

INDICE

	PREMESSA	1
1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3	TERMINI, DEFINIZIONI, SIMBOLI E ABBREVIAZIONI	3
3.1	Termini e definizioni.....	3
	figura 1 Rigidità iniziale ed effettiva di un dispositivo lineare.....	7
	figura 2 Rigidità effettiva di un dispositivo non-lineare.....	8
3.2	Simboli.....	10
3.2.1	Caratteri maiuscoli latini.....	10
3.2.2	Caratteri minuscoli latini.....	10
3.2.3	Caratteri greci.....	11
3.2.4	Pedici.....	11
3.3	Abbreviazioni.....	12
3.4	Lista di dispositivi.....	12
	prospetto 1 Dispositivi antisismici trattati dalla presente norma europea.....	13
4	REGOLE GENERALI DI PROGETTO	14
4.1	Generalità.....	14
4.2	Prestazione dei dispositivi antisismici.....	14
4.2.1	Generalità.....	14
4.2.2	Affidabilità aumentata del sistema strutturale.....	14
4.2.3	Requisiti funzionali.....	15
4.2.4	Requisiti strutturali e meccanici.....	15
4.2.5	Criteri di conformità.....	15
4.3	Effetti delle azioni sui dispositivi.....	16
4.3.1	Condizioni sismiche di progetto e combinazioni sismiche di azioni.....	16
4.3.2	Effetti delle azioni.....	16
4.4	Progetto concettuale dei dispositivi.....	16
4.4.1	Affidabilità del comportamento dei dispositivi.....	16
4.4.2	Progettazione della capacità.....	16
4.4.3	Manutenzione.....	16
4.4.4	Modifica e sostituzione dei dispositivi.....	16
4.4.5	Documentazione sul dispositivo.....	17
4.5	Caratteristiche generali.....	17
4.5.1	Caratteristiche dei materiali.....	17
4.5.2	Caratteristiche del dispositivo da utilizzare nelle analisi.....	17
4.5.3	Capacità di ricentraggio.....	18
4.6	Leggi costitutive.....	19
4.7	Validazione dei dispositivi antisismici.....	19
4.8	Sostanze pericolose.....	19
5	DISPOSITIVI DI VINCOLO RIGIDO	20
5.1	Generalità.....	20
5.2	Dispositivi di vincolo permanente.....	20
5.3	Vincoli a fusibile.....	20
5.3.1	Requisiti prestazionali.....	20
5.3.2	Caratteristiche dei materiali.....	20
5.3.3	Requisiti di progetto.....	21
5.3.4	Prove di tipo.....	21
5.3.5	Prove di controllo di produzione in fabbrica.....	22

5.4		Dispositivi di vincolo temporaneo (dinamico)	22
5.4.1		Requisiti funzionali	22
5.4.2		Caratteristiche dei materiali	22
5.4.3		Requisiti di progetto	23
5.4.4		Prove di tipo	24
	prospetto 2	Prove di tipo	24
5.4.5		Prove di controllo di produzione in fabbrica	26
	prospetto 3	Prove per il controllo di produzione in fabbrica	26
6		DISPOSITIVI DIPENDENTI DALLO SPOSTAMENTO	26
6.1		Generalità	26
6.2		Requisiti prestazionali	27
	prospetto 4	Limite di tolleranza per dispositivi lineari	28
	prospetto 5	Limite di tolleranza per dispositivi non-lineari	28
6.3		Materiali	29
6.3.1		Generalità	29
6.3.2		Elastomero	29
6.3.3		Acciaio	29
6.3.4		Altri materiali (acciai particolari, acciaio inossidabile, SMA, materiali polimerici visco-elastici)	29
6.4		Prove	29
6.4.1		Generalità	29
6.4.2		Prove di tipo sui materiali	30
6.4.3		Prove di controllo di produzione in fabbrica sui materiali	31
6.4.4		Prove di tipo sui dispositivi	32
6.4.5		Prove di controllo di produzione in fabbrica sui dispositivi	33
7		DISPOSITIVI DIPENDENTI DALLA VELOCITÀ	33
7.1		Requisiti funzionali	33
7.2		Caratteristiche dei materiali	34
7.2.1		Generalità	34
7.2.2		Materiali	34
7.2.3		Superfici attive	34
7.2.4		Fluido viscoso	34
7.3		Requisiti di progetto	35
7.3.1		Generalità	35
	prospetto 6	Limiti di tolleranza (t_d) per i dispositivi dipendenti dalla velocità	35
7.3.2		Sovravelocità	36
7.3.3		Instabilità da carico di punta	36
7.4		Prove	36
7.4.1		Generalità	36
7.4.2		Prove di tipo	36
	prospetto 7	Prove richieste per le prove di tipo	37
7.4.3		Controllo di produzione in fabbrica	39
	prospetto 8	Prove richieste per FPC	40
8		ISOLATORI	40
8.1		Requisiti generali	40
8.2		Isolatori elastomerici	41
8.2.1		Requisiti	41
	prospetto 9	Prove cicliche su ampiezze di deformazione della gomma	43
8.2.2		Materiali	48
	prospetto 10	Proprietà meccaniche e fisiche degli elastomeri a basso smorzamento	49
	prospetto 11	Proprietà meccaniche e fisiche degli elastomeri ad alto smorzamento	50
	prospetto 12	Ampiezza di sforzo di prova ciclica	50
8.2.3		Progetto	53

