

Abril 1999

TÍTULO

Pinturas y barnices

Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores

Parte 2: Clasificación de ambientes

(ISO 12944-2:1998)

Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 2: Classification of environments (ISO 12944-2:1998).

Peintures et vernis. Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture. Partie 2: Classification des environnements (ISO 12944-2:1998).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 12944-2 de mayo 1998, que a su vez adopta íntegramente la Norma Internacional ISO 12944-2:1998.

OBSERVACIONES

En esta norma UNE se han incorporado las correcciones a la Norma EN ISO 12944-2 recibidas mediante escrito de CEN de fecha 18 de junio 1998.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 48 *Pinturas y Barnices*, cuya Secretaría desempeña ASEFAPI.

INTRODUCCIÓN NACIONAL

La Norma ISO 12944, cuyo título general es *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas protectores de pintura*, comprende las partes siguientes:

Parte 1: *Introducción general*

Parte 2: *Clasificación de ambientes*

Parte 3: *Consideraciones de diseño*

Parte 4: *Tipos y preparación de superficies*

Parte 5: *Sistemas de pintura protectores*

Parte 6: *Ensayos de comportamiento en laboratorio*

Parte 7: *Ejecución y supervisión de los trabajos de pintado*

Parte 8: *Desarrollo de especificaciones para obra nueva y para trabajos del mantenimiento*

ICS 87.020

Descriptor: Pintura, barniz, construcción metálica, prevención de la corrosión, revestimiento de protección, medio ambiente, medio corrosivo, clasificación.

Versión en español

Pinturas y barnices
Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante
sistemas de pintura protectores
Parte 2: Clasificación de ambientes
(ISO 12944-2:1998)

Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 2: Classification of environments. (ISO 12944-2:1998).

Peintures et vernis. Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture. Partie 2: Classification des environnements. (ISO 12944-2:1998).

Beschichtungstoffe. Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme. Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen. (ISO 12944-2:1998).

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 1997-06-16. Los miembros de CEN 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 CEN, 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 CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

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

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 1998 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

ANTECEDENTES

El texto de la Norma Internacional ISO 12944-2:1998 ha sido elaborado por el Comité Técnico ISO/TC 35 "Pinturas y barnices" en colaboración con el Comité Técnico CEN/TC 298 "Pigmentos y materiales de carga", cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea deberá recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de noviembre de 1998, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de finales de noviembre de 1998.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, los siguientes países están obligados a adoptar esta norma europea: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional ISO 12944-2:1998 ha sido aprobado por CEN como norma europea sin ninguna modificación.

NOTA – Las referencias normativas europeas de las normas internacionales se relacionan en el anexo ZA (normativo).

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	7
3 DEFINICIONES.....	7
4 AGENTES CORROSIVOS DEBIDOS A LA ATMÓSFERA, AL AGUA Y AL SUELO	8
5 CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES	10
ANEXOS	
A – CONDICIONES CLIMÁTICAS	13
B –CASOS ESPECIALES.....	14

INTRODUCCIÓN

El acero no protegido expuesto a la atmósfera, al agua o enterrado está sujeto a corrosión, que puede conducir al deterioro del mismo. Por tanto, para evitar el daño provocado por la corrosión, las estructuras de acero suelen estar protegidas, para resistir los agentes corrosivos durante la vida en servicio requerida para la estructura.

Existen diferentes maneras de proteger las estructuras de acero de la corrosión. La Norma ISO 12944 trata, en varias partes, sobre la protección mediante sistemas de pintura y recubrimiento, y tiene en cuenta todos los factores que son importantes para obtener una protección adecuada frente a la corrosión. Son asimismo posibles medidas de protección adicionales u otras medidas, pero se requiere el acuerdo entre las partes interesadas.

Con el fin de asegurar una protección efectiva de las estructuras de acero frente a la corrosión, es necesario que los maestros de obra, los consultores, las empresas que realizan trabajos de protección frente a la corrosión, los inspectores de recubrimientos protectores y los fabricantes de materiales de recubrimiento dispongan de información concisa sobre el estado del arte en materia de protección frente a la corrosión mediante sistemas de pintura. Tal información debe ser lo más completa posible, sin ambigüedades y fácilmente comprensible, para evitar dificultades y malos entendidos entre las partes relacionadas con la realización práctica de los trabajos de protección.

