

Noviembre 1998

TÍTULO

Condiciones de funcionamiento de los equipos de medida y control de los procesos industriales

Parte 3: Influencias mecánicas

Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment. Part 3: Mechanical influences.

Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels. Partie 3: Influences mécaniques.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 60654-3 de agosto 1997, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 60654-3:1983.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 21654-3 de junio 1996.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 203 *Equipamiento Eléctrico y Sistemas Automáticos para la Industria* cuya Secretaría desempeña SERCOBE.

UNE autoriza el uso de esta norma a NC en el marco del convenio NC-UNE-AENOR

CDU 62-5.004.2
ICS 25.040.20

Sustituye al HD 413.3 S1:1987

Descriptores: Control de proceso, control automático, industria, modo de funcionamiento, mecánica, choque mecánico, vibración, medio ambiente, condiciones climatológicas.

Versión en español

**Condiciones de funcionamiento de los equipos de medida
y control de los procesos industriales
Parte 3: Influencias mecánicas
(CEI 60654-3:1983)**

Operating conditions for industrial-
process measurement and control
equipment. Part 3: Mechanical
influences.
(IEC 60654-3:1983)

Conditions de fonctionnement pour les
matériels de mesure et commande dans
les processus industriels. Partie 3:
Influences mécaniques.
(CEI 60654-3:1983)

Einsatzbedingungen für Meß-,
Steuer- und Regeleinrichtungen in
der industriellen Prozeßtechnik.
Teil 3: Mechanische Einflüsse.
(IEC 60654-3:1983)

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 1997-07-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

CENELEC
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

ANTECEDENTES

El texto de la Norma Internacional CEI 60654-3-1:1983, preparado por el SC 65A: Cuestiones relativas a los sistemas, del TC 65: Medida y control de procesos industriales, de CEI, fue aprobado por CENELEC como HD 413.3 S1 el 1986-02-27.

Este Documento de Armonización fue sometido al voto formal para su conversión en norma europea y fue aprobado por CENELEC como EN 60654-3, el 1997-07-01.

Se fijaron las siguientes fechas:

- fecha límite en que la EN ha de ser adoptada
a nivel nacional mediante la publicación
de una norma nacional idéntica o por ratificación (dop) 1998-06-01

Los anexos denominados "normativos" forman parte del cuerpo de la norma.

En esta norma el anexo ZA es normativo.

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 60654-3:1983 fue aprobado por CENELEC como norma europea sin ninguna modificación.

ÍNDICE

	Página
1 CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 OBJETO	6
3 GENERALIDADES	6
4 VIBRACIONES	7
4.1 Vibraciones de baja frecuencia	8
4.2 Vibraciones de alta frecuencia	8
4.3 Severidad de las vibraciones	9
4.4 Clases del grado de presencia de las vibraciones	9
5 CHOQUES	10
5.1 Método de la aceleración y la duración	10
5.1.1 Aceleración	10
5.1.2 Duración	10
5.2 Método de caída libre	11
5.3 Frecuencia de aparición de los choques	11
6 OTROS ESFUERZOS MECÁNICOS	11
FIGURAS	12
ANEXO A – EFECTOS SÍSMICOS (TERREMOTOS)	14

Condiciones de funcionamiento de los equipos de medida y control de los procesos industriales Parte 3: Influencias mecánicas

1 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Parte 3 de la norma trata de las condiciones de funcionamiento específicas relativas a las vibraciones, a los choques, a los efectos sísmicos y a los esfuerzos mecánicos, a las que pueden estar expuestos los sistemas de medida y de control, o partes de estos sistemas, en los procesos industriales situados en tierra o en mar durante su funcionamiento, su almacenaje o su transporte. Las condiciones de mantenimiento y reparación han sido excluidas de esta Parte 3.

Las influencias operacionales consideradas en esta parte se limitan a aquéllas que puedan afectar directamente al comportamiento de los sistemas de medida y de control en los procesos. Los efectos de las condiciones específicas de funcionamiento sobre las personas no se encuentran dentro del campo de aplicación de esta parte. Los valores adecuados de los parámetros físicos enumerados aquí deberían utilizarse para describir los entornos locales en los que se espera que el equipo funcione, sea almacenado o transportado. Sólo se tratan las condiciones de funcionamiento como tales; los efectos de estas condiciones sobre las características funcionales de los instrumentos se excluyen específicamente.