8.2.4	figura 3	Metodi di fissaggio normalizzati.....	54
		Prove.....	57
	prospetto 13	Prove dell'isolatore e requisiti.....	59
	prospetto 14	Prove di tipo dell'elastomero.....	63
8.2.5		Tolleranze di fabbricazione.....	66
8.2.6		Marcatura ed etichettatura.....	66
8.3		Isolatori a scorrimento a superficie curva.....	67
8.3.1		Requisiti.....	67
	figura 4	Principi funzionali ed elementi principali di isolatori a scorrimento a superficie curva.....	67
	figura 5	Doppio isolatore a scorrimento a doppia superficie curva senza cerniera.....	69
	figura 6	Doppio isolatore a scorrimento a superficie curva con cerniera.....	69
8.3.2		Materiali.....	72
8.3.3		Progetto.....	72
8.3.4		Prove.....	74
	prospetto 15	Programma di prova dell'attrito a lungo termine.....	76
	prospetto 16	Condizioni di prova dell'attrito.....	76
	figura 7	Profilo della temperatura della prova di scorrimento a lungo termine.....	77
	figura 8	Esempio di programma di temperatura della prova di scorrimento a lungo termine per $T_{\min} = - 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $T_{\min} = - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	78
	prospetto 17	Matrice di prova per verificare il comportamento dell'isolamento dello scorrimento.....	79
8.3.5		Fabbricazione, assemblaggio e tolleranze.....	80
8.4		Isolatori a scorrimento a superficie piana.....	82
8.4.1		Requisiti.....	82
8.4.2		Materiali.....	82
8.4.3		Progetto.....	82
8.4.4		Prove.....	82
8.4.5		Fabbricazione, assemblaggio e tolleranze.....	82
9		COMBINAZIONI DI DISPOSITIVI	82
9.1		Requisiti.....	82
9.1.1		Generalità.....	82
9.1.2		Requisiti particolari.....	83
9.2		Materiali.....	83
9.3		Progetto.....	83
9.4		Prove.....	83
9.4.1		Generalità.....	83
9.4.2		Prove di tipo.....	84
9.4.3		Prove di controllo di produzione in fabbrica.....	84
10		VALUTAZIONE E VERIFICA DELLA COSTANZA DELLA PRESTAZIONE - AVCP	84
10.1		Generalità.....	84
	prospetto 18	Punti generali da considerare per le attività AVCP per ogni tipo di dispositivo.....	85
10.2		Prove di tipo.....	85
10.2.1		Generalità.....	85
10.2.2		Campioni di prova, criteri di prova e conformità.....	86
	prospetto 19	Dispositivi di connessione rigida.....	86
	prospetto 20	Dispositivi dipendenti dallo spostamento.....	87
	prospetto 21	Dispositivi dipendenti dalla velocità.....	87
	prospetto 22	Controllo e prove degli isolatori elastomerici.....	88
	prospetto 23	Controllo e prove degli isolatori elastomerici per ponti soggetti a moderate azioni sismiche.....	88
	prospetto 24	Controllo e prove degli isolatori a superficie piana ricurvi.....	89
10.2.3		Rapporti di prova.....	89
10.2.4		Risultati condivisi di altre parti.....	89

