danneggiamento degli edifici – nonché sulle percezioni soggettive delle persone che avvertono il sisma. La scala Mercalli, sviluppata nel 1902, è tuttora ampiamente utilizzata per esprimere l'intensità dell'evento (cfr. Tabella 2).

Le scale di intensità presentano tuttavia limiti intrinseci nelle aree a bassa densità abitativa, dove il numero di edifici potenzialmente danneggiabili è ridotto e la disponibilità di testimonianze dirette risulta limitata.

JMA		Mercalli			
Categoria	Accelerazione al suolo			Descrizione	Categoria
	Gal	Gal	g (9,81 m/s ²)		
0	< 0,8				
		< 1,0	< 0,001	Non avvertita	I
1	0,8 – 2,5				
		1,0–2,1	0,001–0,002	Molto debole	II
2	2,5–8,0	2,1–5,0	0,002–0,005	Debole	III
		5,0–10	0,005–0,01	Moderata	IV
3	8,0–25	10–21	0,01–0,02	Piuttosto forte	V
		21–44	0,02–0,05	Forte	VI
4	25–80				
		44–94	0,05–0,1	Molto forte	VII
5	80–250				
		94–202	0,1–0,2	Distruttiva	VIII
6	250–400				
		202–432	0,2–0,5	Violenta	IX
7	> 400				
		> 432	0,5–1	Molto distruttiva	X
			1–2	Devastante	XI
			> 2	Catastrofica	XII

Tabella 2: Confronto tra la scala Mercalli e la scala giapponese JMA

Nota: l'intensità sismica non è determinata esclusivamente dall'accelerazione al suolo; la presente tabella ha finalità puramente indicative.

Scale di magnitudo

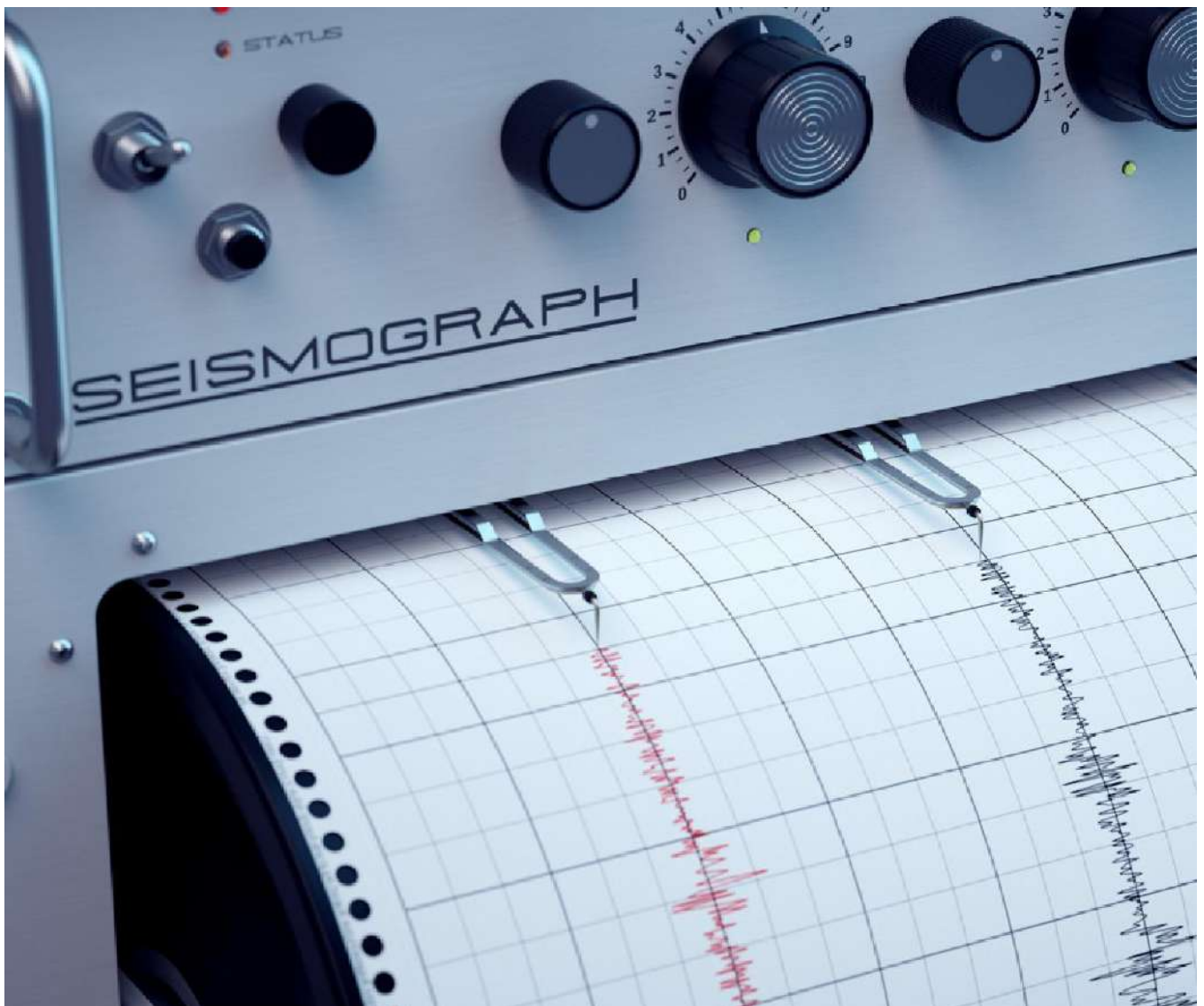
Le scale di magnitudo si basano su misurazioni effettuate tramite sismometri, che registrano le vibrazioni del suolo in termini di velocità, accelerazione o spostamento; tali dati vengono quindi elaborati per determinare la magnitudo del terremoto.