La Norma CEI 60068 Ensayos ambientales, ofrece las condiciones de ensayo de base en lo que concierne a las vibraciones y a los choques. Esta parte establece una lista de valores límites seleccionados para las condiciones de funcionamiento.

NOTA – Cuestiones similares se encuentran actualmente en estudio en el seno del Comité Técnico nº 75: Clasificación de las condiciones ambientales. Tras la aparición de la norma que realice este comité, esta norma deberá ser revisada.

2 OBJETO

El objeto de esta Parte 3 de la norma es el de ofrecer a los suministradores y a los usuarios de los sistemas de medida y de control en los procesos industriales, y de las partes de estos sistemas, una nomenclatura y una clasificación uniformes de las influencias mecánicas. Las condiciones especificadas a las que el equipo puede verse expuesto durante su funcionamiento, almacenaje, manipulación y transporte se incluyen en esta norma. Las condiciones correspondientes al transporte afectan por una parte a los equipos correctamente empaquetados, provistos de dispositivos de bloqueo y de cierre apropiados con el fin de evitar daños, y por otra parte a los sistemas completos montados sobre vehículos.

Las condiciones de funcionamiento enumeradas están destinadas a servir de base para el establecimiento de especificaciones detalladas.

Uno de los objetivos de esta parte es facilitar la solución de ciertos problemas que podrían aparecer cuando no se tienen en cuenta las condiciones de funcionamiento específicas que afectan al comportamiento de los sistemas y de sus partes.

Asimismo, esta parte tiene por finalidad facilitar la elección de un cierto número de valores específicos límites útiles para la elaboración de las especificaciones de los equipos de medida y control de los procesos industriales.

3 GENERALIDADES

Esta Parte 3 de la norma trata de las condiciones de funcionamiento específicas relativas a las vibraciones, a los choques, a los efectos sísmicos y a los esfuerzos mecánicos. Las condiciones de vibración están clasificadas según niveles de severidad de aceleración y desplazamiento para gamas de frecuencias bajas y altas, y según su duración relativa. En cuanto a las condiciones de choque, una lista de valores permite la elección de combinaciones para describir el entorno local. Los efectos de los seísmos no están clasificados, pero se incluyen en el anexo A, donde se comparan y explican las escalas de Richter y Mercalli-Cancani.

Aunque este método conduce a un elevado número de combinaciones posibles de condiciones de funcionamiento, parece que esto representa al "mundo real", caracterizado por el hecho de que no existen relaciones previsibles entre los diferentes tipos de condiciones de funcionamiento.

Se admite que existen condiciones ambientales extremas o especiales, caracterizadas por valores superiores y/o inferiores a los valores considerados. Las especificaciones de los equipos destinados a funcionar en condiciones especiales o extremas deben ser tema de negociación entre suministrador y usuario.

4 VIBRACIONES

Los criterios que se utilizan para clasificar un entorno en el que existen vibraciones para equipos industriales de medida y control dependen mucho de la naturaleza del equipo y de sus características, como la masa, las dimensiones, las partes mecánicas, los componentes electrónicos, el cableado, la sensibilidad funcional específica, etc. A título de ejemplo, una masa pequeña, como la de las conexiones internas de un circuito integrado, no se ve influenciada por oscilaciones de gran amplitud a una frecuencia de 1 Hz, mientras que los niveles elevados de aceleración de vibraciones a alta frecuencia pueden dañar estas conexiones. Sin embargo, masas importantes pueden verse fácilmente dañadas por vibraciones de menor frecuencia, puesto que permanecerán casi inmóviles a alta frecuencia.

Debe también considerarse la manera de clasificar las influencias a las que se les da una cierta importancia, como deterioro directo, deterioro a largo plazo (fatiga), pérdida de precisión en la medida, etc.

Las vibraciones tienen generalmente un efecto no deseado sobre los equipos de medida y de control de los procesos industriales. El grado de este efecto no deseado puede expresarse por el valor máximo de la fuerza a la cual puede someterse una pieza o una conexión críticas; es igualmente posible expresarlo mediante la energía cinética que puede, en cualquier momento, ser comunicada a diferentes masas del interior de un aparato en una aceleración, o absorbida en un frenado; por último, puede expresarse por la cantidad de energía comunicada por unidad de tiempo, en otras palabras, por la potencia.

