

Almacenaje en estanterías metálicas  
Estantería regulable para carga paletizada  
Principios para el diseño estructural

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico  
CTN-UNE 58 *Maquinaria de elevación y transporte*, cuya  
secretaría desempeña FEM-AEM.



**EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 15512:2021+A1**

UNE-EN 15512:2021+A1

Almacenaje en estanterías metálicas  
Estantería regulable para carga paletizada  
Principios para el diseño estructural

*Steel static storage systems. Adjustable pallet racking systems. Principles for structural design.*

*Systèmes de stockage statiques en acier. Systèmes de rayonnages à palettes réglables. Principes applicables au calcul des structures.*

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 15512:2020+A1:2022.

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 15512:2021.

## **EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 15512:2021+A1**

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 2024

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 .....                                                                            | 11 |
| 0      Introducción.....                                                                         | 12 |
| 0.1    Almacenaje.....                                                                           | 12 |
| 0.2    Requisitos de las normas EN complementarias a los Eurocódigos<br>para el almacenaje ..... | 12 |
| 0.3    Relaciones .....                                                                          | 12 |
| 0.4    Reglamentación sobre el almacenaje y el equipo de trabajo .....                           | 12 |
| 0.5    Información adicional específica de la Norma EN 15512 .....                               | 13 |
| 1      Objeto y campo de aplicación.....                                                         | 13 |
| 2      Normas para consulta .....                                                                | 13 |
| 3      Términos y definiciones.....                                                              | 14 |
| 4      Símbolos.....                                                                             | 19 |
| 5      Consideraciones.....                                                                      | 22 |
| 5.1    Generalidades .....                                                                       | 22 |
| 5.2    Verticalidad .....                                                                        | 22 |
| 5.3    Convención para los ejes de los elementos .....                                           | 22 |
| 6      Bases para el diseño .....                                                                | 23 |
| 6.1    Requisitos.....                                                                           | 23 |
| 6.1.1    Requisitos básicos .....                                                                | 23 |
| 6.1.2    Vida útil para el diseño .....                                                          | 23 |
| 6.1.3    Requisitos de la estantería para paletas .....                                          | 23 |
| 6.2    Principios del estado límite de diseño.....                                               | 23 |
| 6.2.1    Generalidades .....                                                                     | 23 |
| 6.2.2    Estado límite último .....                                                              | 23 |
| 6.2.3    Estado límite de servicio .....                                                         | 24 |
| 6.3    Acciones .....                                                                            | 24 |
| 6.3.1    Generalidades .....                                                                     | 24 |
| 6.3.2    Acciones permanentes.....                                                               | 24 |
| 6.3.3    Acciones variables.....                                                                 | 24 |
| 6.3.4    Acciones accidentales .....                                                             | 32 |
| 6.4    Combinación de acciones.....                                                              | 34 |
| 6.4.1    Generalidades .....                                                                     | 34 |
| 6.4.2    Estado límite último .....                                                              | 34 |
| 6.4.3    Estados límites de servicio .....                                                       | 35 |
| 6.5    Coeficientes parciales .....                                                              | 35 |
| 6.5.1    Coeficientes parciales para las acciones .....                                          | 35 |
| 6.5.2    Coeficientes parciales para la resistencia.....                                         | 36 |
| 7      Materiales.....                                                                           | 37 |
| 7.1    Acero .....                                                                               | 37 |
| 7.1.1    Generalidades .....                                                                     | 37 |
| 7.1.2    Propiedades del material .....                                                          | 37 |
| 7.1.3    Aceros con propiedades mecánicas no garantizadas .....                                  | 38 |
| 7.1.4    Aceros no ensayados .....                                                               | 39 |
| 7.1.5    Límite elástico medio de las secciones .....                                            | 39 |
| 7.1.6    Selección particular del material de fabricación .....                                  | 39 |
| 7.1.7    Tenacidad a la fractura .....                                                           | 39 |
| 7.1.8    Tolerancias dimensionales .....                                                         | 39 |