Esta Norma Internacional (ISO 12944) pretende dar esta información como una serie de instrucciones. Está dirigida a aquellos que poseen cierto conocimiento técnico. También se asume que el usuario de la ISO 12944 está familiarizado con las otras normas internacionales correspondientes, en particular aquellas relativas a la preparación de superficies, así como con la reglamentación nacional correspondiente.

Aunque la ISO 12944 no trata con cuestiones económicas ni contractuales, se presta atención al hecho de que, debido a las considerables implicaciones derivadas de una protección inadecuada frente a la corrosión, no cumplir con los requisitos y recomendaciones dados en esta norma puede conducir a serias consecuencias económicas.

La ISO 12944-1 define el objeto y campo de aplicación global de todas las demás partes de la ISO 12944. Proporciona algunos términos y definiciones básicos y una introducción general al resto de las partes de la ISO 12944. Así mismo, incluye una exposición general sobre la salud, la higiene y la protección del medio ambiente, y líneas directrices para la utilización de la ISO 12944 en el marco un proyecto dado.

Esta parte de la ISO 12944 describe el impacto ambiental sobre las estructuras de acero. Cubre las estructuras expuestas a la atmósfera, así como aquellas sumergidas en agua o enterradas en el suelo. Se presenta, para diferentes ambientes atmosféricos, una clasificación de sistemas basada en categorías de corrosividad. Asimismo, se describen diferentes ambientes para estructuras sumergidas y enterradas. Todos estos entornos son importantes para la elección del sistema de pintura protector.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta parte de la norma ISO 12944 versa sobre la clasificación de los principales ambientes a los que se encuentran expuestas las estructuras de acero, y sobre la corrosividad de éstos. Esta norma:

- define las categorías de corrosividad atmosférica, establecidas según la pérdida de masa (o reducción del espesor) en probetas normalizadas, y describe una serie de ambientes atmosféricos naturales típicos a los cuales se encuentran expuestas las estructuras de acero, proporcionando una ayuda para la estimación de la corrosividad;
- describe diferentes categorías de ambientes para estructuras sumergidas en agua o enterradas en el suelo;
- proporciona información sobre algunos agentes corrosivos especiales que pueden causar un aumento significativo de la velocidad de corrosión o que implican el establecimiento de un mayor rigor en el comportamiento del sistema de pintura protector.

Los agentes corrosivos asociados con un ambiente en particular o categoría de corrosividad representan uno de los parámetros esenciales determinantes de la selección de un sistema de pintura protector.

1.2 Esta parte de la Norma ISO 12944 no trata sobre la clasificación de aquellos ambientes que consisten en atmósferas especiales (por ejemplo aquellas que se encuentran dentro o en los alrededores de plantas químicas o metalúrgicas).

2 NORMAS PARA CONSULTA

La(s) norma(s) que a continuación se relaciona(n) contiene(n) disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación la(s) edición(es) indicada(s) estaba(n) en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las(s) norma(s) indicada(s) a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

ISO 9223:1992 – *Corrosión de metales y aleaciones. Corrosividad de las atmósferas. Clasificación.*

ISO 9226:1992 – *Corrosión de metales y aleaciones. Corrosividad de las atmósferas. Determinación de la velocidad de corrosión en probetas normalizadas para la evaluación de la corrosividad.*

ISO 12944-1:1998 – *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas protectores de pintura. Parte 1: Introducción general.*

EN 12501-1:¹⁾ – *Protección de materiales metálicos frente a la corrosión. Probabilidad de corrosión en suelo. Parte 1: Generalidades.*

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta parte de la Norma ISO 12944, se aplican las siguientes definiciones, junto a las dadas en la Norma ISO 12944-1.

NOTA – Algunas de las definiciones han sido tomadas de la Norma ISO 8044: 1989, "Corrosión de metales y aleaciones. Vocabulario", según se indica.

3.1 corrosividad: Capacidad de un medio para producir la corrosión en un sistema dado. [ISO 8044].

3.2 agentes corrosivos: Factores medioambientales que promueven la corrosión.