10.2.5		Determinazione in cascata dei risultati del prodotto-tipo	90
10.2.6		Dispositivi combinati	91
10.3		Controllo di produzione in fabbrica (FPC)	91
10.3.1		Generalità	91
10.3.2		Requisiti	92
	prospetto 25	Prove specifiche dei materiali grezzi e costituenti dei dispositivi di vincolo rigido	93
	prospetto 26	Prove specifiche dei materiali grezzi e costituenti dei dispositivi dipendenti dalla velocità	93
	prospetto 27	Prove specifiche dei materiali grezzi e costituenti dei dispositivi dipendenti dallo spostamento	94
	prospetto 28	Prove specifiche dei materiali grezzi e costituenti degli isolatori elastomerici inclusi gli isolatori a basso smorzamento per ponti soggetti a limitate azioni sismiche	94
	prospetto 29	Prove specifiche su materiali grezzi e costituenti degli isolatori a scorrimento a superficie curva e piana	95
10.3.3		Requisiti specifici del prodotto	96
10.3.4		Ispezione iniziale della fabbrica e dell'FPC	96
10.3.5		Sorveglianza continua dell'FPC	97
10.3.6		Procedura per modifiche	97
10.3.7		Prodotti fabbricati in pezzi unici, prodotti di pre-produzione (per esempio prototipi)	97
11		INSTALLAZIONE	98
12		ISPEZIONE IN SERVIZIO	98
12.1		Requisiti generali	98
12.2		Ispezione ordinaria	98
12.3		Ispezione primaria	99
APPENDICE (informativa)	A	COMMENTI AL PUNTO 1: SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	100
APPENDICE (informativa)	B	COMMENTI AL PUNTO 4: REGOLE GENERALI DI PROGETTO	101
B.1		Vita utile di servizio di un dispositivo	101
B.2		Caratteristiche	101
B.3		Differenziazione dell'affidabilità	101
B.4		Affidabilità incrementata	101
B.5		Requisiti all'ULS	101
B.6		Requisiti allo SLS	102
B.7		Analisi strutturale	102
B.8		Caratteristiche dei materiali	103
B.9		Capacità di ricentraggio	103
	figura B.1	Sistema d'isolamento sismico con adeguata capacità di autocentraggio	103
	figura B.2	Sistema d'isolamento sismico con scarsa capacità di autocentraggio	103
APPENDICE (informativa)	C	COMMENTI AL PUNTO 5: DISPOSITIVI DI VINCOLO RIGIDO	105
C.1		Requisiti funzionali	105
C.2		Caratteristiche dei materiali	105
C.3		Requisiti di progetto	105
	figura C.1	Verifica della forza	106
C.4		Prove	106
C.4.1		Generalità	106
C.4.2		Prova a bassa velocità	106
	figura C.2	Storia del carico per prova a bassa velocità	106
	figura C.3	Spostamento tipico contro la registrazione del tempo per la prova di forza imposta	107
C.4.3		Prova di usura della guarnizione	107