|        |                                                                                      |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.2    | Materiales para suelos.....                                                          | 40 |
| 7.2.1  | Suelos de hormigón .....                                                             | 40 |
| 7.2.2  | Suelos bituminosos .....                                                             | 41 |
| 7.2.3  | Otros tipos de suelos .....                                                          | 41 |
| 8      | Durabilidad.....                                                                     | 41 |
| 9      | Análisis estructural.....                                                            | 42 |
| 9.1    | Modelo estructural para el análisis .....                                            | 42 |
| 9.1.1  | Modelo estructural para el análisis y supuestos básicos .....                        | 42 |
| 9.1.2  | Modelo de uniones .....                                                              | 42 |
| 9.1.3  | Interacción entre el suelo y la estructura .....                                     | 45 |
| 9.1.4  | Estantería unida a la estructura del edificio.....                                   | 48 |
| 9.2    | Análisis global.....                                                                 | 48 |
| 9.2.1  | Efectos de la geometría deformada de la estructura .....                             | 48 |
| 9.2.2  | Método de análisis.....                                                              | 49 |
| 9.2.3  | Estabilidad estructural de los bastidores .....                                      | 50 |
| 9.3    | Imperfecciones .....                                                                 | 56 |
| 9.3.1  | Generalidades .....                                                                  | 56 |
| 9.3.2  | Imperfecciones globales .....                                                        | 56 |
| 9.3.3  | Imperfecciones locales en el arriostrado .....                                       | 58 |
| 9.3.4  | Imperfecciones de los componentes .....                                              | 59 |
| 10     | Estado límite último .....                                                           | 60 |
| 10.1   | Resistencia de las secciones transversales y elementos .....                         | 60 |
| 10.1.1 | Generalidades .....                                                                  | 60 |
| 10.1.2 | Propiedades de la sección .....                                                      | 60 |
| 10.1.3 | Elementos a compresión.....                                                          | 61 |
| 10.1.4 | Elementos a flexión .....                                                            | 63 |
| 10.1.5 | Elementos a tracción .....                                                           | 63 |
| 10.2   | Diseño de largueros.....                                                             | 65 |
| 10.2.1 | Generalidades .....                                                                  | 65 |
| 10.2.2 | Efectos de la interacción entre la unidad de carga y el larguero.....                | 65 |
| 10.2.3 | Corrección por holguras .....                                                        | 67 |
| 10.2.4 | Resistencia de diseño plástico .....                                                 | 67 |
| 10.2.5 | Longitud de pandeo para largueros en estanterías de paletas con<br>arriostrados..... | 67 |
| 10.2.6 | Largueros sujetos a flexión y torsión .....                                          | 68 |
| 10.2.7 | Largueros afectados por la distorsión .....                                          | 69 |
| 10.3   | Diseño de puntales.....                                                              | 69 |
| 10.3.1 | Generalidades .....                                                                  | 69 |
| 10.3.2 | Curvas de pandeo .....                                                               | 69 |
| 10.3.3 | Longitud de pandeo por flexión .....                                                 | 69 |
| 10.3.4 | Longitud de pandeo por torsión.....                                                  | 72 |
| 10.4   | Diseño del arriostrado del bastidor.....                                             | 74 |
| 10.4.1 | Generalidades .....                                                                  | 74 |
| 10.4.2 | Robustez.....                                                                        | 74 |
| 10.4.3 | Longitud de pandeo de los elementos del arriostrado del bastidor .....               | 75 |
| 10.5   | Diseño de distanciadores.....                                                        | 76 |
| 11     | Estado límite de servicio .....                                                      | 77 |
| 11.1   | Generalidades .....                                                                  | 77 |
| 11.2   | Largueros.....                                                                       | 77 |
| 11.3   | Largueros en pasarelas o pisos soportados por estanterías .....                      | 77 |
| 12     | Diseño de uniones .....                                                              | 77 |
| 12.1   | Generalidades .....                                                                  | 77 |