Debido a las dificultades existentes para la clasificación de los efectos de las vibraciones, se ha elegido el método tradicional que consiste en describir el efecto de una vibración mediante una amplitud constante de desplazamiento hasta una frecuencia de transición arbitraria, y por una aceleración constante más allá de esta frecuencia. Se ha añadido una clasificación suplementaria basada en el principio de la energía cinética constante (véase apartado 4.3).

Los entornos locales en los que existen vibraciones sinusoidales pueden expresarse por las combinaciones de los siguientes parámetros interdependientes: frecuencia de oscilación f expresada en hercios, valor de cresta de la aceleración a expresada en metros partido por segundo al cuadrado, valor de cresta del desplazamiento s expresado en milímetros, y velocidad máxima v expresada en metros partido por segundo. Las siguientes fórmulas definen las relaciones que existen entre ellos:

$$v = \frac{a}{2\pi f}$$

$$s = \frac{a}{4\pi^2 f^2} \times 1\ 000$$

$$1\ 000 \times a = 4\pi^2 \times s \times f^2$$

Además de una vibración sinusoidal, se producen frecuentemente vibraciones aleatorias en las aplicaciones de los procesos industriales. Este tipo de entorno, que no se describe en esta norma, se encuentra en estudio.

4.1 Vibraciones de baja frecuencia

El primer gráfico (figura 1) ilustra las clases de baja frecuencia que cubren la gama de 0,1 Hz a 150 Hz. Este gráfico está destinado a cubrir el espectro de las vibraciones más usuales encontradas en entornos industriales y en el transporte. Los criterios de severidad escogidos para presentar los diferentes niveles de vibración son líneas con un valor de cresta constante del desplazamiento para las frecuencias inferiores a 8 Hz a 9 Hz, y líneas de aceleración constante para las frecuencias superiores a 8 Hz a 9 Hz.

Se han identificado siete clases en esta banda de frecuencias (véase tabla 1).

Tabla 1
Clases de vibraciones de baja frecuencia

Clase	Valor de cresta s del desplazamiento por debajo de 8 Hz a 9 Hz (mm)	Valor de cresta a de la aceleración por encima de 8 Hz a 9 Hz (m/s ²)
V.L.1	< 0,35	< 1 (~ 0,1 x g)
V.L.2	< 0,75	< 2 (~ 0,2 x g)
V.L.3	< 1,5	< 5 (~ 0,5 x g)
V.L.4	< 3,5	< 10 (~ 1,0 x g)
V.L.5	< 7,5	< 20 (~ 2,0 x g)
V.L.6	< 10	< 30 (~ 3,0 x g)
V.L.7	< 15	< 50 (~ 5,0 x g)
V.L.X	> 15	> 50 (~ 5,0 x g)

g es la aceleración debida a la gravedad terrestre.

4.2 Vibraciones de alta frecuencia

El segundo gráfico (figura 2) ilustra las condiciones correspondientes a frecuencias de vibración más elevadas, extendiéndose de 10 Hz a 10 000 Hz. En esta gama, la práctica común consiste igualmente en expresar los niveles de vibraciones mediante líneas con valores de cresta del desplazamiento constantes para frecuencias por debajo de 57 Hz a 62 Hz, y mediante líneas de aceleración constante para frecuencias superiores a estos valores.

Se han identificado seis clases en esta banda de frecuencias (véase tabla 2).

Tabla 2
Clases de vibraciones de alta frecuencia

Clase	Valor de cresta s del desplazamiento por debajo de 57 Hz a 62 Hz (mm)	Valor de cresta a de la aceleración por encima de 57 Hz a 62 Hz (m/s ²)
V.H.1	< 0,015	2 (~ 0,2 x g)
V.H.2	< 0,032	< 5 (~ 0,5 x g)
V.H.3	< 0,075	< 10 (~ 1,0 x g)
V.H.4	< 0,15	< 20 (~ 2,0 x g)
V.H.5	< 0,20	< 30 (~ 3,0 x g)
V.H.6	< 0,35	< 50 (~ 5,0 x g)
V.H.X	> 0,35	> 50 (~ 5,0 x g)

g es la aceleración debida a la gravedad terrestre.

4.3 Severidad de las vibraciones

En la práctica industrial, es importante definir la severidad de una vibración mediante su efecto sobre el equipo de medida y control, en particular si el equipo se instala en las proximidades de la fuente de vibraciones. En una amplia gama de frecuencias, ni una línea de amplitud constante, ni una línea de aceleración constante pueden representar un nivel constante de severidad de las vibraciones.

