

Sistemas de generación de energía eólica

Parte 1: Requisitos de diseño

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 206 *Producción de energía eléctrica*, cuya secretaría desempeña UNE.

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN IEC 61400-1

UNE-EN IEC 61400-1

Sistemas de generación de energía eólica
Parte 1: Requisitos de diseño

Wind energy generation systems. Part 1: Design requirements.

Systèmes de génération d'énergie éolienne. Partie 1: Exigences de conception.

Esta norma es la versión oficial, en español, de las Normas Europeas EN IEC 61400-1:2019 y EN IEC 61400-1:2019/AC:2019-10, que a su vez adoptan las Normas Internacionales IEC 61400-1:2019 e IEC 61400-1:2019/COR1:2019.

Esta norma anulará y sustituirá a las Normas UNE-EN 61400-1:2006 y UNE-EN 61400-1:2006/A1:2011 antes de 2022-03-16.

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN IEC 61400-1

Las observaciones a este documento han de dirigirse a:

Asociación Española de Normalización

Génova, 6
28004 MADRID-España
Tel.: 915 294 900
info@une.org
www.une.org

© UNE 2020

Prohibida la reproducción sin el consentimiento de UNE.

Todos los derechos de propiedad intelectual de la presente norma son titularidad de UNE.

Índice

Prólogo europeo	13
Declaración.....	13
Prólogo.....	15
Introducción.....	18
1 Objeto y campo de aplicación.....	19
2 Normas para consulta.....	19
3 Términos y definiciones.....	21
4 Símbolos y abreviaturas	29
4.1 Símbolos y unidades.....	29
4.2 Abreviaturas.....	33
5 Elementos principales.....	34
5.1 Generalidades.....	34
5.2 Métodos de diseño	34
5.3 Clases de seguridad	34
5.4 Aseguramiento de la calidad	35
5.5 Marcado de las turbinas eólicas.....	35
6 Condiciones externas.....	35
6.1 Generalidades.....	35
6.2 Clases de aerogeneradores	36
6.3 Condiciones de viento.....	38
6.3.1 Generalidades.....	38
6.3.2 Condiciones normales de viento.....	39
6.3.3 Condiciones extremas de viento	42
6.4 Otras condiciones ambientales	49
6.4.1 Generalidades.....	49
6.4.2 Otras condiciones ambientales normales	50
6.4.3 Otras condiciones ambientales extremas.....	50
6.5 Condiciones de la red eléctrica.....	51
7 Diseño estructural.....	51
7.1 Generalidades.....	51
7.2 Metodología de diseño.....	52
7.3 Cargas	52
7.3.1 Generalidades.....	52
7.3.2 Cargas de inercia y gravitacionales	52
7.3.3 Cargas aerodinámicas.....	52
7.3.4 Cargas operacionales	53
7.3.5 Otras cargas.....	53
7.4 Situaciones de diseño y casos de carga.....	53
7.4.1 Generalidades.....	53
7.4.2 Generación de energía (DLC 1.1 - 1.5).....	56
7.4.3 Generación de energía más incidencia de fallos o pérdida de conexión a la red eléctrica (DLC 2.1 a 2.4)	56
7.4.4 Arranque (DLC 3.1 a 3.3)	59
7.4.5 Parada normal (DLC 4.1 a 4.2).....	59
7.4.6 Parada de emergencia (DLC 5.1).....	60