C.4.4		Prova di carico impulsivo	107
	figura C.4	Storia del carico per la prova di carico impulsivo	107
	figura C.5	Spostamento tipico contro la registrazione del tempo della prova di carico impulsivo ...	108
C.4.5		Prova di sovraccarico	108
C.4.6		Prova di carico ciclico	108
APPENDICE	D	COMMENTI AL PUNTO 6: DISPOSITIVI DIPENDENTI DALLO SPOSTAMENTO	109
(informativa)			
D.1		Categorie di dispositivi non-lineari (NLD)	109
	figura D.1	Dispositivo elastico perfettamente-plastico	110
	figura D.2	Dispositivo rigido plastico	110
	figura D.3	Dispositivo a rigidità decrescente con una bassa rigidità iniziale	110
	figura D.4	Dispositivo incrudente	110
	figura D.5	Dispositivi ricentranti	111
D.2		Esempi di dispositivi lineari - Dispositivi elastomerici sottoposti al taglio	111
D.3		Esempi di dispositivi non-lineari	111
D.3.1		Paraurti	111
D.3.2		Dispositivi di acciaio dissipatori isteretici di energia	112
D.3.3		Controventamento ristretto di instabilità elastica	112
D.3.4		Dispositivi di ricentraggio SMA	112
APPENDICE	E	COMMENTI AL PUNTO 7: DISPOSITIVI DIPENDENTI DALLA VELOCITÀ	113
(informativa)			
E.1		Requisiti funzionali	113
	figura E.1	Forza tipica contro la velocità dell'involucro di uscita FVD	114
	figura E.2	Forza contro lo spostamento FSD di un involucro di uscita (entrata sinusoidale)	114
E.2		Requisiti di progetto	115
E.2.1		Generalità	115
	figura E.3	Effetto della velocità di progetto in eccesso su due dispositivi con esponente α diverso	115
	figura E.4	Verifica della forza	116
E.3		Prove	116
E.3.1		Generalità	116
E.3.2		Prova di bassa velocità per gli smorzatori viscosi fluidi	116
	figura E.5	Storia del carico per la prova a bassa velocità	116
	figura E.6	Spostamento tipico contro la registrazione del tempo per la prova imposta di forza	117
E.3.3		Prova a bassa velocità per gli smorzatori a molla fluidi	117
E.3.4		Prova della legge costitutiva per gli Smorzatori a Fluido Viscoso	117
	figura E.7	Forza tipica contro il ciclo di isteresi dello spostamento (a velocità costante)	117
E.3.5		Prova della legge costitutiva per gli smorzatori elastico-viscosi	118
	figura E.8	Forza fisica contro il ciclo di isteresi dello spostamento (a velocità costante, $F_0 = 0$)	118
	figura E.9	Forza tipica contro il ciclo di isteresi dello spostamento (a velocità costante, $F_0 = 0$)	118
E.3.6		Prova di efficienza dello smorzamento	119
	figura E.10	Paragone tra Dash-Pot non lineare semplice e un modello Maxwell per smorzatori a fluido viscoso	119
APPENDICE	F	COMMENTI AL PUNTO 8: ISOLATORI	120
(informativa)			
F.1		Condizioni di invecchiamento per isolatori elastomerici	120
F.2		Cristallizzazione a bassa temperatura	120
	prospetto F.1	Condizioni di servizio e prova per la gomma naturale	121
	prospetto F.2	Condizioni di servizio e prova della gomma in cloroprene	121
F.3		Commenti sui criteri basilari di progetto	121
F.3.1		Fattore di forma	121

F.3.2		Deformazione al taglio di progetto dovuta alla compressione da carichi verticali	121
F.3.3		Rigidità dell'isolatore	121
	prospetto F.3	Valori del parametro k_R	123
F.4		Forza degli isolatori a scorrimento a superficie curva	123
	figura F.1	Forza di attrito dovuto al coefficiente di attrito	123
	figura F.2	Forza di richiamo dovuta alla curvatura	123
	figura F.3	Forza degli isolatori a scorrimento a superficie curva	124
F.5		Determinazione della rigidezza di richiamo mediante prove per isolatori a scorrimento a superficie curva	124
	figura F.4	Valutazione della rigidezza di ricentraggio	124
F.6		Applicazione simultanea delle forme d'onda di un forzante di spostamento sinusoidale in due direzioni perpendicolari nel piano	125