Las líneas de velocidad constante han sido elegidas como el medio más representativo para expresar los niveles de severidad* de las vibraciones, puesto que la energía cinética comunicada a una masa o disipada de esta masa debido a un frenado es $\frac{1}{2} mv^2$, de manera que las líneas de velocidad constante representan líneas de energía cinética constante comunicada a una masa m.

Se han definido cuatro clases de severidad (véase tabla 3).

Tabla 3
Clases de severidad de las vibraciones

Clase	Velocidad v (mm/s)	Gama de frecuencias (Hz)	Ejemplos
V.S.1	< 3	1 a 150	Sala de control y entorno industrial ordinario
V.S.2	< 10	1 a 150	Equipo instalado en el exterior
V.S.3	< 30	1 a 150	Equipo instalado en el exterior
V.S.4	< 300	1 a 150	Equipo instalado en el exterior, incluyendo el transporte
V.S.X	> 300		Por especificar

4.4 Clases del grado de presencia de las vibraciones

Las clases de vibraciones, tal y como se describen en los apartados 4.1, 4.2 y 4.3, no especifican la duración de la presencia de las vibraciones. Dado que una vibración puede producirse durante períodos de tiempo variados, debería especificarse, para cada clase de vibraciones elegida, la duración relativa a partir de la lista de valores preferentes de la tabla 4.

El porcentaje de tiempo expresa la relación entre la duración de los períodos durante los cuales se producen las vibraciones y un período de tiempo específico.

La tabla 4 recoge los valores preferentes para las clases del grado de presencia de las vibraciones.

Tabla 4
Clases del grado de presencia de las vibraciones

Clase	Duración relativa (%)
V.T.1 permanente	100
V.T.2 ocasional	10
V.T.3 inusual	1

* El término "severidad" se utiliza en esta norma con un sentido distinto al que se le da en el capítulo 5 de la Norma CEI 60068-2-6: Ensayos ambientales, Parte 2: Ensayos - Ensayo Fc: Vibraciones (sinusoidales), en el que la severidad de la vibración se expresa mediante la combinación de los valores de la gama de frecuencias, de la amplitud de la vibración y de la duración de aplicación de esta vibración, cada valor escogido de listas preferentes.

5 CHOQUES

Se presentan dos maneras de representar los choques. El primer método consiste en especificar un valor de aceleración o de deceleración junto con su duración sobre la mitad de una onda sinusoidal. Este método se utiliza para representar los fenómenos de choque que se producen durante el transporte o el funcionamiento del equipo. El segundo método consiste en especificar una altura de caída sobre una superficie plana determinada. Este método se utiliza para representar los fenómenos de choque que se producen durante la manipulación en almacén y la carga y descarga durante el transporte del equipo. Cada método ofrece conclusiones diferentes.

NOTA – Existen otras maneras de representar los fenómenos de choque, como aparece en la norma CEI 60721-1.

5.1 Método de la aceleración y la duración

Es conveniente elegir, por una parte, un valor de aceleración y, por otra, un valor de la duración para describir el entorno local en referencia a los choques. En la práctica, las combinaciones más usuales son las de aceleraciones altas y duraciones bajas, o viceversa.

5.1.1 Aceleración

Tabla 5
Valores preferentes
de aceleración a

a (m/s ²)	
Hasta	20
	40
	70
	100
	250
Superior a	250

5.1.2 Duración

Tabla 6
Valores preferentes
de la duración t

t (ms)
100
50
20
10
5

NOTA – En la Norma CEI 60721-3-2 se ofrecen ejemplos de condiciones de transporte.

5.2 Método de caída libre

La tabla 7 define los valores preferentes de las alturas de caída sobre una superficie plana y dura para representar los fenómenos de choque.

Tabla 7
Valores preferentes de las alturas de caída libre

Altura (mm)
25
50
100
250
500
1 000
> 1 000

5.3 Frecuencia de aparición de los choques

Los choques pueden producirse a intervalos de tiempo más o menos largos. La frecuencia de aparición debería especificarse a partir de la lista de los valores preferentes de la tabla 8.

Tabla 8
Valores preferentes de frecuencia de aparición de los choques

Frecuencia de aparición de los choques
Menos de una vez cada 10 s
Menos de una vez cada 1 min
Menos de una vez cada 1 h
Menos de una vez cada 1 día

6 OTROS ESFUERZOS MECÁNICOS

Los equipos de medida y control pueden verse sometidos a esfuerzos mecánicos durante el montaje y la conexión en el momento de su instalación, y debido al viento y otras influencias mecánicas durante su funcionamiento. Este tipo de esfuerzos se aplica sobre todo a los equipos directamente ligados a procesos con fluidos y, por consiguiente, tanto a sensores primarios como a elementos de control final. No se ha realizado ningún intento de clasificación de la severidad de los esfuerzos mecánicos.