3.3 sistema de corrosión: Sistema formado por uno o varios metales y los diferentes elementos del medio ambiente que influyen sobre la corrosión. [ISO 8044].

3.4 clima: Tiempo predominante en una localización determinada o en un área dada, según ha sido determinado estadísticamente por medio de los registros de los parámetros meteorológicos durante un largo periodo de tiempo.

3.5 atmósfera: Mezcla de gases, y normalmente también aerosoles y partículas, que rodean a un objeto determinado.

3.6 corrosión atmosférica: Corrosión en la que el medio agresivo es la atmósfera terrestre, a temperatura ambiente. [ISO 8044].

1) Pendiente de publicación.

3.7 tipo de atmósfera: Caracterización de la atmósfera basada en los agentes corrosivos presentes y sus concentraciones.

NOTA – Los agentes corrosivos principales son gases (especialmente el dióxido de azufre) y sales (especialmente cloruros y/o sulfatos).

3.7.1 atmósfera rural: Atmósfera predominante en las áreas rurales y pequeñas ciudades, sin contaminación significativa por agentes corrosivos tales como el dióxido de azufre y/o cloruros.

3.7.2 atmósfera urbana: Atmósfera contaminada predominante en áreas densamente pobladas sin industria significativa. Contiene concentraciones moderadas de contaminantes tales como dióxido de azufre y/o cloruros.

3.7.3 atmósfera industrial: Atmósfera contaminada por agentes corrosivos procedentes de la industria local y regional (principalmente dióxido de azufre).

3.7.4 atmósfera marina: Atmósfera existente sobre el mar y cerca del mar.

NOTA – Una atmósfera marina puede extenderse una cierta distancia hacia el interior, dependiendo de la topografía y según la dirección predominante del viento. Se encuentra altamente cargada con aerosoles de sales marinas (principalmente cloruros).

3.8 ambiente local: Condiciones atmosféricas predominantes alrededor de un elemento constituyente de una estructura.

NOTA – Estas condiciones determinan la categoría de corrosividad e incluyen tanto los parámetros meteorológicos como los contaminantes.

3.9 micro-ambiente: Ambiente en la interfase entre un elemento constituyente de una estructura y sus alrededores. El micro-ambiente es uno de los factores decisivos en el establecimiento de los factores corrosivos.

3.10 tiempo de humedad: Período durante el cual la superficie de un metal se encuentra cubierta por una película de electrolito, capaz de ocasionar fenómenos de corrosión atmosférica. Pueden calcularse valores de referencia para los tiempos de humedad a partir de la temperatura y la humedad relativa, sumando las horas en las cuales la humedad relativa es superior a un 80% y, al mismo tiempo, la temperatura es superior a 0 °C.

4 AGENTES CORROSIVOS DEBIDOS A LA ATMÓSFERA, AL AGUA Y AL SUELO

4.1 Corrosión atmosférica

La corrosión atmosférica es un proceso que se produce en una película de humedad sobre la superficie del metal. La película de humedad puede ser tan fina que resulte invisible a simple vista.

La velocidad de corrosión se incrementa debido a los siguientes factores:

- por un aumento en la humedad relativa;
- por la presencia de fenómenos de condensación (cuando la superficie del metal se encuentra a la temperatura, o por debajo, del punto de rocío);
- por un aumento de la concentración de contaminantes en la atmósfera (los contaminantes corrosivos pueden reaccionar con el acero y pueden formar depósitos sobre la superficie).

La experiencia ha demostrado que existe un riesgo significativo de corrosión cuando la humedad relativa se encuentra por encima del 80% y la temperatura es superior a 0 °C. Sin embargo, si se encuentran presentes contaminantes y/o sales higroscópicas, los fenómenos corrosivos se presentan a humedades mucho menores.

La humedad atmosférica y la temperatura del aire en una región del mundo determinada dependerán del clima predominante de esa parte del mundo. Una breve descripción de los principales climas se relacionan en el anexo A.