La scala più nota è la scala Richter, sviluppata negli anni Trenta e ancora oggi molto diffusa. Essa calcola la magnitudo a partire da misurazioni effettuate in prossimità dell'epicentro ed è pertanto definita scala di magnitudo locale. Fu originariamente calibrata utilizzando uno specifico tipo di sismometro, posto a una distanza di 100 km dall'epicentro.

Poiché Charles F. Richter la calibrò per terremoti locali in California con uno strumento specifico, la scala è propriamente applicabile a quell'area e perde affidabilità per magnitudo superiori a 6.5.

Le magnitudo più elevate, spesso attribuite dai media alla cosiddetta "scala Richter aperta", sono in realtà espresse secondo la scala della magnitudo momento (Moment Magnitude Scale), più recente e accurata.

Il terremoto più potente mai registrato è quello di Valdivia (Cile, 1960), con magnitudo 9.5. A titolo di confronto, il sisma del 2011 in Giappone, che causò il disastro nucleare di Fukushima, raggiunse magnitudo 9.0.



Probabilità sismica e zone sismiche ai fini della valutazione del rischio

Oltre alla classificazione dei terremoti in base alla loro entità (intensità o magnitudo), è fondamentale considerare la probabilità che un evento di data intensità si verifichi in una determinata area. A supporto di una valutazione del rischio più efficace, sono state definite specifiche zone sismiche. Negli Stati Uniti, ad esempio, l'UBC (Uniform Building Code) individua cinque zone: la Zona 0 corrisponde ad aree in cui terremoti di forte entità sono estremamente rari, mentre la Zona 4 identifica contesti in cui sono probabili eventi di elevata magnitudo; alcune aree della California ne costituiscono un tipico esempio. I requisiti di resistenza sismica per installazioni IT e di telecomunicazione, nonché per le apparecchiature delle

infrastrutture elettriche, sono spesso definiti in funzione di tali zone. Tuttavia, la classificazione in zone e i relativi criteri variano tra Paesi. In Europa, ad esempio, stati come la Germania adottano una suddivisione in zone da 0 a 3, basata su parametri differenti rispetto a quelli statunitensi (cfr. Tabella 3). Non esiste quindi una corrispondenza diretta tra le diverse classificazioni nazionali. Nelle aree caratterizzate da elevata pericolosità sismica è necessario adottare adeguate misure di protezione, che comportano generalmente costi aggiuntivi. In contesti internazionali è pertanto essenziale operare con particolare attenzione e con una chiara comprensione dei diversi sistemi di zona.

Paese	AT	DE	CH	FR	IT*	GR	USA
Standard	ÖN 1998-1	DIN EN 1998-1	SIA 261	NF EN 1998-1	OPCM 28	Gna 1998-1	1997 UBC
Zona 0	$a < 0,035 \text{ g}$	0,0 g					0,0 g
Zona 1	$0,035 \text{ g} < a < 0,05 \text{ g}$	0,04 g	0,06 g	$a < 0,07 \text{ g}$	$a < 0,05 \text{ g}$	$a < 0,16 \text{ g}$	0,075 g
Zona 2	$0,05 \text{ g} < a < 0,075 \text{ g}$	0,06 g	0,1 g	$0,07 \text{ g} < a < 0,11 \text{ g}$	$0,05 \text{ g} < a < 0,15 \text{ g}$	$0,16 \text{ g} < a < 0,24 \text{ g}$	0,15 g
Zona 3	$0,075 \text{ g} < a < 0,1 \text{ g}$	0,08 g	0,13 g	$0,11 \text{ g} < a < 0,16 \text{ g}$	$0,15 \text{ g} < a < 0,25 \text{ g}$	$0,24 \text{ g} < a < 0,36 \text{ g}$	0,3 g
Zona 4	$0,1 \text{ g} < a$		0,16 g	$0,16 \text{ g} < a < 0,3 \text{ g}$	$0,25 \text{ g} < a < 0,3 \text{ g}$		0,4 g

* In Italia viene adottata una numerazione inversa delle zone.
Tabella 3: Accelerazione al suolo in Europa e negli Stati Uniti

Negli ultimi anni, anche alla luce delle criticità sopra evidenziate, numerose normative sismiche nazionali hanno progressivamente superato la tradizionale suddivisione in zone sismiche fisse, adottando invece parametri quantitativi di pericolosità, tra cui la Peak Ground Acceleration (PGA), generalmente confrontabili su base internazionale.