|                     |                                                                                                  |    |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 12.2                | Diseño de los conectores.....                                                                    | 77 |
| 12.2.1              | Resistencia de diseño a momento y cortante .....                                                 | 77 |
| 12.2.2              | Combinación de momento y cortante .....                                                          | 77 |
| 12.2.3              | Momento inverso.....                                                                             | 78 |
| 12.3                | Diseño de las clavijas de seguridad.....                                                         | 78 |
| 12.4                | Diseño de empalmes de puntal.....                                                                | 78 |
| 12.5                | Diseño de placas base .....                                                                      | 79 |
| 12.5.1              | Generalidades .....                                                                              | 79 |
| 12.5.2              | Compresión.....                                                                                  | 79 |
| 12.5.3              | Tensión.....                                                                                     | 80 |
| 12.6                | Diseño de anclajes.....                                                                          | 81 |
| 12.6.1              | Generalidades .....                                                                              | 81 |
| 12.6.2              | Robustez.....                                                                                    | 81 |
| 13                  | Diseño asistido por ensayos .....                                                                | 81 |
| 13.1                | Generalidades .....                                                                              | 81 |
| 13.2                | Requisitos para los ensayos.....                                                                 | 82 |
| 13.2.1              | Equipo.....                                                                                      | 82 |
| 13.2.2              | Condiciones de sujeción .....                                                                    | 82 |
| 13.2.3              | Aplicación de las cargas.....                                                                    | 83 |
| 13.2.4              | Incrementos de la carga del ensayo.....                                                          | 83 |
| 13.2.5              | Materiales a ensayar.....                                                                        | 83 |
| 13.2.6              | Ensamblaje de probetas de ensayo .....                                                           | 83 |
| 13.2.7              | Informes de ensayo.....                                                                          | 83 |
| 13.3                | Interpretación de los resultados del ensayo .....                                                | 84 |
| 13.3.1              | Definición de la carga de fallo .....                                                            | 84 |
| 13.3.2              | Correcciones a las observaciones.....                                                            | 84 |
| 13.3.3              | Determinación de los valores característicos.....                                                | 87 |
| 13.3.4              | Valores característicos de una familia de ensayos .....                                          | 88 |
| 13.3.5              | Interpolación entre los resultados de ensayo.....                                                | 89 |
| 14                  | Marcado y placa de características. Identificación de las características de la estantería ..... | 89 |
| Anexo A (Normativo) | Ensayos.....                                                                                     | 90 |
| A.1                 | Ensayos de materiales .....                                                                      | 90 |
| A.1.1               | Ensayos de tracción .....                                                                        | 90 |
| A.1.1.1             | Generalidades.....                                                                               | 90 |
| A.1.1.2             | Ensayo de tracción del conector del larguero .....                                               | 90 |
| A.1.2               | Ensayos de doblado .....                                                                         | 90 |
| A.2                 | Ensayo de los componentes .....                                                                  | 91 |
| A.2.1               | Ensayo de compresión de puntal corto.....                                                        | 91 |
| A.2.1.1             | Propósito del ensayo .....                                                                       | 91 |
| A.2.1.2             | Disposición del ensayo y método.....                                                             | 91 |
| A.2.1.3             | Correcciones a las observaciones .....                                                           | 92 |
| A.2.1.4             | Determinación de los resultados .....                                                            | 93 |
| A.2.2               | Ensayo a compresión en puntales. Comprobación de los efectos del pandeo distorsional.....        | 94 |
| A.2.2.1             | Propósito del ensayo .....                                                                       | 94 |
| A.2.2.2             | Disposición del ensayo y método.....                                                             | 94 |
| A.2.2.3             | Correcciones a las observaciones.....                                                            | 94 |
| A.2.2.4             | Determinación de los resultados .....                                                            | 94 |
| A.2.3               | Ensayo de compresión en puntales. Determinación de las curvas de pandeo .....                    | 96 |
| A.2.3.1             | Propósito del ensayo .....                                                                       | 96 |
| A.2.3.2             | Disposición del ensayo .....                                                                     | 96 |
| A.2.3.3             | Método de ensayo .....                                                                           | 98 |