Los equipos de medida y control pueden verse sometidos a influencias mecánicas debidas a seismos, y su importancia depende no solamente de la magnitud propia del seismo, sino también de la construcción del edificio, del oleoducto o de la planta donde el equipo es montado.

Se sugiere que se adopten las escalas sísmicas de Richter y de Mercalli-Cancani, reconocidas internacionalmente. En el anexo A se ofrece una descripción de estas escalas.

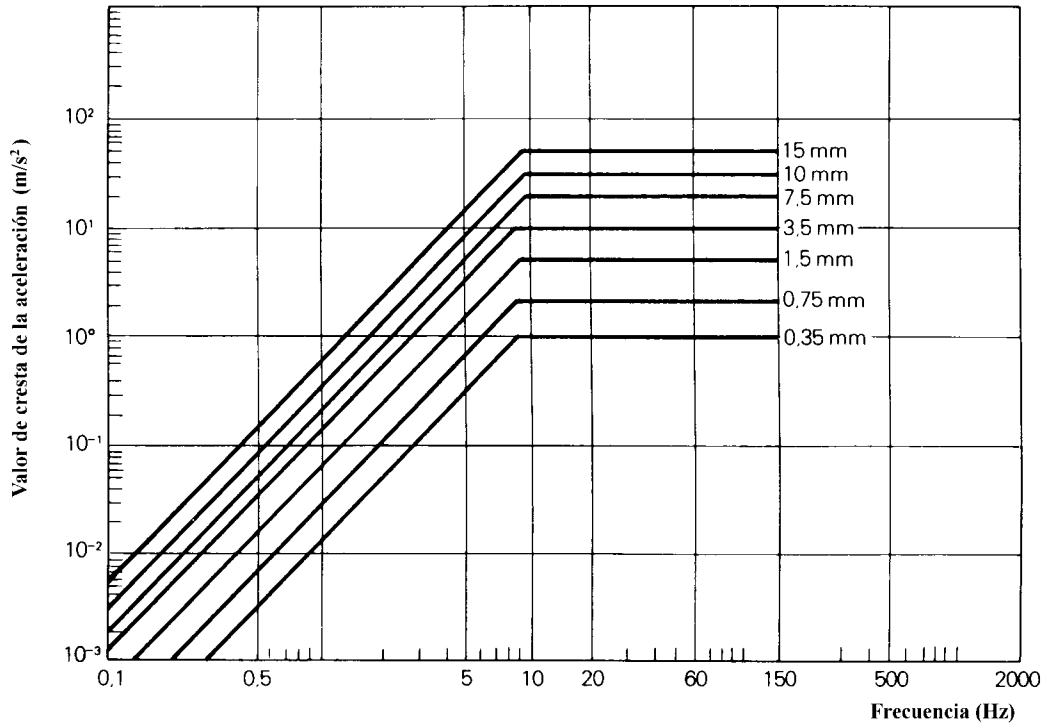


Fig. 1 – Valor de cresta del desplazamiento para vibraciones de baja frecuencia