Per le singole applicazioni, tali valori devono tuttavia essere determinati e calibrati in funzione delle condizioni locali e delle specifiche di progetto. Alcune normative rinviano a piattaforme nazionali online che consentono di consultare, mediante mappe di pericolosità dedicate, i parametri di riferimento necessari.

3 Danni sismici alle infrastrutture elettriche

Come già evidenziato, molte normative pongono al centro la sicurezza degli edifici nella definizione dei requisiti di progettazione sismica. Ciò è comprensibile, poiché la maggior parte delle vittime e dei danni economici deriva dal crollo o dal danneggiamento delle strutture edilizie. Tuttavia, è altrettanto essenziale garantire la protezione sismica delle apparecchiature delle infrastrutture tecniche, quali quadri elettrici e data center. Tale esigenza non riguarda solo installazioni critiche, come centrali elettriche o impianti chimici, ma assume un ruolo determinante per l'intero sistema di approvvigionamento.

Per valutare la resistenza sismica delle installazioni elettriche è necessario innanzitutto analizzare l'ubicazione e le sollecitazioni attese, nonché le possibili conseguenze derivanti da malfunzionamenti o interruzioni. In molti casi, alle installazioni tecniche si applicano requisiti più severi rispetto a quelli previsti per gli elementi strutturali dell'edificio. Pertanto, la progettazione antisismica non deve riguardare solo la struttura edilizia, ma anche le apparecchiature tecniche.

La continuità operativa, anche in presenza di terremoti di elevata magnitudo, è un requisito essenziale per infrastrutture strategiche, quali gli impianti nucleari. Il raggiungimento di tale obiettivo richiede misure progettuali complesse, che non rientrano nell'ambito del presente White Paper.

Nei settori delle telecomunicazioni e dell'IT è fondamentale garantire un'elevata disponibilità dei sistemi informatici. Per questo, anche il livello di resistenza sismica delle infrastrutture riveste un ruolo essenziale. È inoltre importante assicurare che le apparecchiature restino operative per un periodo minimo definito e che possano essere rapidamente rimesse in servizio dopo un evento sismico.

Le vibrazioni generate da un terremoto si collocano generalmente in un intervallo di frequenza compreso tra 0,3 Hz e 50 Hz. Tali sollecitazioni possono provocare malfunzionamenti o danni strutturali ai quadri elettrici.

Alcuni guasti possono essere risolti con interventi limitati, consentendo un rapido ripristino dell'operatività. Un esempio tipico è rappresentato da un contatto allentato o da un cortocircuito temporaneo interrotto dai fusibili.

I danni più gravi possono includere il distacco di componenti dalla guida di supporto o dalla piastra di montaggio all'interno dell'armadio. Nei casi più severi, si possono verificare interruzioni prolungate dell'alimentazione. Ciò accade, ad esempio, quando l'armadio si sposta a seguito del sisma, compromettendo gli ancoraggi o, nei casi estremi, ribaltandosi.

Tra i danni più gravi rientrano anche quelli strutturali all'armadio. In tutti i casi, l'armadio svolge un ruolo determinante: se non è in grado di resistere alle sollecitazioni sismiche previste, l'intero sistema risulta compromesso.

La resistenza sismica dell'armadio è un requisito fondamentale delle normative applicabili, ma non può essere considerata isolatamente. Anche la struttura dell'edificio e i componenti installati devono soddisfare i requisiti previsti. La sola installazione di un armadio conforme non garantisce la funzionalità del sistema dopo, o durante, un evento sismico. È necessario che anche i componenti interni siano conformi e che l'intero sistema venga verificato mediante prove sismiche sperimentali.



Durante un

terremoto, le vibrazioni

possono arrivare a

50 Hz

4 Panoramica delle normative vigenti

La resistenza sismica richiede l'applicazione di normative differenti in funzione della disciplina tecnica e del mercato geografico di riferimento.

La resistenza sismica è un requisito trasversale a molteplici settori industriali; di conseguenza, il quadro normativo varia in funzione dell'ambito di applicazione. In termini generali, le norme sono riconducibili ai seguenti settori: ingegneria strutturale, IT e telecomunicazioni e ingegneria elettrica. Le prescrizioni applicabili dipendono inoltre dall'area geografica di destinazione dell'impianto.

Poiché i sistemi elettrici sono generalmente installati all'interno di edifici, le norme strutturali non si applicano direttamente, pur esercitando una influenza indiretta. Le norme del settore delle costruzioni edili si concentrano spesso sul fissaggio a pavimento dell'armadio; tuttavia, la verifica del corretto ancoraggio richiede un'analisi delle condizioni specifiche del sito di installazione e deve essere eseguita da un tecnico strutturale abilitato.