7.4.7	Inmovilizado (parada o en ralentí) (DLC 6.1 a 6.4).....	60
7.4.8	Inmovilizado más condiciones de fallo (DLC 7.1).....	61
7.4.9	Transporte, montaje, mantenimiento y reparación (DLC 8.1 y 8.2)	62
7.5	Cálculos de cargas	62
7.6	Análisis del estado límite de rotura.....	63
7.6.1	Método.....	63
7.6.2	Análisis de esfuerzo de rotura	66
7.6.3	Fallo por fatiga.....	70
7.6.4	Estabilidad	71
7.6.5	Análisis de la deflexión crítica	72
7.6.6	Factores de seguridad parciales especiales.....	73
8	Sistema de control.....	73
8.1	Generalidades.....	73
8.2	Funciones de control	73
8.3	Funciones de protección	74
8.4	Análisis del fallo del sistema de control.....	74
8.4.1	Generalidades.....	74
8.4.2	Independencia y causas comunes de fallo.....	75
8.4.3	Exclusiones de fallos	75
8.4.4	Periodos de recurrencia de los modos de fallo	75
8.4.5	Fallos sistemáticos.....	75
8.5	Funcionamiento manual	76
8.6	Función de pulsador de parada emergencia	76
8.7	Reinicio manual, automático y remoto.....	76
8.8	Sistema de frenado	77
9	Sistemas mecánicos	78
9.1	Generalidades.....	78
9.2	Errores de montaje	78
9.3	Sistemas hidráulicos o neumáticos.....	79
9.4	Caja de cambios principal.....	79
9.5	Sistema de orientación	79
9.6	Sistema de inclinación (ángulo de paso).....	80
9.7	Función de protección de los frenos mecánicos.....	80
9.8	Cojinetes de rodamiento	80
9.8.1	Generalidades.....	80
9.8.2	Rodamientos del eje principal.....	80
9.8.3	Rodamientos del generador	81
9.8.4	Rodamientos de inclinación y orientación.....	81
10	Sistema eléctrico.....	81
10.1	Generalidades.....	81
10.2	Requisitos generales para el sistema eléctrico	81
10.3	Condiciones ambientales internas	82
10.4	Dispositivos de protección.....	84
10.5	Dispositivos de desconexión de las fuentes de energía.....	84
10.6	Sistema de puesta a tierra	84
10.7	Protección contra el rayo	85
10.8	Cableado eléctrico	85
10.9	Autoexcitación	85
10.10	Protección contra el impulso electromagnético del rayo	86
10.11	Calidad de la energía	86
10.12	Compatibilidad electromagnética	86
10.13	Equipos y sistemas convertidores basados en electrónica de potencia.....	86
10.14	Lazo de torsión y goteo.....	86

10.15	Conectores rotativos	87
10.16	Conductores y componentes de transmisión vertical de energía.....	87
10.17	Accionamientos de motores y convertidores.....	88
10.18	Máquinas eléctricas.....	89
10.19	Transformadores de potencia	89
10.20	Aparata de protección y control de baja tensión	89
10.21	Aparata de alta tensión.....	89
10.22	Bujes.....	90
11	Evaluación de un aerogenerador para las condiciones específicas del emplazamiento.....	90
11.1	Generalidades.....	90
11.2	Evaluación de la complejidad topográfica del emplazamiento y su efecto sobre la turbulencia	91
11.2.1	Evaluación de la complejidad topográfica.....	91
11.2.2	Evaluación de la estructura de turbulencia en el emplazamiento	94
11.3	Condiciones de viento requeridas para la evaluación	95
11.3.1	Generalidades.....	95
11.3.2	Parámetros de la condición del viento	96
11.3.3	Configuración de las mediciones	97
11.3.4	Evaluación de los datos	98
11.4	Evaluación de los efectos de estela de aerogeneradores vecinos.....	98
11.5	Evaluación de otras condiciones ambientales.....	99
11.6	Evaluación de las condiciones sísmicas	99
11.7	Evaluación de las condiciones eléctricas de la red.....	100
11.8	Evaluación de las condiciones del suelo	101
11.9	Evaluación de la integridad estructural por referencia a datos de viento	101
11.9.1	Generalidades.....	101
11.9.2	Evaluación de la idoneidad de la carga de fatiga por referencia datos de viento	101
11.9.3	Evaluación de la idoneidad de la carga de rotura por referencia a datos de viento	103
11.10	Evaluación de la integridad estructural por cálculo de cargas con referencia a las condiciones específicas el emplazamiento.....	104
12	Montaje, instalación y ensamblaje	105
12.1	Generalidades.....	105
12.2	Planificación.....	105
12.3	Condiciones de instalación	106
12.4	Acceso del emplazamiento.....	106
12.5	Condiciones ambientales.....	106
12.6	Documentación	107
12.7	Recepción, manipulación y almacenamiento.....	107
12.8	Sistemas de cimentación/anclaje	107
12.9	Ensamblaje de aerogeneradores	107
12.10	Instalación de aerogeneradores	107
12.11	Sujeción y acoplamiento	108
12.12	Guías, pescantes y equipo de elevación.....	108
13	Puesta en servicio, operación y mantenimiento.....	108
13.1	Generalidades.....	108
13.2	Requisitos de diseño para la operación segura, la inspección y el mantenimiento.....	108
13.3	Instrucciones relativas a la puesta en servicio.....	110
13.3.1	Generalidades.....	110
13.3.2	Energización.....	110