|           |                                                                                                                  |     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A.2.3.4   | Correcciones a las observaciones .....                                                                           | 98  |
| A.2.3.5   | Determinación de la curva de puntal .....                                                                        | 98  |
| A.2.4     | Ensayo de la rigidez a cortante del bastidor .....                                                               | 100 |
| A.2.4.1   | Propósito del ensayo .....                                                                                       | 100 |
| A.2.4.2   | Método A, cargando el bastidor en la dirección longitudinal.....                                                 | 100 |
| A.2.4.2.1 | Disposición del ensayo .....                                                                                     | 100 |
| A.2.4.2.2 | Método de ensayo .....                                                                                           | 102 |
| A.2.4.2.3 | Correcciones a las observaciones .....                                                                           | 102 |
| A.2.4.2.4 | Determinación de los resultados .....                                                                            | 102 |
| A.2.4.3   | Método alternativo B utilizando una carga de cortante reversible<br>en el sentido transversal del bastidor ..... | 103 |
| A.2.4.3.1 | Generalidades .....                                                                                              | 103 |
| A.2.4.3.2 | Disposición del ensayo .....                                                                                     | 103 |
| A.2.4.3.3 | Método de ensayo .....                                                                                           | 104 |
| A.2.4.3.4 | Correcciones a las observaciones .....                                                                           | 105 |
| A.2.4.3.5 | Determinación de los resultados .....                                                                            | 105 |
| A.2.5     | Ensayos a flexión de puntales .....                                                                              | 106 |
| A.2.5.1   | Propósito del ensayo .....                                                                                       | 106 |
| A.2.5.2   | Disposición del ensayo .....                                                                                     | 106 |
| A.2.5.3   | Método de ensayo .....                                                                                           | 108 |
| A.2.5.4   | Correcciones a las observaciones .....                                                                           | 108 |
| A.2.5.5   | Determinación de los resultados .....                                                                            | 108 |
| A.2.6     | Ensayos a flexión de largueros .....                                                                             | 108 |
| A.2.6.1   | Propósito del ensayo .....                                                                                       | 108 |
| A.2.6.2   | Disposición del ensayo .....                                                                                     | 109 |
| A.2.6.3   | Método de ensayo .....                                                                                           | 111 |
| A.2.6.4   | Correcciones a las observaciones .....                                                                           | 111 |
| A.2.6.5   | Determinación de los resultados .....                                                                            | 111 |
| A.3       | Ensayos de conexiones .....                                                                                      | 111 |
| A.3.1     | Ensayos a flexión de conectores de larguero.....                                                                 | 111 |
| A.3.1.1   | Propósito del ensayo .....                                                                                       | 111 |
| A.3.1.2   | Disposición de los ensayos .....                                                                                 | 112 |
| A.3.1.3   | Procedimiento de ensayo .....                                                                                    | 113 |
| A.3.1.4   | Correcciones a las observaciones .....                                                                           | 114 |
| A.3.1.5   | Determinación de los resultados y procedimiento para definir las<br>curvas.....                                  | 115 |
| A.3.1.5.1 | Procedimiento 1:.....                                                                                            | 115 |
| A.3.1.5.2 | Procedimiento 2:.....                                                                                            | 115 |
| A.3.1.5.3 | Generalidades .....                                                                                              | 115 |
| A.3.1.5.4 | Procedimiento para determinar una curva bilineal.....                                                            | 116 |
| A.3.1.5.5 | Procedimiento para determinar una curva multilínea.....                                                          | 117 |
| A.3.2     | Ensayos de holgura en conectores de larguero .....                                                               | 118 |
| A.3.2.1   | Propósito del ensayo .....                                                                                       | 118 |
| A.3.2.2   | Alternativa 'A': Disposición del ensayo usando un cilindro de carga<br>de doble efecto.....                      | 118 |
| A.3.2.2.1 | Generalidades .....                                                                                              | 118 |
| A.3.2.2.2 | Método de ensayo .....                                                                                           | 118 |
| A.3.2.2.3 | Correcciones a las observaciones .....                                                                           | 119 |
| A.3.2.2.4 | Determinación de los resultados .....                                                                            | 119 |
| A.3.2.3   | Alternativa 'B' usando dos vigas en voladizo y un puntal central.....                                            | 119 |
| A.3.2.3.1 | Disposición del ensayo .....                                                                                     | 119 |
| A.3.2.3.2 | Método de ensayo .....                                                                                           | 120 |
| A.3.2.3.3 | Correcciones a las observaciones .....                                                                           | 121 |
| A.3.2.3.4 | Determinación de los resultados .....                                                                            | 121 |
| A.3.3     | Ensayos a cortante de conectores de larguero y clavijas de<br>seguridad.....                                     | 121 |