Alcune norme in materia di ingegneria elettrica, informatica e telecomunicazioni derivano da norme edilizie, ma si trasformano poi in requisiti specifici per l'apparecchiatura in questione. Occorre inoltre considerare che l'edificio può amplificare gli effetti dell'evento sismico; di conseguenza, ampiezze e accelerazioni trasmesse a un'installazione elettrica possono risultare superiori a quelle rilevate al suolo.

Per quadri e infrastrutture elettriche e IT, i principali riferimenti normativi internazionali sono EN/IEC 60068-3-3, IEEE 693 e Telcordia GR-63-CORE. Le norme edilizie, pur non specifiche per i quadri elettrici, sono ampiamente applicate e si presume rispettate dai progettisti strutturali. Per il costruttore di quadri è invece centrale l'interfaccia tra edificio e armadio; pertanto, le norme di prodotto richiamano spesso le corrispondenti prescrizioni edilizie.

DIN EN/IEC 60068-3-3

La norma IEC 60068-3-3, recepita in ambito europeo come EN 60068-3-3 [Beu93], costituisce principalmente una guida tecnica per l'esecuzione di prove sismiche su apparecchiature elettriche. La norma distingue tra una classe sismica generale e una classe sismica specifica. Quest'ultima deve essere adottata quando i parametri del moto sismico sono noti, ad esempio in funzione della localizzazione geografica o delle caratteristiche dell'edificio in cui l'apparecchiatura è installata.

IEEE 693

La norma IEEE 693 [IEE05], pubblicata dall'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), definisce le pratiche raccomandate per la qualificazione sismica di quadri elettrici e relativi componenti. Oltre a specificare i metodi di prova, fornisce linee guida per la progettazione antisismica dei sistemi, comprendendo strutture di supporto, fondazioni e sistemi di ancoraggio a pavimento degli armadi elettrici. La norma richiama inoltre specifiche disposizioni applicabili al settore delle costruzioni.

Telcordia GR-63-CORE

I requisiti generici GR-63-CORE [Tel02], originariamente sviluppati da Bellcore (oggi Telcordia) per il settore delle telecomunicazioni, non costituiscono formalmente uno standard normativo; tuttavia, in particolare negli Stati Uniti, sono ampiamente utilizzati come riferimento nei capitolati di gara. Il principio alla base del documento prevede che un sistema, ad es. un data center, garantisca un livello di disponibilità statistica particolarmente elevato, anche in presenza di eventi ambientali severi.

A tal fine, il documento definisce requisiti di resistenza e qualificazione ambientale, con riferimento a umidità, incendio, contaminanti e azioni sismiche. Il documento richiama la classificazione statunitense in zone sismiche (Zone 0–4), dalla minima alla massima pericolosità (cfr. Tabella 3). Tali requisiti, caratterizzati da livelli prestazionali particolarmente stringenti per garantire l'elevata disponibilità dei sistemi, sono stati recepiti anche in altre norme, quali IEC 60068-3-3, EN 61587-5 (RRS in accelerazione monoassiale) ed ETSI EN 30019-1-3.

5 Metodi di prova tipici

Esistono due principali approcci alla progettazione di sistemi destinati all'installazione in aree soggette ad attività sismica. Il primo prevede la certificazione dell'intero sistema nella sua configurazione finale, includendo quindi l'armadio completo di tutti i componenti installati, mediante prove eseguite presso un laboratorio accreditato. Sebbene sia il metodo più diretto per validare il comportamento dell'insieme, questo approccio risulta spesso molto oneroso in termini di costi e tempi di esecuzione. Sulla base dell'esperienza Rittal, venga scelto solo da un numero limitato di utilizzatori finali.

Il secondo approccio prevede l'impiego, da parte del costruttore di quadri o del produttore del sistema, di componenti (incluso l'armadio) la cui idoneità all'utilizzo in aree sismiche sia stata preventivamente certificata.

In questa logica, Rittal ha sottoposto gli armadi VX25 a prove condotte presso laboratori accreditati, seguendo protocolli di test standardizzati, con l'obiettivo di verificarne le prestazioni strutturali e funzionali in condizioni sismiche. Di seguito è descritto un tipico iter di prova per la qualificazione sismica di un armadio. Questo metodo risulta sensibilmente più conveniente rispetto alla certificazione dell'intero sistema e, in base all'esperienza Rittal, rappresenta la scelta preferita dalla maggior parte degli utilizzatori.

Le normative di riferimento prevedono l'impiego di prove su tavola vibrante come metodo principale per verificare la resistenza sismica degli armadi. Questo tipo di prova consente di riprodurre in laboratorio gli effetti di un evento sismico, simulando le vibrazioni e le sollecitazioni dinamiche cui l'armadio sarebbe sottoposto durante un terremoto.

Durante la prova, l'armadio è fissato alla tavola vibrante e sottoposto a un programma di sollecitazioni prestabilito. Non devono verificarsi danni strutturali: in particolare, nessun elemento portante può risultare deformato o compromesso.

Devono inoltre mantenersi integri i collegamenti strutturali e le saldature, così come porte, cerniere e sistemi di chiusura. Al termine delle sollecitazioni vengono eseguite verifiche funzionali finali, volte ad accertare il mantenimento della piena operatività del sistema.