APPENDICE (normativa)	G	APPARECCHIATURE PER PROVE COMBinate DI COMPRESSIONE E TAGLIO E ANALISI DEI DATI	126
G.1		Requisiti generali	126
G.2		Acquisizione dei dati	126
G.3		Attrezzatura di compressione e taglio combinati	126
G.4		Piastre di applicazione del carico	127
G.5		Analisi dei dati	127
	figura G.1	Ciclo forza-spostamento per LRB	128

APPENDICE (informativa)	H	PROGETTO DEI COLLEGAMENTI DEI DISPOSITIVI	129
H.1		Isolatori elastomerici	129
	figura H.1	Diagramma schematico che indica la determinazione di F_{UB} per isolatori elastomerici	129
H.2		Isolatori a scorrimento	129
	figura H.2	Diagramma schematico che indica la determinazione di F_{UB} per isolatori a scorrimento a superficie curva	130

APPENDICE (informativa)	I	METODO PER CALCOLARE LA DISTRIBUZIONE DELLE PRESSIONI NELLE SUPERFICI A SCORRIMENTO CURVE	131
I.1		Generalità	131
I.2		Ipotesi nella modellazione	131
I.3		Superfici cilindriche	131
I.3.1		Generalità	131
	figura I.1	Sezione trasversale di un appoggio cilindrico	132
	figura I.2	Vista in piano di un appoggio cilindrico	132
I.3.2		Carichi verticali	132
	prospetto I.1	Scostamento della pressione massima su una superficie cilindrica rispetto a una superficie piana	133
I.3.3		Carichi orizzontali	133
I.3.4		Carichi combinati	134
	prospetto I.2	Verifica delle condizioni di sollevamento	134
I.4		Superfici sferiche	135
I.4.1		Generalità	135
	figura I.3	Sezione trasversale di un supporto sferico	135
	figura I.4	Vista in piano di un supporto sferico	135
I.4.2		Effetti dei carichi verticali	136
	prospetto I.3	Valori della funzione $G(\theta)$	136
	prospetto I.4	Scostamento della pressione al bordo rispetto al caso di una superficie piana	136
I.4.3		Effetti dei carichi orizzontali	136
I.5		Carichi combinati	137
	prospetto I.5	Verifica della separazione delle superfici di scorrimento	137

APPENDICE (informativa)	J	FATTORI λ PER I TIPI DI ISOLATORE COMUNE	138
J.1		Valori di λ_{max} per isolatori elastomerici	138
prospetto J.1		f_1 - Invecchiamento	138
prospetto J.2		f_2 - Temperatura	138
prospetto J.3		f_3 - Contaminazione	138
prospetto J.4		f_4 - Percorso cumulativo	138
J.2		Valori di λ_{max} per unità di isolatori a scorrimento	139
prospetto J.5		f_1 - Invecchiamento	139
prospetto J.6		f_2 - Temperatura	139
prospetto J.7		f_3 - Contaminazione	139
prospetto J.8		f_4 - Percorso cumulativo	139
APPENDICE (informativa)	ZA	RAPPORTO TRA LA PRESENTE NORMA EUROPEA E IL REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011	140
prospetto ZA.1.1		Punti pertinenti per dispositivi a vincolo rigido e utilizzo previsto	140
prospetto ZA.1.2		Punti pertinenti per dispositivi dipendenti dallo spostamento e utilizzo previsto	141
prospetto ZA.1.3		Punti pertinenti per dispositivi dipendenti dalla velocità e utilizzo previsto	141
prospetto ZA.1.4		Punti pertinenti per isolatori elastomerici e utilizzo previsto	142
prospetto ZA.1.5		Punti pertinenti per isolatori elastomerici a basso smorzamento e utilizzo previsto	143
prospetto ZA.1.6		Punti pertinenti per isolatori a scorrimento a superficie curva e piana e utilizzo previsto	144
prospetto ZA.3.1		Assegnazione dei compiti di AVCP per dispositivi antisismici sottoposti al sistema 1	145
prospetto ZA.3.2		Assegnazione dei compiti di AVCP per dispositivi antisismici sottoposti al sistema 3	145
		BIBLIOGRAFIA	146

PREMESSA

Il presente documento (EN 15129:2018) è stato elaborato dal Comitato Tecnico CEN/TC 340 “Anti-seismic devices”, la cui segreteria è affidata all’UNI.