|                       |                                                                                                           |     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A.3.3.1               | Propósito del ensayo .....                                                                                | 121 |
| A.3.3.2               | Disposición del ensayo .....                                                                              | 121 |
| A.3.3.3               | Método de ensayo .....                                                                                    | 123 |
| A.3.3.4               | Correcciones a las observaciones .....                                                                    | 123 |
| A.3.3.5               | Determinación de los resultados .....                                                                     | 123 |
| A.3.4                 | Ensayo de interacción momento-cortante de conectores de larguero.....                                     | 123 |
| A.3.4.1               | Propósito del ensayo .....                                                                                | 123 |
| A.3.4.2               | Disposición del ensayo .....                                                                              | 123 |
| A.3.4.3               | Procedimiento de ensayo .....                                                                             | 123 |
| A.3.4.4               | Correcciones a las observaciones .....                                                                    | 123 |
| A.3.4.5               | Determinación de la resistencia a flexión y cortante .....                                                | 124 |
| A.3.4.6               | Determinación de la curva de interacción momento-cortante.....                                            | 124 |
| A.3.4.7               | Relación momento-cortante generalizada .....                                                              | 124 |
| A.3.5                 | Ensayo de conexión al suelo .....                                                                         | 125 |
| A.3.5.1               | Propósito del ensayo .....                                                                                | 125 |
| A.3.5.2               | Reutilización de bloques de hormigón .....                                                                | 125 |
| A.3.5.3               | Alternativa 'A' usando dos tramos de puntal con un bloque de hormigón central.....                        | 125 |
| A.3.5.3.1             | Disposición del ensayo .....                                                                              | 125 |
| A.3.5.3.2             | Método de ensayo .....                                                                                    | 127 |
| A.3.5.4               | Alternativa 'B' usando un trozo de puntal con un bloque de hormigón en el extremo .....                   | 128 |
| A.3.5.4.1             | Disposición del ensayo .....                                                                              | 128 |
| A.3.5.4.2             | Método de ensayo .....                                                                                    | 129 |
| A.3.5.5               | Correcciones a las observaciones .....                                                                    | 130 |
| A.3.5.6               | Determinación de los resultados .....                                                                     | 130 |
| A.3.6                 | Ensayos de empalmes de puntal .....                                                                       | 131 |
| A.3.6.1               | Propósito del ensayo .....                                                                                | 131 |
| A.3.6.2               | Disposición del ensayo .....                                                                              | 131 |
| A.3.6.3               | Método de ensayo .....                                                                                    | 132 |
| A.3.6.4               | Correcciones a las observaciones .....                                                                    | 133 |
| A.3.6.5               | Determinación de los resultados .....                                                                     | 133 |
| Anexo B (Informativo) | Método aproximado.....                                                                                    | 134 |
| B.1                   | Generalidades .....                                                                                       | 134 |
| B.2                   | Análisis aproximado de la estabilidad longitudinal. Método de desplazamiento horizontal amplificado ..... | 134 |
| B.2.1                 | Generalidades .....                                                                                       | 134 |
| B.2.2                 | Factor de amplificación .....                                                                             | 135 |
| B.2.3                 | Análisis lineal elástico .....                                                                            | 136 |
| B.2.4                 | Valor crítico elástico .....                                                                              | 136 |
| B.3                   | Diseño aproximado de una estantería regular en la dirección longitudinal .....                            | 136 |
| B.3.1                 | Fórmula aproximada para una construcción regular .....                                                    | 136 |
| B.3.2                 | Momentos flectores adicionales debidos a la disposición de los niveles de carga .....                     | 139 |
| B.3.3                 | Momentos de diseño .....                                                                                  | 140 |
| B.3.4                 | Cargas de diseño en puntales exteriores .....                                                             | 141 |
| B.4                   | Análisis aproximado de la estabilidad en el sentido transversal .....                                     | 141 |
| B.4.1                 | Generalidades .....                                                                                       | 141 |
| B.4.2                 | Pandeo global de los bastidores.....                                                                      | 141 |
| B.4.3                 | Rigidez a cortante del bastidor.....                                                                      | 142 |
| B.4.4                 | Factor de amplificación $\beta$ .....                                                                     | 143 |
| B.5                   | Diseño aproximado para largueros simétricamente cargados.....                                             | 147 |
| B.5.1                 | Momento flector en el centro del módulo.....                                                              | 147 |