La disposición de los elementos constituyentes de una estructura también influye sobre la corrosión. Cuando las estructuras se encuentran expuestas a espacios abiertos, los parámetros climáticos, tales como la lluvia y los rayos del sol y los contaminantes en forma de gases o aerosoles, influyen sobre la corrosión. Las influencias del clima se reducen cuando los elementos se encuentran cubiertos. En espacios cerrados, el efecto de los contaminantes atmosféricos se reduce, aunque es posible una elevada velocidad de corrosión localizada debido a ventilaciones deficientes, elevada humedad o por la aparición de fenómenos de condensación.

Para la estimación de los agentes corrosivos, es esencial el estudio del ambiente local y los micro-ambientes. Ejemplos de micro ambientes decisivos son las caras que miran hacia abajo en un puente (particularmente sobre el agua), el techo de una piscina cubierta, y las zonas de sol y sombra de un edificio.

4.2 Corrosión en agua y suelo

Debe prestarse un cuidado especial cuando se estudien estructuras que se encuentran parcialmente sumergidas en agua o parcialmente enterradas en el suelo. La corrosión bajo tales circunstancias se encuentra, en la mayoría de los casos, reducida a una pequeña parte de la estructura en donde la velocidad de corrosión puede ser elevada. No son recomendables ensayos de exposición para estimar la corrosividad del agua o del suelo no son recomendables. Sin embargo, se pueden describir diferentes condiciones de inmersión/enterramiento.

4.2.1 Estructuras sumergidas en agua. El tipo de agua –dulce, salobre o salada– tiene una influencia significativa en la corrosión del acero. La corrosividad se ve influenciada también por el contenido en oxígeno del agua, el tipo y cantidad de las sustancias disueltas y la temperatura del agua. El crecimiento animal o vegetal puede acelerar la corrosión.

Pueden definirse tres zonas diferentes para las inmersiones en agua:

- la **zona sumergida** es el área que se encuentra expuesta al agua permanentemente;
- la **zona intermedia (nivel fluctuante)** es el área en que el nivel del agua varía por causas naturales o artificiales, motivando por esto una corrosividad elevada a causa del efecto combinado del agua y la atmósfera;
- la **zona de salpicadura** es el área mojada por las olas y la pulverización asociada, que puede incrementar hasta unos niveles excepcionales la velocidad de corrosión, especialmente con agua de mar.

4.2.2 Estructuras enterradas en el suelo. La corrosión en el suelo es dependiente del contenido en minerales del suelo y de la naturaleza de estos, de la materia orgánica presente, del contenido en agua y del contenido en oxígeno. La corrosividad del suelo se encuentra fuertemente influenciada por el grado de aireación. El contenido en oxígeno puede variar y se pueden formar células de corrosión. Cuando estructuras importantes de acero, como las tuberías, túneles, depósitos, etc., discurren a través de diferentes tipos de suelos, con diferentes contenidos en oxígeno, con diferentes niveles freáticos, etc., puede ocurrir, por causa de la formación de células de corrosión, un aumento de la corrosión localizada (picaduras).

Para más detalle, véase la Norma EN 12501-1.

Los diferentes tipos de suelo y las diferencias en sus parámetros no se consideran como un criterio de clasificación en esta parte de la Norma ISO 12944.

4.3 Casos especiales

Para seleccionar un sistema de pintura protector, también deben tenerse en cuenta los agentes corrosivos especiales a los cuales se encuentra expuesta una estructura, así como las localizaciones especiales en las que una estructura se haya ubicada. Tanto el diseño como el uso de la estructura, pueden generar factores corrosivos que no se tienen en cuenta en la clasificación de los sistemas dados en el capítulo 5. Ejemplos de tales casos especiales se dan en el anexo B.

5 CLASIFICACIÓN DE AMBIENTES

5.1 Categorías de corrosividad atmosférica

5.1.1 Para los propósitos de la Norma ISO 12944, los ambientes atmosféricos se clasifican en seis categorías de corrosividad atmosférica;

C1	muy baja
C2	baja
C3	media
C4	alta
C5-I	muy alta (industrial)
C5-M	muy alta (marina)

5.1.2 Para determinar las categorías de corrosividad, se recomienda la exposición de probetas normalizadas. La tabla 1 define las categorías de corrosividad en términos de pérdida de masa o de espesor de las probetas normalizadas de acero de bajo contenido en carbono y/o cinc después del primer año de exposición. Para los detalles referentes a las probetas normalizadas y su tratamiento antes y después de la exposición, véase la Norma ISO 9226. La extrapolación de las pérdidas de masa o de espesor a un año, a partir de los valores encontrados empleando periodos de exposición inferiores, o la interpolación partiendo de valores obtenidos tras exposiciones prolongadas, no proporcionan resultados fiables y, por tanto, no están permitidas. Las pérdidas de masa o de espesor de probetas de acero o de cinc pueden, en algunos casos, dar diferentes categorías. En tales casos, debe tomarse la categoría más elevada.