13.3.3	Pruebas de puesta en servicio	110
13.3.4	Registros.....	110
13.3.5	Actividades posteriores a la puesta en servicio	110
13.4	Manual de instrucciones del operador.....	110
13.4.1	Generalidades.....	110
13.4.2	Instrucciones para los registros de operaciones y de mantenimiento....	111
13.4.3	Instrucciones para paradas automáticas imprevistas.....	112
13.4.4	Instrucciones por disminución de fiabilidad	112
13.4.5	Planificación de los procedimientos de trabajo.....	112
13.4.6	Planificación de los procedimientos de emergencia.....	112
13.5	Manual de mantenimiento	113
14	Climas fríos.....	114
14.1	Generalidades.....	114
14.2	Clima de baja temperatura y de hielo	114
14.3	Condiciones externas para clima frío	115
14.3.1	Generalidades.....	115
14.3.2	Clase de aerogenerador para clima frío.....	115
14.4	Diseño estructural.....	115
14.5	Situaciones de diseño y casos de carga.....	115
14.5.1	Generalidades.....	115
14.5.2	Cálculos de carga	116
14.5.3	Selección de materiales adecuados	116
14.6	Sistemas de control.....	116
14.7	Sistemas mecánicos.....	117
14.8	Sistemas eléctricos.....	117
Anexo A (Normativo)	Parámetros de diseño para condiciones externas	118
A.1	Parámetros de diseño para la descripción de aerogeneradores de clase S.....	118
A.1.1	Generalidades.....	118
A.1.2	Parámetros de la máquina.....	118
A.1.3	Condiciones de viento.....	118
A.1.4	Condiciones eléctricas de la red.....	119
A.1.5	Otras condiciones ambientales (que se deban considerar).....	119
A.2	Parámetros de diseño adicional para describir las condiciones ambientales de clima frío de aerogeneradores de clase S (CC-S)	120
Anexo B (Informativo)	Casos de carga de diseño para el diseño de aerogeneradores de la clase especial S o evaluación de idoneidad para el emplazamiento.....	122
B.1	Generalidades.....	122
B.2	Producción de energía (DLC 1.1 a 1.9).....	122
Anexo C (Informativo)	Modelos de turbulencia.....	128
C.1	Generalidades.....	128
C.2	Modelo de cizallamiento uniforme de Mann [3]	128
C.3	Espectro de Kaimal [1] y modelo de coherencia exponencial.....	133
C.4	Documentos de referencia	134
Anexo D (Informativo)	Evaluación de cargas sísmicas	135
D.1	Generalidades.....	135
D.2	Respuesta espectral de diseño	135
D.3	Modelo estructural.....	136
D.4	Evaluación de la carga sísmica	137
D.5	Carga adicional.....	138
D.6	Documentos de referencia	139

Anexo E (Informativo)	Turbulencia de la estela y del parque eólico	140
E.1	Método de la turbulencia adicional de estela.....	140
E.2	Modelo dinámico de estela giratoria.....	143
E.2.1	Generalidades.....	143
E.2.2	Déficit de estela.....	144
E.2.3	Serpenteante.....	145
E.2.4	Turbulencia inducida de estela	146
E.2.5	Superposición de estela	147
E.2.6	Síntesis de modelos	148
E.3	Documentos de referencia	148
Anexo F (Informativo)	Predicción de la distribución del viento para emplazamientos de aerogeneradores por los métodos de medición - correlación - predicción (MCP).....	149
F.1	Generalidades.....	149
F.2	Medición - correlación - predicción (MCP)	149
F.3	Aplicación a la velocidad y la distribución del viento media anual	149
F.4	Aplicación a la velocidad de viento extrema	149
F.5	Documentos de referencia	150
Anexo G (Informativo)	Extrapolación estadística de las cargas para el análisis del esfuerzo de rotura	151
G.1	Generalidades.....	151
G.2	Extracción de datos para extrapolación.....	151
G.3	Métodos de extrapolación de carga	152
G.3.1	Generalidades.....	152
G.3.2	Extremos globales	153
G.3.3	Extremos locales.....	154
G.3.4	Distribuciones empíricas a largo plazo	155
G.4	Criterios de convergencia.....	156
G.4.1	Generalidades.....	156
G.4.2	Estimación del fractal de carga.....	157
G.4.3	Límites de confianza.....	157
G.4.4	Intervalos de confianza basados en bootstrapping	158
G.4.5	Intervalos de confianza basados en la distribución de binomios.....	158
G.5	Método de fiabilidad de primer orden inverso (IFORM)	160
G.6	Documentos de referencia	161
Anexo H (Informativo)	Análisis de fatiga utilizando la Regla de Miner con extrapolación de carga	163
H.1	Generalidades.....	163
H.2	Documentos de referencia	168
Anexo I (Informativo)	Cargas contemporáneas	169
I.1	Generalidades.....	169
I.2	Escalado	170
I.3	Promediado	171
Anexo J (Informativo)	Predicción de la velocidad extrema de viento de ciclones tropicales utilizando el método de simulación de Monte Carlo	172
J.1	Generalidades.....	172
J.2	Predicción de las velocidades de viento extremas inducidas por ciclones tropicales.....	172
J.2.1	Generalidades.....	172
J.2.2	Evaluación de los parámetros de ciclón tropical	172