Alla presente norma europea deve essere attribuito lo status di norma nazionale, o mediante pubblicazione di un testo identico o mediante notifica di adozione, al più tardi entro novembre 2018, e le norme nazionali in contrasto devono essere ritirate al più tardi entro novembre 2018.

Si richiama l’attenzione alla possibilità che alcuni degli elementi del presente documento possono essere oggetto di brevetti. Il CEN non deve essere ritenuto responsabile per l’identificazione di uno o tutti questi brevetti.

Il presente documento sostituisce la EN 15129:2009.

Il presente documento è stato elaborato nell’ambito di un mandato conferito al CEN dalla Commissione Europea e dall’Associazione Europea del Libero Scambio, ed è di supporto ai requisiti essenziali del regolamento UE 305/2011.

Per le relazioni con il regolamento UE 305/2011, vedere l’appendice ZA informativa, che costituisce parte integrante del presente documento.

I principali cambiamenti rispetto alla precedente edizione sono elencati di seguito:

- revisione editoriale;
- nuovo punto 10.1 AVCP;
- nuova appendice ZA.

In conformità alle Regole Comuni CEN/CENELEC, gli enti nazionali di normazione dei seguenti Paesi sono tenuti a recepire la presente norma europea: Austria, Belgio, Bulgaria, Cipro, Croazia, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Repubblica Ex Jugoslava di Macedonia, Romania, Serbia, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia e Ungheria.

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente documento riguarda la progettazione dei dispositivi antisismici, inclusi nelle strutture con lo scopo di modificarne la risposta all'azione sismica. Esso specifica i requisiti funzionali e le regole generali di progettazione dei dispositivi in situazioni sismiche e non sismiche, le caratteristiche dei materiali, i requisiti di fabbricazione e di esecuzione delle prove, nonché i criteri per la valutazione e verifica della costanza della prestazione, dell'installazione e della manutenzione. Il presente documento riguarda i tipi di dispositivi e le combinazioni degli stessi, come definiti nel punto 3.4.

Nota Ulteriori informazioni riguardanti lo scopo e campo di applicazione del presente documento sono riportate nell'appendice A.

RIFERIMENTI NORMATIVI

I seguenti documenti, in tutto o in parte, sono richiamati con carattere normativo nel presente documento e sono indispensabili per la sua applicazione. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione del documento a cui si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

EN 1090-2	Execution of steel structures and aluminium structures - Part 2: Technical requirements for steel structures
EN 1337 (tutte le parti)	Structural bearings
EN 1337-1:2000	Structural bearings - Part 1: General design rules
EN 1337-2:2004	Structural bearings - Part 2: Sliding elements
EN 1337-3:2005	Structural bearings - Part 3: Elastomeric bearings
EN 1337-7:2004	Structural bearings - Part 7: Spherical and cylindrical PTFE bearings
EN 1337-10:2003	Structural Bearings - Part 10: Inspection and maintenance
EN 1990:2002	Eurocode - Basis of structural design
EN 1991-1-5	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-5: General actions - Thermal actions
EN 1998 (tutte le parti)	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
EN 1998-1:2004	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings
EN 1998-2:2005	Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 2: Bridges
EN 10025 (tutte le parti)	Hot rolled products of structural steels
EN 10083 (tutte le parti)	Steels for quenching and tempering
EN 10088 (tutte le parti)	Stainless steels
EN 10088-2:2014	Stainless steels - Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes
EN 10204	Metallic products - Types of inspection documents
EN 10210 (tutte le parti)	Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels
EN 10297 (tutte le parti)	Seamless circular steel tubes for mechanical and general engineering purposes - Technical delivery conditions
EN ISO 898 (tutte le parti)	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 2: Nuts with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread (ISO 898 series)
EN ISO 4287	Geometrical product specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters (ISO 4287)
EN ISO 4526	Metallic coatings - Electroplated coatings of nickel for engineering purposes (ISO 4526)