|                       |                                                                                                    |     |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| B.5.2                 | Flecha .....                                                                                       | 148 |
| B.5.3                 | Esfuerzo cortante.....                                                                             | 148 |
| B.5.4                 | Conector .....                                                                                     | 149 |
| B.5.5                 | Cargas equivalentes sobre larguero .....                                                           | 150 |
| Anexo C (Informativo) | Corrección de momentos flectores y flechas en largueros debido a la holgura .....                  | 151 |
| Anexo D (Informativo) | Holgura de bastidor .....                                                                          | 154 |
| D.1                   | Generalidades .....                                                                                | 154 |
| D.2                   | Tipos de arriostrado del bastidor.....                                                             | 154 |
| D.3                   | Holgura.....                                                                                       | 155 |
| Anexo E (Normativo)   | Resistencia a compresión según las Normas EN 1993-1-1 y EN 1993-1-3 .....                          | 157 |
| E.1                   | Compresión axil .....                                                                              | 157 |
| E.2                   | Resistencia de diseño al pandeo por flexión .....                                                  | 157 |
| E.2.1                 | Generalidades .....                                                                                | 157 |
| E.2.2                 | Curvas de pandeo .....                                                                             | 158 |
| E.3                   | Pandeo por torsión o pandeo por flexo-torsión .....                                                | 159 |
| E.4                   | Carga combinada de flexión y axial de compresión .....                                             | 160 |
| E.4.1                 | Generalidades .....                                                                                | 160 |
| E.4.2                 | Flexión y axial de compresión. Resistencia de la sección .....                                     | 161 |
| E.4.3                 | Flexión y axial de compresión. Elemento de resistencia al pandeo .....                             | 161 |
| E.4.4                 | Flexión y tracción .....                                                                           | 164 |
| Anexo F (Informativo) | Guía para determinar la longitud crítica para el ensayo de pandeo distorsional.....                | 166 |
| F.1                   | Introducción.....                                                                                  | 166 |
| F.2                   | Relación entre la longitud y las condiciones de los apoyos en el ensayo.....                       | 166 |
| F.3                   | Método para determinar la longitud crítica de pandeo distorsional ...                              | 167 |
| F.3.1                 | Paso 1 .....                                                                                       | 167 |
| F.3.2                 | Paso 2 .....                                                                                       | 167 |
| F.3.3                 | Paso 3 .....                                                                                       | 169 |
| F.3.4                 | Paso 4 .....                                                                                       | 169 |
| F.3.5                 | Paso 5 .....                                                                                       | 169 |
| F.3.6                 | Paso 6 .....                                                                                       | 170 |
| Anexo G (Informativo) | Propiedades de la sección equivalente.....                                                         | 171 |
| Anexo H (Informativo) | Orientación para modelar el arriostrado vertical en estanterías de paletización arriostradas ..... | 174 |
| Anexo I (Informativo) | Acero relaminado en frío .....                                                                     | 182 |
| Anexo J (Informativo) | Sistemas con almacenaje aleatorio .....                                                            | 183 |
| Anexo K (Informativo) | Inexactitud de posición .....                                                                      | 184 |
| Anexo L (Informativo) | Estabilidad de largueros. Secciones en “C” entrelazadas .....                                      | 185 |
| L.1                   | Generalidades .....                                                                                | 185 |
| L.2                   | Valores límite aproximados.....                                                                    | 185 |
| Anexo M (Informativo) | Control de producción de fábrica (FPC) .....                                                       | 187 |
| M.1                   | Generalidades .....                                                                                | 187 |
| M.2                   | Frecuencia de ensayo .....                                                                         | 187 |