J.2.3	Generación de ciclones tropicales sintéticos	173
J.2.4	Predicción de las velocidades de viento en el contorno de un ciclón tropical	174
J.3	Predicción de las velocidades de viento extremas en regiones de clima mixto	175
J.3.1	Generalidades.....	175
J.3.2	Distribuciones de viento extremo de ciclones extra tropicales por el método MCP.....	175
J.3.3	Distribuciones de viento extremo de ciclones extratropicales por el método MSC.....	176
J.3.4	Determinación de la velocidad extrema del viento en una región de clima mixto	176
J.4	Documentos de referencia	176
Anexo K (Informativo) Calibración de los factores de seguridad del material estructural y diseño estructural asistido por ensayo		
K.1	Resumen y ámbito de aplicación	178
K.2	Nivel de fiabilidad objetivo	178
K.3	Formatos de seguridad.....	178
K.4	Calibración basada en la fiabilidad.....	181
K.5	Calibración mediante el uso del formato de valor de diseño	182
K.6	Factores parciales de seguridad para la fatiga de los detalles soldados en estructuras de acero.....	182
K.7	Tipos de ensayos para materiales.....	184
K.8	Planificación de ensayos.....	185
K.8.1	Generalidades.....	185
K.8.2	Objetivos y alcance.....	185
K.8.3	Predicción de resultados de ensayo	185
K.8.4	Especificaciones de los especímenes y muestras de ensayo y muestras.....	186
K.8.5	Especificaciones de carga	186
K.8.6	Preparativos de ensayo.....	187
K.8.7	Medidas.....	187
K.8.8	Evaluación y elaboración de informes del ensayo	187
K.9	Principios generales para evaluaciones estadísticas	187
K.10	Derivación de los valores característicos.....	188
K.11	Determinación estadística del valor característico para una propiedad individual	189
K.12	Determinación estadística del valor característico de los modelos de resistencia.....	190
K.12.1	Generalidades.....	190
K.12.2	Paso 1: Desarrollo de un modelo de diseño.....	191
K.12.3	Paso 2: Comparación de valores experimentales y teóricos	191
K.12.4	Paso 3: Estimar el valor de corrección medio (sesgo) b	192
K.12.5	Paso 4: Estimación del coeficiente de variación de los errores.....	192
K.12.6	Paso 5: Análisis de compatibilidad	193
K.12.7	Paso 6: Determinación de los coeficientes de variación V_{Xi} de las variables básicas.....	194
K.12.8	Paso 7: Determinación del valor característico r_k de la resistencia	194
K.13	Documentos de referencia	195
Anexo L (Informativo) Clima frío: evaluación y efectos de las condiciones climáticas de hielo.....		
L.1	Evaluación de las condiciones climáticas de hielo	197
L.1.1	Generalidades.....	197