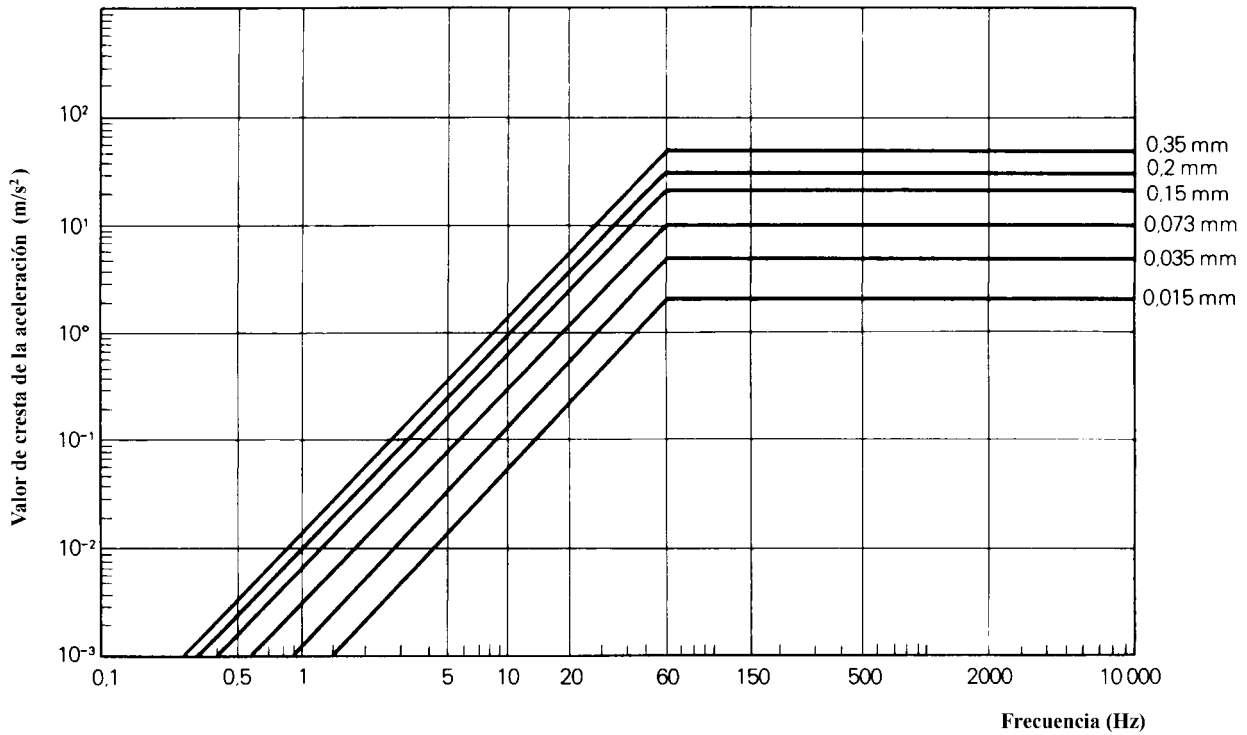


Fig. 2 – Valor de cresta del desplazamiento para vibraciones de alta frecuencia

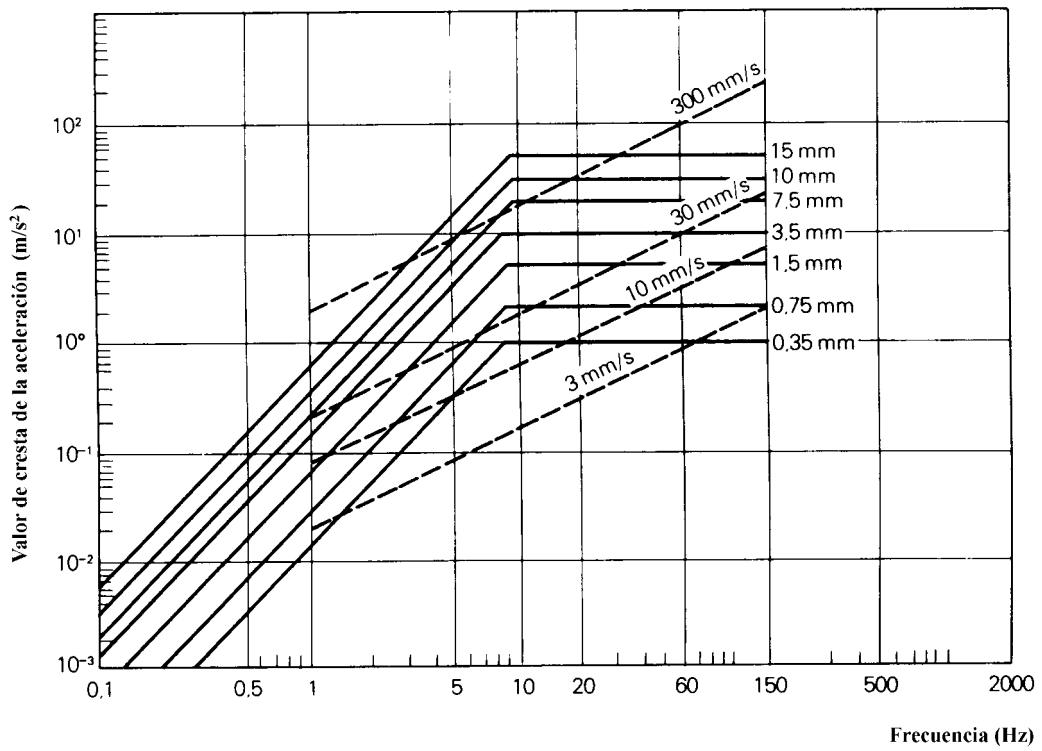


Fig. 3 – Velocidad

ANEXO A

EFFECTOS SÍSMICOS (TERREMOTOS)

A.1 Generalidades

Resulta difícil clasificar la severidad de los terremotos refiriéndose a los parámetros mecánicos habituales, puesto que los desastrosos resultados de un terremoto se obtienen a partir de combinaciones imprevisibles de movimientos de la corteza terrestre.