|                              |                                                                                        |            |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>M.3</b>                   | <b>Ensayos de flexión en largueros y conectores.....</b>                               | <b>187</b> |
| <b>M.4</b>                   | <b>Ensayos de flexión .....</b>                                                        | <b>188</b> |
| <b>Anexo N (Informativo)</b> | <b>Desviaciones A.....</b>                                                             | <b>189</b> |
| <b>N.1</b>                   | <b>{A1►} Desviaciones legislativas nacionales holandesas {◄A1}.....</b>                | <b>189</b> |
| <b>Anexo O (Informativo)</b> | <b>Suelos bituminosos .....</b>                                                        | <b>191</b> |
| <b>Anexo P (Informativo)</b> | <b>Modelo de carga tipificado para una distribución de<br/>estantería regular.....</b> | <b>192</b> |
| <b>Bibliografía .....</b>    |                                                                                        | <b>194</b> |

## Prólogo europeo

Esta Norma EN 15512:2020+A1:2022 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 344 *Sistemas de almacenamiento estático de acero*, cuya Secretaría desempeña UNI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de septiembre de 2022, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de septiembre de 2022.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN no es responsable de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma {A1►} EN 15512:2020 {◄A1}.

Esta norma incluye la Modificación 1 aprobada por CEN el 2022-01-14.

El comienzo y el final del texto introducido o modificado se indica por los símbolos {A1►} {◄A1}.

NOTA NACIONAL    Además de las modificaciones introducidas por los símbolos {A1►}{◄A1}, se han introducido correcciones editoriales al texto de la norma UNE.

En comparación con la Norma EN 15512:2009, la estructura general del documento se ha actualizado para que sea más similar al Eurocódigo, se han actualizado varias cláusulas según el estado actual de las normas y recomendaciones FEM, y se han incluido opciones alternativas para los ensayos. Se ha llevado a cabo un estudio probabilístico de confiabilidad para verificar que los factores de carga reducidos se ajustan a los principios del Eurocódigo, resultando menores los factores de reducción del material.

Cualquier comentario o pregunta sobre este documento deberían dirigirse al organismo nacional de normalización del usuario. En la web de CEN se puede encontrar un listado completo de estos organismos.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República de Macedonia del Norte, Rumanía, Serbia, Suecia, Suiza y Turquía.

## **0 Introducción**

### **0.1 Almacenaje**

Los sistemas de almacenaje convencional para carga paletizada son estructuras portantes para el almacenaje de mercancía en almacenes. Esta mercancía es portada generalmente en paletas o cajas-contenedores.

El almacenaje se construye con componentes de acero incluyendo bastidores y largueros. Se utilizan conectores específicos entre puntales y largueros, además de sistemas de arriostrado adicionales, para conseguir una estructura tridimensional de acero "oscilante" o "arriostrada" con "pasillos" para permitir que los preparadores de pedidos, las carretillas industriales o los transelevadores lleguen a las posiciones de almacenamiento vertical. Aunque los componentes son estándar, lo son solo para cada fabricante. Estos componentes se diferencian de las estructuras pórtico tradicionales en lo siguiente:

- 1) Puntales perforados de formas continuas.
- 2) Conexiones mediante enganches.
- 3) Los componentes estructurales generalmente son perfiles de pared delgada conformados en frío.

### **0.2 Requisitos de las normas EN complementarias a los Eurocódigos para el almacenaje**

Debido a las diferencias en la forma de los elementos estructurales, detalles y tipos de conexiones, las normas EN requieren información técnica adicional a la solicitada por los Eurocódigos, con el fin de tener una guía actualizada para los diseñadores de estructuras de almacenaje.

El alcance del Comité Técnico CEN/TC 344 es establecer las normas europeas EN de referencia para la especificación, el diseño, los métodos de instalación, la exactitud de montaje, así como la guía para el usuario en seguridad de uso de los sistemas de almacenaje.

Esto, unido con la necesidad de disponer de normas armonizadas ha sido la razón por la que la Federación Europea de Manutención (EFM/FEM) ha tomado la iniciativa del Comité Técnico CEN/TC 344. El CEN/TC 344 elabora actualmente un cierto número de normas europeas relativas a los tipos específicos de los sistemas de almacenaje convencional para carga paletizada.