Si no resultara posible la exposición de las probetas normalizadas en el ambiente real considerado, la categoría de corrosividad podría estimarse a partir de los ejemplos de ambientes típicos dados en la tabla 1. Los ejemplos listados son informativos y pueden, ocasionalmente, ser engañosos. Sólo la medición real de la pérdida de masa o de espesor proporcionará una correcta clasificación.

NOTA – Las categorías de corrosividad pueden ser estimadas también considerando el efecto combinado de los siguientes factores ambientales: período de humedad anual, concentración media anual de dióxido de azufre y deposición anual media de cloruros (véase la Norma ISO 9223).

Tabla 1
Categorías de corrosividad atmosférica y ejemplos de ambientes típicos

Categoría de corrosividad	Pérdida de masa por unidad de superficie/pérdida de espesor (tras el primer año de exposición)				Ejemplos de ambientes típicos en un clima templado (solamente informativo)	
	Acero de bajo contenido en carbono		Cinc		Exterior	Interior
	Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor µm	Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor µm		
C1 muy baja	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	–	Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
C2 baja	> 10 y hasta 200	> 1,3 y hasta 25	> 0,7 y hasta 5	> 0,1 y hasta 0,7	Atmósferas con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes, polideportivos.
C3 media	> 200 y hasta 400	> 25 y hasta 50	> 5 y hasta 15	> 0,7 y hasta 2,1	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.	Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesado de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas.
C4 alta	> 400 y hasta 650	> 50 y hasta 80	> 15 y hasta 30	> 2,1 y hasta 4,2	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.
C5-I muy alta (industrial)	> 650 y hasta 1500	> 80 y hasta 200	> 30 y hasta 60	> 4,2 y hasta 8,4	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.
C5-M muy alto (marino)	> 650 y hasta 1500	> 80 y hasta 200	> 30 y hasta 60	> 4,2 y hasta 8,4	Áreas costeras y marítimas con elevada salinidad.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.

NOTAS

- 1 Los valores de las pérdidas empleadas en las categorías de corrosividad son idénticas a las dadas en la Norma ISO 9223.
- 2 En las áreas costeras de zonas cálidas y húmedas, la pérdida de masa o de espesor puede exceder los límites de la categoría C5-M. Por lo tanto, deben tenerse en cuenta precauciones especiales cuando se seleccione el sistema de pintura protector para las estructuras localizadas en dichas áreas.

5.2 Categorías para el agua y el suelo

Para las estructuras sumergidas en agua o enterradas en el suelo, la corrosión suele ser localizada, y las categorías de corrosividad son difíciles de establecer. Sin embargo, para los propósitos de esta norma internacional, se pueden describir varios ambientes. En la tabla 2, se describen tres ambientes diferentes junto con sus designaciones. Véase el apartado 4.2 para más detalles.

NOTA – Debería tenerse en cuenta que, para estas situaciones, es muy frecuente emplear la protección catódica .

Tabla 2
Categorías para el agua y el suelo

Categoría	Ambiente	Ejemplos de ambientes y estructuras
Im1	Agua dulce	Instalaciones ribereñas, plantas hidroeléctricas
Im2	Agua de mar o salobre	Áreas portuarias con estructuras como puertas de contención, esclusas, muelles; estructuras de ultramar
Im3	Suelo	Tanques enterrados, pilotes de acero, tuberías de acero

ANEXO A (Informativo)

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Normalmente, sólo se pueden deducir conclusiones generales sobre el comportamiento frente a la corrosión a partir del tipo de clima. En un clima frío o en uno seco, la velocidad de corrosión será inferior que en un clima templado; y será mucho mayor en un clima cálido y húmedo y en un clima marino, aunque pueden ocurrir diferencias locales considerables.