L.1.2	Condiciones climáticas de hielo	197
L.1.3	Congelación del rotor.....	198
L.1.4	Métodos de medición	199
L.1.5	Modificación de coeficientes de perfil por hielo	200
L.2	Efectos de la masa de hielo en las palas del aerogenerador.....	201
L.3	Situaciones de diseño para clima frío y casos de carga	201
L.3.1	Generalidades.....	201
L.3.2	Generación de energía (DLC 1.1 a 1.6).....	202
L.3.3	Inmovilizado (parado o en ralentí) (DLC 6.1 a 6.5)	202
L.3.4	Inmovilizado y condiciones de fallo (DLC 7.1).....	202
L.4	Cálculos de carga de clima frío	202
L.5	Documentos de referencia y bibliografía	203
Anexo M (Informativo) Aerogeneradores de media potencia		204
M.1	Resumen	204
M.2	Condiciones externas.....	204
M.2.1	Generalidades.....	204
M.2.2	Cizallamiento del viento	204
M.3	Ensamblaje, instalación y montaje.....	204
M.4	Comisionado, operación y mantenimiento	206
M.5	Documentación	207
Bibliografía		209
Anexo ZA (Normativo) Otras normas internacionales citadas en esta norma con las referencias de las normas europeas correspondientes.....		212
Figura 1	- Desviación típica de la turbulencia e intensidad de la turbulencia para el modelo de turbulencia normal (NTM).....	41
Figura 2	- Ejemplo de ráfaga con actuación extrema.....	44
Figura 3	- Ejemplo de magnitud del cambio de dirección extrema	45
Figura 4	- Ejemplo de cambio de dirección extrema.....	45
Figura 5	- Ejemplo de amplitudes de ráfaga coherente extrema para ECD	46
Figura 6	- Cambio de dirección para ECO.....	47
Figura 7	- Ejemplo de transitorio de cambio de dirección.....	47
Figura 8	- Ejemplos de cizallamiento del viento vertical extremo positivo y negativo, sin inicio de perfil del viento ($t = 0$, línea punteada) y con cizallamiento máximo ($t = 6$ s, línea continua).....	48
Figura 9	- Ejemplo de velocidades del viento en la parte superior e inferior del rotor, respectivamente, ilustrando la evolución del transitorio de cizallamiento positivo	49
Figura 10	- Ejemplo de los sectores de 30° para ajustar los datos del terreno	92
Figura 11	- Variación del terreno (Δz) y pendiente del terreno (θ).....	93
Figura 12	- Combinaciones posibles de la velocidad media de viento normalizada y el parámetro de forma k de Weibull (superficie sombreada)	102
Figura D.1	- Modelo estructural para el método de respuesta espectral	137
Figura E.1	- Configuración - Dentro de un parque eólico con más de dos filas.....	143
Figura E.2	- Las tres partes fundamentales del modelo DWM.....	144
Figura K.1	- Diagrama $r_e - r_t$	192
Figura L.1	- Definición del hielo meteorológico y de la congelación del rotor	198

Figura L.2 – Área representativa del rotor afectada por hielo tal y como se definía en la altura de congelación del rotor	199
Figura L.3 – Factores de penalización de empuje y arrastre para un perfil alar congelado	201
Tabla 1 – Parámetros básicos para clases de aerogeneradores.....	37
Tabla 2 – Casos de carga de diseño	54
Tabla 3 – Factores de seguridad parciales para las cargas γ_f	68
Tabla 4 – Factor de seguridad mínimo $S_{F,min.}$ y $S_{H,min.}$ para el sistema de engranajes de orientación	79
Tabla 5 – Valores umbrales de las categorías de complejidad de terreno L, M y H	94
Tabla 6 – Valores de las desviaciones típicas de la turbulencia lateral y vertical, respecto a la componente longitudinal en función de la categoría de complejidad el terreno L, M y H	95
Tabla 7 – Valores del parámetro de corrección de la estructura de turbulencia en función de las categorías de complejidad del terreno L, M y H	95
Tabla A.1 – Parámetros de diseño para describir las condiciones ambientales de clima frío de aerogeneradores de clase S (CC-S).....	120
Tabla B.1 – Casos de carga de diseño	123
Tabla C.1 – Parámetros espectrales de turbulencia para el modelo de Kaimal ...	133
Tabla E.1 – Número(N) de aerogeneradores vecinos.....	142
Tabla G.1 – Parámetros necesarios para establecer intervalos de confianza basados en binomios.....	159
Tabla G.2 – Probabilidades cortoplacistas de exceso de carga como función de la velocidad del viento a la altura de buje para diferentes clases de aerogenerador para el uso del procedimiento IFORM	161
Tabla I.1 – Matriz de carga extrema.....	169
Tabla K.1 – Factor de seguridad parcial para modelos de incertidumbre γ_s	182
Tabla K.2 – Valores recomendados para el factor de seguridad parcial para fuerza a fatiga, γ_{Mf}	184
Tabla K.3 – Factor de seguridad parcial recomendado para esfuerzos a fatiga γ_{ff}	184
Tabla K.4 – Valores de k_n para el 5% de valor característico	190
Tabla L.1 – Casos de carga de diseño en clima frío.....	202
Tabla L.2 – Masa de hielo en la pala y factores de penalización del perfil alar utilizados en los distintos tipos de análisis	203

1 Objeto y campo de aplicación

Esta parte de la Norma IEC 61400 especifica los requisitos esenciales de diseño para asegurar la integridad estructural de los aerogeneradores. Su objetivo es proporcionar un nivel de protección adecuado contra los daños por cualquier riesgo durante su vida útil planificada.