Los fenómenos influyentes pueden describirse de la manera siguiente:

- a) Las frecuencias de los movimientos de la corteza terrestre son bajas, sobrepasando raramente los 10 Hz, y por tanto la amplitud del movimiento puede ser muy grande, incluso para valores pequeños de aceleración.
- b) Algunos movimientos son cambios de estado escalonados, y tienen poco que ver con oscilaciones con una frecuencia fundamental. Por lo tanto, deberían clasificarse como choques.
- c) Los efectos sísmicos se miden normalmente mediante el movimiento en la dirección vertical o en la dirección horizontal. El movimiento vertical raramente supera en 0,6 veces el movimiento horizontal. Los efectos del movimiento vertical se consideran normalmente como equivalentes a la mitad de los efectos del movimiento horizontal.
- d) El grado de destrucción se ve asimismo influenciado por la duración de los movimientos locales de la tierra. Una duración larga puede provocar una especie de resonancia en los edificios altos. Del mismo modo, ciertas condiciones de montaje específicas de los instrumentos pueden agravar seriamente las vibraciones a las que se ven sometidos.
- e) La asociación de una falla geológica con temblores de tierra puede a menudo dar lugar en la superficie terrestre a grietas o a elevaciones locales de la corteza terrestre. Este fenómeno de elevación puede provocar la inclinación de paneles y bastidores y los aparatos pueden variar de posición si no se encuentran fijados de una manera segura.

Para los aparatos de medida y de control de los procesos industriales en general, es conveniente asegurarse de que las masas importantes, como los transformadores, se encuentran sujetas de manera segura y que los instrumentos han sido fijados en sus paneles y bastidores mediante sujeciones eficaces.

A.2 Evaluación cuantitativa de los terremotos

Habitualmente los terremotos y sus efectos locales se describen mediante su *magnitud* y su *intensidad*.

La *magnitud* de un terremoto indica su fuerza en origen, y se expresa a través de la *escala de Richter*. La magnitud se determina por las desviaciones de sismógrafos colocados en lugares precisos de la superficie terrestre consideradas en perfecto sincronismo. Combinando los datos de varias estaciones de registro de seismos, se determina el frente de la onda sísmica y, así, el emplazamiento del origen del terremoto (epicentro).

Se aplican a las desviaciones registradas correcciones teniendo en cuenta la distancia entre el origen y la estación sísmica. En principio, las cifras sobre la magnitud de un terremoto de acuerdo con la escala de Richter calculada por diferentes estaciones sísmicas deberían ser las mismas.

La escala de Richter va de 1 (imperceptible, sólo registrado por los sismógrafos) hasta 9 (catástrofe máxima).

Por el contrario, los efectos locales de un terremoto sobre casas, edificios, etc. se expresan mediante la *escala de intensidad de Mercalli-Cancani*.

Los efectos de un terremoto son evidentemente más fuertes cerca del epicentro, por ejemplo un grado VIII en la escala de Mercalli, a 100 km de distancia sería del orden de III o IV en la misma escala.

Por lo tanto, la escala de Mercalli se asocia a la intensidad real en un lugar geográfico determinado, mientras que la escala de Richter indica la magnitud del terremoto en sí mismo, independientemente de donde se produce.

La escala de Mercalli va de I (imperceptible, sólo registrado por los sismógrafos) hasta XII (catástrofe máxima).

Terremotos de una magnitud igual o superior a 5 en la *escala de Richter* son capaces de provocar daños. La mínima intensidad de un terremoto necesaria en un lugar determinado para que empiece a provocar daños reales, es de aproximadamente VI en la *escala de Mercalli*.

Se sugiere utilizar las cifras de la escala de Mercalli para describir las condiciones encontradas cuando un proceso industrial se instala en una zona geológicamente inestable o en sus proximidades, teniendo en cuenta así la distancia existente hasta los puntos de actividad geológica de la región.