### **0.3 Relaciones**

El CEN/TC 344 "*Sistemas de almacenamiento estático de acero*" se encuentra relacionado directamente con el CEN/TC 250 *Eurocódigos estructurales*, CEN/TC 135 "*Ejecución de estructuras de acero y estructuras de aluminio*" y CEN/TC 149 "*Equipos de almacenamiento motorizado*".

### **0.4 Reglamentación sobre el almacenaje y el equipo de trabajo**

Aunque una estantería es una estructura portante en sí misma, existen reglamentaciones a nivel nacional que pueden requerir que las estanterías sean consideradas como "equipo de trabajo" y que, por tanto, puedan estar sujetas a cumplir con lo establecido en la Directiva Europea 89/391/CEE. Este documento tiene que aplicarse en conjunción con las Normas EN 15620, EN 15629 y EN 15635.

## 0.5 Información adicional específica de la Norma EN 15512

La Norma EN 15512 tiene que aplicarse considerando lo establecido en la Norma EN 1990, *Bases de cálculo de estructuras*, EN 1991, *Acciones en estructuras* y EN 1993, *Proyecto de estructuras de acero*.

La Norma EN 15512 se utiliza por:

- los diseñadores e ingenieros de estructuras;
- las autoridades correspondientes.

Los valores numéricos aplicables a los factores parciales de seguridad y otros parámetros de fiabilidad son valores básicos que proporcionan un nivel aceptable de fiabilidad, asumiendo que existe un nivel apropiado de calidad de ejecución y gestión de calidad.

## 1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma europea especifica los requisitos de diseño estructural aplicables a todo tipo de sistemas de paletización convencional fabricados a partir de componentes de acero, destinados a almacenar unidades de carga y sujetos a cargas esencialmente estáticas. Se incluye el sistema de almacenaje convencional para carga paletizada con y sin arriostrados.

Esta norma europea da las directrices para el diseño de almacenes autoportantes de estanterías metálicas donde los requisitos no estén especificados en la Norma EN 1993. Los requisitos de esta norma europea también se aplican donde los componentes de la estantería se utilizan como elementos principales de la estructura.

Esta norma europea no cubre otros tipos específicos de sistemas de almacenaje en estanterías metálicas. Concretamente esta norma no se aplica a estanterías sobre base móvil, compactas (*drive-in* y *drive-throught*), estanterías dinámicas, *push back*, sistemas de carro satélite (*shuttle*), sistemas donde dos o más transelevadores operan uno sobre otro en el mismo pasillo, estantería cantiléver y estanterías de carga manual.

Para el diseño específico de estanterías regulables de carga paletizada en zonas sísmicas, este documento tiene que utilizarse en combinación con la Norma EN 16681.

## 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).

EN 1090-4, *Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 4: Requisitos técnicos para elementos estructurales y estructuras de acero conformados en frío para aplicaciones de cubierta, techo, forjado y muro*.

EN 1990, *Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras*.

EN 1991-1-1:2002, *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-1. Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios*.

EN 1992-4, *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 4: Cálculo de fijaciones para uso en hormigón*.

EN 1993-1-1:2005, *Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios.*

EN 1993-1-3:2006, *Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-3: Reglas generales. Reglas adicionales para perfiles y chapas de paredes delgadas conformadas en frío.*

EN 1993-1-8:2005, *Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-8: Uniones.*

EN 15620, *Almacenaje en estanterías metálicas. Estantería regulable para carga paletizada. Tolerancias, deformaciones y holguras.*

EN 15629, *Almacenaje en estanterías metálicas. Especificación de los equipos de almacenaje.*

EN 15635, *Almacenaje en estanterías metálicas. Uso y mantenimiento del equipo de almacenamiento.*

EN 16681, *Almacenaje en estanterías metálicas. Estantería regulable para carga paletizada. Principios para el diseño sísmico.*

EN ISO 6892-1, *Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1: Método de ensayo a temperatura ambiente (ISO 6892-1).*

EN ISO 7438, *Materiales metálicos. Ensayo de doblado (ISO 7438).*