El factor más importante es el período de tiempo durante el cual una estructura se encuentra expuesta a humedades elevadas, también descrito como tiempo de humedad.

Tabla A.1
Tiempo de humedad calculado y características seleccionadas de varios tipos de climas
 (tomadas de la Norma ISO 9223:1992)

Tipo de clima	Valor medio de los valores extremos anuales			Tiempo de humedad calculado para HR > 80% y temperatura > 0 °C h/año
	Temperatura baja °C	Temperatura alta °C	Temperatura más alta con HR > 95% °C	
Extremadamente frío	- 65	+ 32	+ 20	de 0 a 100
Frío	- 50	+ 32	+ 20	de 150 a 2 500
Frío y templado	- 33	+ 34	+ 23	de 2 500 a 4 200
Cálido y templado	- 20	+ 35	+ 25	
Cálido y seco	- 20	+ 40	+ 27	de 10 a 1 600
Cálido moderado y seco	- 5	+ 40	+ 27	
Extremadamente cálido y seco	+ 3	+ 55	+ 28	
Cálido y húmedo	+ 5	+ 40	+ 31	de 4 200 a 6 000
Cálido y húmedo, uniforme	+ 13	+ 35	+ 33	

ANEXO B (Informativo)**CASOS ESPECIALES****B.1 Situaciones especiales****B.1.1 Corrosión en el interior de edificios**

Los agentes corrosivos en las estructuras de acero localizadas en el interior de edificios aislados del ambiente exterior son generalmente insignificantes.

Si el interior del edificio se encuentra sólo parcialmente aislado del ambiente exterior, se puede asumir que los agentes corrosivos serán los mismos que los asociados al tipo de atmósfera que rodea al edificio.

El efecto de los agentes corrosivos a causa del clima en el interior del edificio puede ser considerablemente intensificado en función del uso al que vaya a ser sometido el edificio, y estos factores deberían tratarse como especiales (véase el capítulo B.2). Tales agentes pueden encontrarse en piscinas cubiertas con agua clorada, establos y otros edificios con fines especiales.

Las áreas más frías de las estructuras pueden estar sometidas a mayores riesgos de corrosión como resultado de la formación de condensación según la estación del año.

En el caso en el que las superficies se encuentran bañadas por electrolitos, incluso si tal contacto es sólo temporal (como por ejemplo en el caso de materiales de construcción saturados), son necesarios requisitos anticorrosivos particularmente estrictos.

B.1.2 Corrosión en espacios cerrados y componentes huecos

Los componentes huecos que se encuentran herméticamente sellados y que son por lo tanto inaccesibles, no se encuentran sometidos a ningún tipo de corrosión interna, mientras que los espacios con cubiertas herméticamente selladas que se abren ocasionalmente se encuentran sometidos a pequeñas cantidades de agentes corrosivos.

El diseño de los componentes huecos sellados y de los espacios cerrados debería asegurar su hermeticidad (por ejemplo: no emplear soldaduras discontinuas, uniones con pernos herméticas). Si no –en función de la temperatura externa– la humedad procedente de las precipitaciones o de la condensación puede introducirse y quedar retenida. Si es probable que esto ocurra, deben protegerse las superficies interiores. Téngase en cuenta que a menudo se observa condensación incluso en espacios cerrados que han sido diseñados con cubiertas herméticamente selladas.

Se debe esperar que se produzca corrosión en el interior de espacios y en componentes huecos, cuando no se encuentran cerrados en todas sus partes y no se han tomado las medidas oportunas. Para más información sobre el diseño, véase la Norma ISO 12944-3.

B.2 Agentes especiales

Agentes especiales, para el propósito de la Norma ISO 12944, son agentes que causan un aumento significativo de la corrosión y/o que exigen unas mayores prestaciones del sistema de pintura protector. Debido a la diversidad de tales agentes, sólo se presentan a continuación un número seleccionado de ejemplos.

B.2.1 Agentes químicos

La corrosión se ve agravada localmente por contaminantes emitidos por las fábricas (por ejemplo, ácidos, bases o sales, disolventes orgánicos, gases agresivos y partículas de polvo).