La resistenza sismica è disciplinata da normative diverse a seconda del settore e dell'area geografica.

Diversi spettri di frequenza nelle normative

I requisiti di prova variano a seconda delle normative di riferimento, in particolare per quanto riguarda lo spettro di frequenza prescritto e i relativi livelli di accelerazione. A titolo esemplificativo, si riporta di seguito il metodo di prova previsto dalla norma Telcordia GR-63-CORE. L'armadio viene installato sulla tavola vibrante e dotato di strumentazione dedicata mediante accelerometri e sensori di spostamento collocati in posizione centrale e nella parte superiore. La prova deve riprodurre una configurazione di installazione reale attraverso l'applicazione di un programma di sollecitazioni predefinito in grado di raggiungere i valori di accelerazione richiesti nell'intervallo di frequenza compreso tra 1 Hz e 50 Hz (Required Response Spectrum – RRS).

Il parametro determinante della prova è lo spettro di risposta effettivamente applicato al campione, noto come Test Response Spectrum (TRS). Esso dipende dalla configurazione della struttura di prova, oltre che dalla massa e dalla geometria dell'armadio.

Durante l'intera sequenza di test, gli spostamenti misurati sia al centro sia nella parte superiore dell'armadio non devono in alcun caso superare il limite di 75 mm (3 pollici).

Le prove su tavola vibrante sopra descritte vengono condotte lungo le tre direzioni ortogonali dello spazio. L'RRS definito in GR-63-CORE prevede una durata della prova pari a 31 secondi per ciascuna direzione di sollecitazione. Le sollecitazioni trasmesse all'armadio nel corso delle prove risultano approssimativamente equivalenti a quelle associate a un evento sismico di magnitudo 8.3 sulla scala del momento sismico (Moment Magnitude Scale).

Spettri di prova molto simili

Per confrontare i requisiti delle prove su tavola vibrante delle tre normative di riferimento, l'RRS può essere rappresentato in un diagramma "accelerazione-frequenza" (cfr. Fig. 1). Dal confronto emerge che gli spettri sono sostanzialmente simili, pur con diversi livelli di accelerazione nei rispettivi intervalli di frequenza.

La certificazione in Zona 4 secondo lo standard GR-63-CORE risulta allineata ai requisiti previsti dagli altri principali standard sismici. Per soddisfare ulteriori prescrizioni, Rittal ha ampliato lo spettro di prova del sistema VX25, garantendo la copertura dell'RRS previsto dalla IEEE 693 (cfr. Fig. 1: TRS orizzontale e TRS verticale con kit antisismico Zona 4).