La siguiente tabla indica cómo se corresponden las escalas de Richter y de Mercalli.

Correspondencias entre las escalas de Richter y de Mercalli

Escala de Richter Magnitud	Escala de Mercalli Intensidad	Fenómenos	Aceleración máxima (en m/s ²)	Energía liberada (julios)
9	XII	<i>extremadamente catastrófico</i> : destrucción general, grietas en la roca, modificación del paisaje, numerosos deslizamientos de tierra	15,00	$> 10^{17}$
8	XI	<i>catastrófico</i> : destrucción general de los edificios, raíles del ferrocarril retorcidos, cables y canalizaciones subterráneas destruidos	10,00	$5 \cdot 10^{15} - 10^{17}$
7	X	<i>muy destructivo</i> : destrucción de numerosos edificios, deslizamientos de tierra y grietas en la corteza terrestre, presas y diques dañados	5,00-10,00	$10^{14} - 5 \cdot 10^{15}$
6	IX	<i>destructivo</i> : daños importantes en numerosos edificios, cimientos dañados, conductos subterráneos rotos	2,00-5,00	$10^{14} - 5 \cdot 10^{15}$
5	VIII	<i>dañino</i> : pánico, daño general en los edificios, destrucción parcial de los edificios menos resistentes	1,00-2,00	$5 \cdot 10^{12} - 10^{14}$
4	VII	<i>muy fuerte</i> : numerosos edificios dañados, rupturas de chimeneas, aparición de olas en los estanques, suenan las campanas de las iglesias	0,50-1,00	$10^{11} - 5 \cdot 10^{12}$
3	VI	<i>fuerte</i> : reacciones de miedo, caída de objetos en el interior de las casas, movimientos de árboles, edificios de mala construcción dañados	0,20-0,50	$5 \cdot 10^9 - 10^{11}$
2	V	<i>bastante fuerte</i> : percibido por todos, balanceo de los objetos colgantes, parada de los péndulos de los relojes	0,10-0,20	$5 \cdot 10^8 - 10^{10}$
1	IV	<i>medio</i> : percibido por la mayor parte, vibraciones similares a las de un tráfico fuerte, temblores de puertas y ventanas	0,05-0,10	$10^8 - 5 \cdot 10^9$
	III	<i>débil</i> : percibido solamente por ciertas personas, vibraciones similares a las del tráfico	0,02-0,05	$5 \cdot 10^6 - 10^8$
	II	<i>muy débil</i> : perceptible solamente en condiciones excepcionales	0,01-0,02	$5 \cdot 10^6 - 10^8$
	I	registrado solamente por los sismógrafos	0,01	$< 5 \cdot 10^6$

ANEXO ZA (Normativo)

OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN ESTA NORMA CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES

Esta Norma Europea incorpora disposiciones de otras normas por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las normas citadas con fecha sólo se aplican a esta Norma Europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa norma (incluyendo sus modificaciones).

NOTA – En el caso de aquellas Normas Internacionales, modificadas por las modificaciones comunes de CENELEC, indicado por (mod), se ha de tener en cuenta la EN o HD apropiada.

Norma CEI	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente ¹⁾
60068-2-6	1982	Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo Fc y guía: Vibraciones (sinusoidales)	HD 323.2.6 S2 ²⁾	1988	UNE-EN 60068-2-6:1996
60721-1	1981 ³⁾	Clasificación de las condiciones ambientales. Parte 1: Parámetros ambientales y sus severidades	–	–	UNE 60721-1:1997
60721-3-2	1985	Parte 3: Clasificación de los grupos de parámetros ambientales y sus severidades. Sección 2: Transporte	EN 60721-3-2 ⁴⁾	1993	PNE-EN 60721-3-2 ⁵⁾

1) Esta columna se ha introducido en el anexo original de la Norma Europea únicamente con carácter informativo a nivel nacional.

2) El HD 323.2.6 S2 ha sido sustituido por la EN 60068-2-6:1995, basada en la CEI 60068-2-6:1995.

3) La CEI 60721-1:1990 + A1:1992 está armonizada como EN 60721-1:1995.

4) La EN 60721-3-2 ha sido sustituida por la EN 60721-3-2:1997, basada en la CEI 60721-3-2:1997.

5) En preparación.

UNE autoriza el uso de esta norma a NC en el marco del convenio NC-UNE-AENOR

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32