Tales agentes se presentan en las cercanías de, por ejemplo: coquerías, talleres de decapado, plantas de electrodeposición, factorías de tintes, industrias papeleras, plantas curtidoras y refinerías de petróleo.

B.2.2 Agentes mecánicos

B.2.2.1 En la atmósfera. Pueden ocurrir fenómenos de abrasión (erosión) debido a las partículas (arena por ejemplo) que son transportadas por el viento.

Las superficies que son objeto de abrasión se considera que están sometidas a agentes mecánicos moderados o severos.

B.2.2.2 En el agua. En el agua, los agentes mecánicos pueden ser producidas por el movimiento de los cantos rodados, por la acción abrasiva de la arena, la acción de las olas, etc.

Los agentes mecánicos pueden dividirse en **tres clases**:

- a) **débiles:** ninguna, o muy débil e intermitente, acción mecánica, por ejemplo causada por escombros ligeros o por pequeñas cantidades de arena transportada por aguas tranquilas;
- b) **moderados:** acción mecánica moderada, causada, por ejemplo, por
 - escombros sólidos, arena, grava, guijarros o hielo transportados en cantidades moderadas por aguas moderadamente rápidas;
 - una corriente fuerte sin transportar ningún tipo de material que fluya sobre superficies verticales;
 - crecimiento moderado de organismos (animales o vegetales);
 - acción de las olas moderada;
- c) **severo:** acción mecánica elevada, causada, por ejemplo, por
 - escombros sólidos, arena, grava, guijarros o hielo transportados en cantidades elevadas por aguas rápidas que fluyen por superficies horizontales o inclinadas;
 - crecimiento denso de organismos (animales o vegetales), particularmente si, por razones operacionales, debe eliminarse mecánicamente de vez en cuando.

B.2.3 Agentes debidos a la condensación

Si la temperatura en la superficie de una estructura permanece por debajo del punto de rocío varios días, la condensación que se produce representará una amenaza de corrosión particularmente alta, especialmente si se puede esperar que tal condensación ocurra a intervalos regulares (por ejemplo: en estaciones de bombeo y en circuitos de refrigeración por agua).

B.2.4 Agentes debidos a temperaturas moderadas o elevadas

En esta norma internacional, temperaturas moderadas son aquéllas que se encuentran entre + 60 °C y + 150 °C, y temperaturas elevadas aquéllas situadas entre + 150 °C y + 400 °C. Temperaturas de estas magnitudes se dan solamente bajo condiciones especiales durante la construcción o la operación (por ejemplo, temperaturas moderadas se presentan al extender el asfalto sobre la carretera, y las temperaturas altas se presentan en chimeneas fabricadas a partir de planchas de acero, conductos para chimeneas de gases, o extractores de gases en las coquerías).

B.2.5 Corrosión agravada por la combinación de agentes

La corrosión se puede desarrollar más rápidamente en superficies expuestas simultáneamente a agentes mecánicos y químicos. Esto aplica particularmente para estructuras de acero cercanas a carreteras sobre las cuales se ha esparcido gravilla o sal.

El paso de los vehículos puede salpicar agua salada o lanzar gravilla sobre partes de dichas estructuras. La superficie se ve sometida entonces a agentes corrosivos debidos a la sal y, al mismo tiempo, a agentes mecánicos causados por el impacto de la gravilla.

Ciertas partes de estructuras estarán afectadas por aerosoles salinos. Esto afecta, por ejemplo, a la parte inferior de puentes sobre carreteras sobre las que se ha esparcido sal. La zona de actuación del aerosol, generalmente se asume que se extiende hasta una distancia de 15 m a partir de la carretera en cuestión.

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 publicaciones 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 publicaciones 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 publicación (incluyendo sus modificaciones).

Norma Internacional	Año	Título	EN/HD	Año
ISO 12944-1	1998	Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas protectores de pintura. Parte 1: Introducción general.	EN ISO 12944-1	1998

ANEXO NACIONAL

Las normas que se relacionan a continuación, citadas en esta norma europea, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los siguientes códigos:

Norma Internacional	Norma UNE
ISO 8044:1989	UNE 112004:1994

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A SIMOGA 2010, S.L.
Licencia para un usuario - Copia y uso en red prohibidos