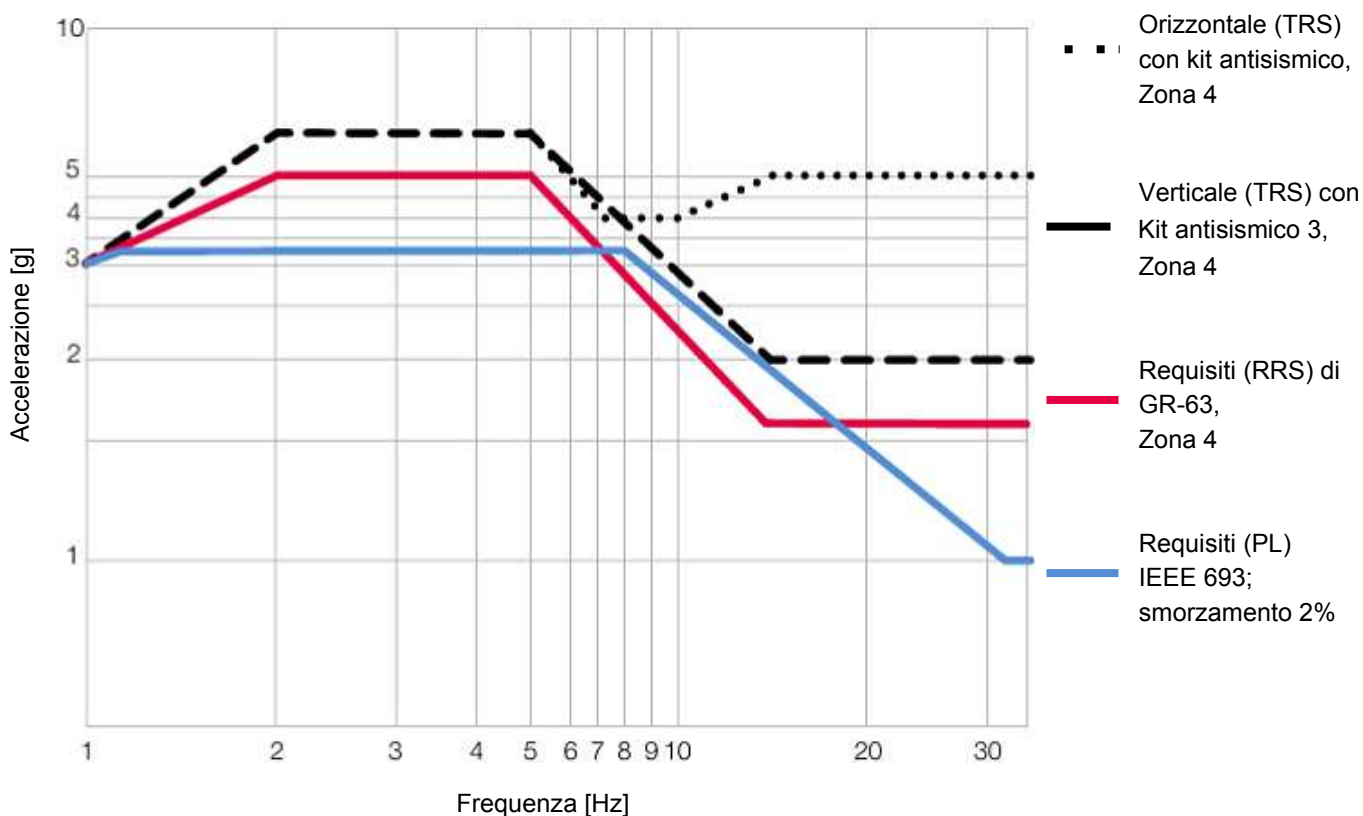


Figura 1: Diagramma Accelerazione-Frequenza



6 Progettazione antisismica degli armadi per quadri elettrici

Fin dall'antichità, la struttura a traliccio si è dimostrata efficace per realizzare strutture stabili e resistenti alle vibrazioni. La configurazione triangolare consente agli elementi di lavorare prevalentemente a trazione e compressione, garantendo elevata rigidezza con peso contenuto, principio ampiamente utilizzato anche nella costruzione di edifici e ponti.

Nell'ingegneria moderna si tende a privilegiare una elevata rigidezza globale delle strutture (ad esempio mediante calcestruzzo armato); negli edifici alti si impiegano anche dispositivi dinamici, quali pendoli o smorzatori, progettati per assorbire e dissipare l'energia generata da un evento sismico.

Una terza strategia consiste nell'isolare sismicamente l'elemento da proteggere. In questo approccio, edifici o apparecchiature vengono installati su sistemi di isolamento o dispositivi di smorzamento in grado di ridurre e dissipare l'energia sismica trasmessa dal terreno. Affinché il sistema sia efficace, è necessario definire con precisione la massa da isolare e garantire un'adeguata corsa elastica, ossia una sufficiente capacità di deformazione e dissipazione.

Rittal applica il principio della struttura a traliccio anche ai propri armadi VX25 (vedi Fig. 2), con l'obiettivo di assicurarne la resistenza sismica. Questi armadi si distinguono per robustezza, flessibilità di configurazione, efficienza strutturale ed elevato livello qualitativo. Un kit opzionale di rinforzo sismico consente di incrementare ulteriormente la rigidezza del telaio, permettendo di soddisfare anche i requisiti più severi della Zona 4 previsti dallo standard GR-63-CORE.

Il "kit antisismico" è costituito da profili di irrigidimento ai lati della struttura dell'armadio, in grado di incrementare in modo significativo la rigidezza globale della struttura. Piastre di rinforzo, fissate negli angoli della struttura, ne aumentano ulteriormente la stabilità. È inoltre disponibile uno zoccolo antisismico che consente l'ancoraggio sicuro dell'armadio alla pavimentazione, garantendone la stabilità anche in presenza di sollecitazioni elevate.



Figura 2: Accessori antisismici per l'armadio VX25



Equipaggiato con il kit antisismico, il VX25 soddisfa i requisiti più severi della Zona 4 secondo GR-63-CORE.

L'armadio VX25 è stato sottoposto a prove presso istituti indipendenti al fine di verificarne la conformità ai requisiti della GR-63-CORE per la Zona 4. Ai fini della qualificazione, è stata installata su piastra di montaggio delle masse pari a 500 kg; la configurazione comprendeva pareti laterali e accessori antisismici dedicati (kit antisismico e zoccolo) e maniglia Comfort. È stata inoltre rilasciata certificazione attestante che configurazioni con massa inferiore soddisfano i requisiti delle zone di classificazione più basse anche in assenza di accessori antisismici specifici (cfr. tabelle seguenti).