Esta norma concierne a todos los subsistemas de los aerogeneradores tales como las funciones de control y protección, el sistema eléctrico interno, los sistemas mecánicos y las estructuras soporte.

Esta norma aplica a los aerogeneradores de cualquier tamaño. Para aerogeneradores pequeños se puede aplicar la Norma IEC 61400-2. La Norma IEC 61400-3-1 proporciona requisitos adicionales para instalaciones de aerogeneradores marinos.

Esta norma debe utilizarse conjuntamente con las normas IEC e ISO mencionadas en el capítulo 2.

2 Normas para consulta

En el texto se hace referencia a los siguientes documentos de manera que parte o la totalidad de su contenido constituyen requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluida cualquier modificación de esta).

IEC 60034 (todas las partes), *Máquinas eléctricas rotativas*.

IEC 60038, *Tensiones normalizadas de IEC*.

IEC 60071-1, *Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas*.

IEC 60071-2, *Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación*.

IEC 60076 (todas las partes), *Transformadores de potencia*.

IEC 60204-1, *Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales*.

IEC 60204-11:2000, *Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 11: Requisitos para equipos de AT para tensiones superiores a 1 000 V c.a. o 1 500 V c.c. y que no sobrepasan 36 kV*.

IEC 60364 (todas las partes), *Instalaciones eléctricas de baja tensión*.

IEC 60529, *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)*.

IEC 60664-1, *Coordinación de aislamiento de los equipos en los sistemas (redes) de baja tensión. Parte 1: Principios, requisitos y ensayos*.

IEC 60664-3, *Coordinación de aislamiento de los equipos en los sistemas (redes) de baja tensión. Parte 3: Uso de revestimiento, encapsulado o moldeado para la protección contra la contaminación*.

IEC 60721 (todas las partes), *Clasificación de las condiciones ambientales*.

IEC 61000-6-2, *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 6-2: Normas genéricas. Inmunidad en entornos industriales*.

IEC 61400-3, *Aerogeneradores. Parte 3: Requisitos de diseño para aerogeneradores marinos*.

IEC 61400-4, *Aerogeneradores. Parte 4: Requisitos de diseño para multiplicadoras de aerogeneradores*.

IEC 61400-24, *Aerogeneradores. Parte 24: Protección contra el rayo.*

IEC 61439 (todas las partes), *Conjuntos de aparamenta de baja tensión.*

IEC 61800-4, *Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 4: Requisitos generales. Especificaciones de dimensionamiento para sistemas de accionamiento de potencia en corriente alterna por encima de 1 000 V c.a. y que no sobrepasan 35 kV.*

IEC 61800-5-1, *Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 5-1: Requisitos de seguridad. Eléctricos, térmicos y energéticos.*

IEC 62271 (todas las partes), *Aparamenta de alta tensión.*

IEC 62305-3, *Protección contra el rayo. Parte 3: Daño físico a estructuras y riesgo humano.*

IEC 62305-4, *Protección contra el rayo. Parte 4: Sistemas eléctricos y electrónicos en estructuras.*

IEC 62477-1:2012, *Requisitos de seguridad para sistemas y equipos de conversión de potencia de semiconductores. Parte 1: Generalidades.*

ISO 76, *Rodamientos. Capacidad de carga estática.*

ISO 281, *Rodamientos. Capacidad de carga dinámica y vida útil. Métodos de cálculo.*

ISO 2394, *General principles on reliability for structures.*

ISO 2533, *Atmósfera normal.*

ISO 4354, *Wind actions on structures.*

ISO 6336-2, *Calculation of load capacity of spur and helical gears. Part 2: Calculation of surface durability (pitting).*

ISO 6336-3:2006, *Calculation of load capacity of spur and helical gears. Part 3: Calculation of tooth bending strength.*

ISO 12494:2001, *Atmospheric icing on structures.*

ISO 13850, *Seguridad de las máquinas. Función de parada de emergencia. Principios para el diseño.*

ISO/TS 16281, *Rolling bearings. Methods for calculating the modified reference rating life for universally loaded bearings.*