Sulla base della consolidata esperienza di Rittal, il VX25 può ritenersi, in linea generale, idoneo all'impiego in aree sismiche, a condizione che siano rispettate le condizioni e le configurazioni di installazione previste:

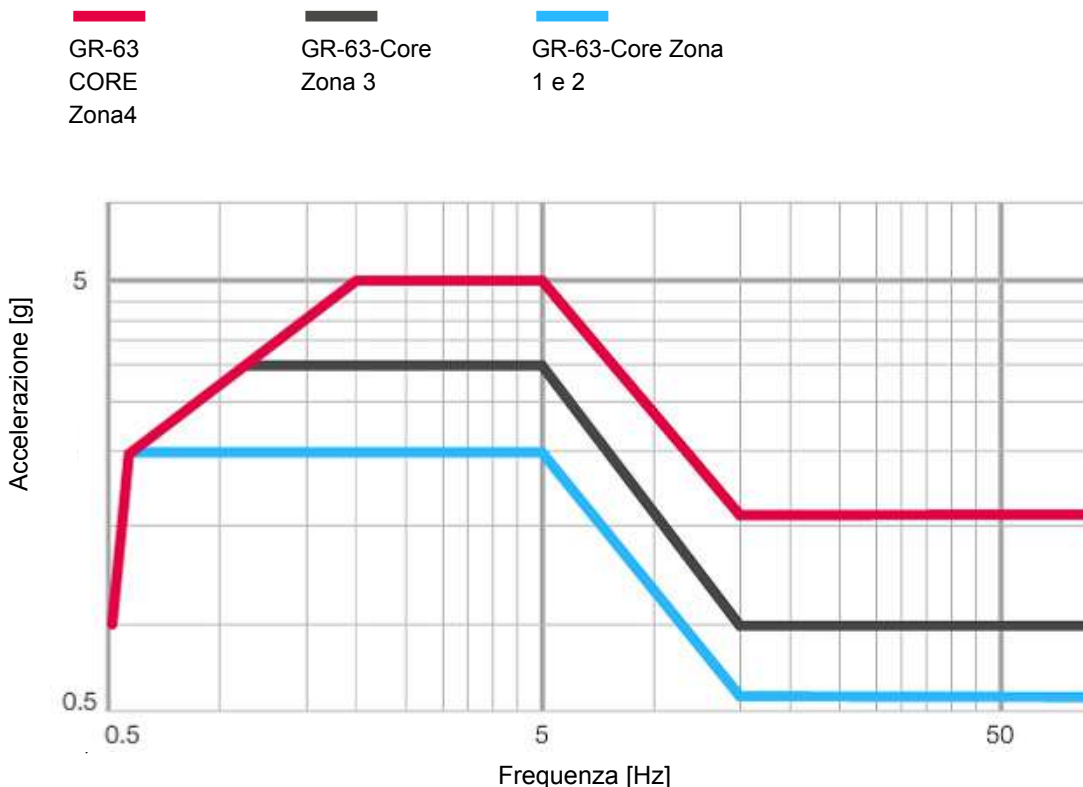
1. Lo standard applicato e/o il relativo spettro di frequenza devono risultare comparabili (v. Fig. 1).
2. Distribuzione uniforme dei carichi
3. Massa installata pari o inferiore a quella delle configurazioni sottoposte a prova
4. Impronta a terra (superficie di appoggio) pari o superiore a quella delle configurazioni testate; una maggiore base incrementa la stabilità.
5. Altezza non superiore a 2.000 mm oppure baricentro non oltre 1.000 mm.

Poiché l'installazione di un armadio singolo rappresenta la configurazione più gravosa, è possibile affiancare più armadi in batteria; il collegamento dei montanti verticali tra gli elementi aumenta la rigidezza e la stabilità complessiva del sistema.

Varianti VX25 testate

Dimensioni (L x A x P) [mm]	Misure	Codice modello	Peso installato testato [kg]	Norma, livello
800 x 2000 x 600	Armadio standard 4 punti di fissaggio interni mediante viti, serrate a 40 Nm, allo zoccolo Maniglia Comfort Pareti laterali Zoccolo standard versione 2024	8806.000 8618.200 8106.245 8660.003 8660.033	200	Telcordia GR-63- Core Zone 1 e 2 (picco 2 g tra 2-5 Hz)
800 x 2000 x 600	Armadio standard 4 punti di fissaggio esterni con viti serrate a 40 Nm, dallo zoccolo Piastra di montaggio fissata con viti Maniglia Comfort Pareti laterali Zoccolo standard versione 2024	8806.000 8618.200 8106.245 8660.003 8660.033	200	Telcordia GR-63 Core Zona 3 (picco 3g tra 2-5 Hz)
800 x 2000 x 600	Armadio standard 8 punti di fissaggio mediante viti serrate a 45 Nm, dallo zoccolo Piastra di montaggio fissata con viti Maniglia Comfort Pareti laterali Zoccolo/ kit antisismico (VX)	8806.000 8618.200 8106.245 8601.860 8618.600	500	Telcordia GR-63-Core Zona 4 (picco 5 g tra 2-5 Hz)

Tabella 4: Panoramica VX25



Nei casi limite i consulenti Rittal forniscono supporto tecnico per definire insieme al cliente la soluzione più idonea.

Figura 3: Confronto tra Telcordia GR-63-CORE Zone 1 e 2, Zona 3 e Zona 4

7 Approccio concreto

Una guida tecnica specialistica supporta i costruttori di quadri elettrici nell'applicazione corretta delle misure di sicurezza e delle normative di riferimento.

Nonostante la vasta disponibilità di dati relativi alla pericolosità sismica, agli scenari di danno e al quadro normativo vigente, rimane fondamentale definire con chiarezza il corretto iter tecnico per la gestione di una richiesta relativa a un armadio elettrico con requisiti di resistenza sismica. Il primo passo consiste nel definire il contesto di installazione (Paese, zona sismica, accelerazione al suolo) e individuare la norma tecnica applicabile. La progettazione edilizia e strutturale deve verificare i requisiti dell'edificio e le modalità di ancoraggio dell'armadio alla struttura portante. In assenza di una norma specifica e in presenza delle sole prescrizioni edilizie, può essere utile il confronto con standard internazionali, come la GR-63-CORE (cfr. Tabella 3). Ad esempio, un requisito di 0,1 g rientra nelle Zone 1 e 2 Telcordia; una configurazione certificata per tali zone può quindi ritenersi coerente con prescrizioni equivalenti. In ogni caso, in ambito normativo è essenziale distinguere tra integrità strutturale e funzionale.

Qualora sia richiesta la sola integrità strutturale, un armadio certificato – come il VX25, equipaggiato con idonei accessori antisismici – è generalmente adeguato. L'integrità funzionale del sistema, invece, non può essere garantita dal solo armadio e, quando richiesta, impone verifiche specifiche. In fase preliminare possono essere condotte analisi strutturali mediante metodo agli elementi finiti (FEM), ma le prove devono essere eseguite con le apparecchiature effettivamente installate, poiché massa e distribuzione dei componenti influenzano in modo determinante il comportamento dinamico dell'armadio. Anche la modalità di installazione – su piastra di montaggio, guida DIN o sistema a sbarre – può influire significativamente sulla risposta alle sollecitazioni sismiche. Pertanto, qualora sia richiesta l'integrità funzionale, le prove antisismiche dovrebbero essere svolte nello specifico scenario applicativo, con la configurazione reale dei componenti installati.



8 Sintesi

In determinate aree geografiche, i terremoti rappresentano una minaccia rilevante per persone, infrastrutture e beni materiali. Gli armadi elettrici, di automazione e i data center non sono soltanto asset di elevato valore economico: il loro ruolo strategico nelle infrastrutture tecniche li rende elementi critici. Ne deriva l'assoluta necessità di assicurarne la resistenza alle sollecitazioni sismiche.

Gli armadi, destinati all'alloggiamento di componenti elettrici o server, svolgono un ruolo determinante nel garantire l'integrità funzionale del sistema in condizioni sismiche; un loro significativo danneggiamento strutturale comprometterebbe l'operatività dell'intero impianto.

In questo contesto, gli armadi VX25 di Rittal, dotati degli appositi accessori dedicati, soddisfano i requisiti più stringenti in materia di resistenza sismica, inclusi quelli previsti dalla Telcordia Zona 4, configurandosi come una soluzione idonea anche per gli scenari applicativi più severi.

Le normative definiscono le condizioni tecniche per la classificazione antisismica degli armadi; a seconda dell'applicazione e del mercato geografico di destinazione, si fa riferimento a standard differenti che, pur adottando approcci metodologici diversi, prevedono comunque prove su tavola vibrante per simulare le accelerazioni generate da un evento sismico. Lo spettro di frequenza e i livelli di accelerazione richiesti possono tuttavia variare da una norma all'altra.

La progettazione degli armadi VX25 di Rittal è stata specificamente ottimizzata per garantire la conformità alle diverse normative sismiche internazionali, fino a soddisfare i requisiti più severi previsti dalla Telcordia Zona 4

Il VX25 di Rittal è sviluppato appositamente per soddisfare le diverse normative sismiche, fino ai requisiti più elevati della Telcordia Zona 4.



9 Allegato: elenco figure/tabelle, riferimenti

Elenco delle figure

Figura 1: Diagramma accelerazione e frequenza	11
Figura 2: Accessori antisismici per gli Armadi VX25	12
Figura 3: Confronto tra Telcordia GR-63-CORE Zone 1 e 2, Zona 3 e Zona 4	14

Tabelle

Tabella 1: Vittime causate da disastri naturali dal 1990 al 2023	03
Tabella 2: Confronto tra la scala Mercalli e la scala giapponese JMA	05
Tabella 3: Accelerazione al suolo in Europa e negli USA	07
Tabella 4: Panoramica del VX25	14

Riferimenti normativi e documentali

[Mun24] Munich Re, NatCatSERVICE, 2024	03
[BEU93] IEC 60068-3-3:1993-09 Prove ambientali – Metodi di prova sismici per apparecchiature (Beuth Verlag) Environmental testing – Seismic test methods for equipment (Beuth Verlag)	09
[IEE05] IEEE Standard 693 – Pratica raccomandata IEEE per la progettazione sismica delle sottostazioni, 2005 IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations, 2005	09
[TEL02] Telcordia GR-63-CORE Issue 2, 2002	09



La resistenza sismica degli armadi VX25

White paper IE 7

Comprendere le normative, ridurre i rischi, garantire la sicurezza

Autori: Hartmut Paul, Boggun Hoffmann

Marzo 2026

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP

