

# PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)



PROMOTOR:	VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA
TERMINO MUNICIPAL:	CHAÑE
PROVINCIA:	SEGOVIA
FECHA:	AGOSTO 2025

TH INGENIEROS  
 INGENIERIA Y MEDIOAMBIENTE  
 Avenida Padre Claret 12  
 40001 SEGOVIA  
 mariotabanera@telefonica.net

Se puede consultar la autenticidad y el alcance de este documento en [www.agronomocentro.org](http://www.agronomocentro.org)

	<b>TH Ingenieros</b> Ingenieros Agrónomos Avenida Padre Claret 12 40001 Segovia	Nº 119788 Col: TABANFRA HERRERA MARIOTABANERA Tfn.: 921.413079	mariotabanera@telefonica.net www.thingenieros.es
	<b>VISADO</b>	SERR-DKFC83 CLAVE	La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo. La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable. RESPONSABILIDAD COLEGIAL. En los casos de daños derivados del trabajo profesional visado, de los que resulte manifiesto que se trate del trabajo, el Colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este Colegio al visar el trabajo y que guarden relación directa con los elementos que han sido objeto de control colegial en este visado.

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)**



PROMOTOR:	VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA
TERMINO MUNICIPAL:	CHAÑE
PROVINCIA:	SEGOVIA
FECHA:	AGOSTO 2025

<b>TH Ingenieros: Ingeniería y Medio Ambiente</b>
<b>Mario L. Tabanera Herrero. Ingeniero Agrónomo</b>
Avenida Padre Claret 12, 40001 Segovia, Tfno.:921.413079, Móvil: 618.763.580
<a href="http://www.thingenieros.es">www.thingenieros.es</a> ; <a href="mailto:mariotabanera@telefonica.net">mariotabanera@telefonica.net</a>

<b>TH Ingenieros</b>			<a href="mailto:mariotabanera@telefonica.net">mariotabanera@telefonica.net</a>
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	<a href="http://www.thingenieros.es">www.thingenieros.es</a>

## INDICE

1.- OBJETO DEL PROYECTO	6
1.1. AGENTES	6
1.2. INFORMACION PREVIA	6
1.2.2. Naturaleza del proyecto	6
1.2.3. Emplazamiento	7
1.2.4. Condicionantes del Promotor	8
1.2.4.1. Definición de los condicionantes del promotor	8
1.2.4.2. Identificación de los objetivos y criterios de valor	8
1.2.5. Condicionantes del medio	9
1.2.5.1. Condicionantes legales. Normativa Urbanística	9
1.2.5.2. Condicionantes legales. Leyes, Reglamentos y Normas de aplicación	9
1.2.6. Estudio de las alternativas	11
1.3. SITUACION ACTUAL	11
1.4. ANALISIS DE LA NORMATIVA APLICABLE	12
1.4.1. Medio ambiente	12
1.4.1.1. Ley 21/2013, de 9 de Diciembre de Evaluación de Impacto Ambiental	12
1.4.1.2. Ley 16/2002 de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación	12
2. INGENIERIA DEL PROYECTO	13
2.1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	13
3. PRESTACIONES DE LOS EDIFICIOS	16
3.1. Requisitos Básicos del CTE	16
3.2. Limitaciones de uso del edificio	17
4. INGENIERIA DEL PROCESO	17
5.- INGENIERIA DE LAS OBRAS	17
5.1. INGENIERIA DE LAS OBRAS. MEMORIA CONSTRUCTIVA	17
5.10. CUBIERTAS	19
5.11. PARTICIONES INTERIORES	19
5.12. SISTEMA DE ACABADOS	19
5.13. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES	19
5.14. PRESTACION DEL EDIFICIO	24
5.2. SISTEMA ESTRUCTURAL	17
5.3. ESTRUCTURA PORTANTE	18
5.4. ESTRUCTURA PORTANTE HORIZONTAL	18
5.5. BASES DE CALCULO Y METODOS EMPLEADOS	18
5.6. MATERIALES	18
5.7. SISTEMA ENVOLVENTE	19
5.8. MUROS BAJO RASANTE	19
5.9. SUELOS	19
6. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS	25
7. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	26
8. PRESUPUESTO	26

## ANEJOS

- ANEJO 1 Ficha Urbanística
- ANEJO 2 Informe geotécnico
- ANEJO 3 Verificación Código estructural
- ANEJO 4 Control de calidad
- ANEJO 5 Estudio de seguridad y salud
- ANEJO 6 Cumplimiento CTE
- ANEJO 7. Gestión de residuos de obra
- ANEJO 8. Módulos Prefabricados
- ANEJO 9. Instalación eléctrica
- Anejo 10. Eficiencia energética
- Anejo 11. Protección Contra Incendios
- Anejo 12. Incidencia ambiental

## PLANOS

- 1.- Situación. Localización
- 2.- Ubicación
- 3.- Retranqueos.
- 4.- Locales de descanso prefabricados
- 5.- Urbanización. Instalaciones generales

## PLIEGO DE CONDICIONES

- 1. Pliego de cláusulas administrativas
- 2. Disposiciones Generales
- 3. Disposiciones facultativas
- 4. Disposiciones económicas
- 5. Pliego de Condiciones Técnicas Particulares

## MEDICIONES y PRESUPUESTOS

- 1. Cuadro de precios descompuestos
- 2. Mediciones y Presupuestos parciales
- 3. Resumen general de presupuestos

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****MEMORIA**

PROMOTOR:	VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA
TERMINO MUNICIPAL:	CHAÑE
PROVINCIA:	SEGOVIA
FECHA:	AGOSTO 2025

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

## 1.- OBJETO DEL PROYECTO

### 1.1. AGENTES

\* PROMOTOR: El presente proyecto se redacta a instancias de:

D. Gustavo Herranz García con DNI: 03470545Y en representación de VIVEROS CAMPIÑAS SDAD COOP AGRARIA, con CIF: F-40165193 con domicilio en Ctra Vallelado km1, 40216 Chañe (Segovia)

\* PROYECTISTA:

- D. Mario L. Tabanera Herrero; Ingeniero Agrónomo Especialista en Gestión Medioambiental, colegiado nº 2946, del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias.

### 1.2. INFORMACION PREVIA

#### 1.2.1. Antecedentes.

Los promotores, son una empresa familiar, que se dedican a la actividad de vivero de producción y comercialización de plantas hortícolas, fundamentalmente planta de fresa y frambuesa, desde el año 1985.

Igualmente disponen de fincas donde cultivan productos hortícolas (zanahorias, puerros, cebolletas, etc.), que transforman en unas instalaciones ubicadas en la localidad de Chañe.

La empresa dispone del certificado ISO 9001:2015 con el que se compromete a gestionar mejor y optimizar todos los procesos de tal manera que puedan dar un mejor producto a sus clientes.

Igualmente, disponen de la certificación ISO 14001:2015 la cual avala el compromiso de la empresa por el cuidado del medio ambiente, para ello trabajan desde la perspectiva del ciclo de vida de sus productos. Controlan el impacto ambiental realizando análisis periódicos de vertidos, ruidos, agua y suelos, entre otros, para conseguir una producción y elaboración sostenible.

En su política de trabajar bajo el concepto de mejora continua e innovación, siempre mirando cómo hacerlo mejor y a través de un crecimiento innovador, es por ello por lo que actualmente están inmersos en diferentes proyectos de I+D.

Dentro de los resultados de estas investigaciones, comenzaron a cerrar el ciclo del cultivo de plantas de fresa y comenzaron a producir frutos de fresa en cultivo hidropónico en invernaderos en fechas diferentes a las zonas tradicionales de cultivo del sur de España, Huelva principalmente.

La producción de fresa se ha ido extendiendo, para lo cual adquirieron unas fincas en el término municipal de Chañe, donde cultivan la fresa en temporada de junio a agosto.

Durante esta época de recolección necesitan unos locales de descanso temporales para la gran cantidad de mano de obra necesaria para su recolección.

Ya, en noviembre de 2024 se tramitó un expediente para la rehabilitación de una edificación existente (7 locales de descanso) y la instalación de 9 locales de descanso prefabricados, en el polígono 11 parcelas 5018 y 5019 (anexas a las parcelas dónde se pretende producir la instalación proyectada). Las cuatro parcelas 5018, 5019, 5020 y 5021, están en fase de agrupación.

#### 1.2.2. Naturaleza del proyecto

Se redacta el presente proyecto a petición de la sociedad VIVEROS CAMPIÑAS, SDAD. COOP. AGRARIA, para instalar unos locales prefabricados, para el descanso del personal en una explotación agrícola destinada a producción de fruto de fresa en Chañe (Segovia).

Los promotores disponen de la explotación de unas fincas para la producción en invernadero de fruto de fresa, bajo plástico, en las inmediaciones de la ubicación del presente proyecto.

En la propia finca, donde se ubican los invernaderos, no dispone de estos espacios de descanso. Por otra parte, durante la campaña de recolección de la fresa (de junio a agosto), se necesita disponer de mano de obra temporal ya que toda la recolección se realiza de forma manual.

Estos trabajadores necesitan disponer de locales para descanso del personal. La empresa promotora propone para estos usos, unas construcciones prefabricadas, que disponen de los servicios sanitarios necesarios y se localizan sobre una plataforma de hormigón.

TH Ingenieros			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

La situación de la empresa y el mercado, permiten ejecutar el proyecto para generar nuevas economías de escala. El proyecto pretende crear una empresa puntera en su sector con la incorporación de producción y venta de fruto de fresa.

El presente proyecto servirá para la tramitación de la Autorización de Uso Excepcional en suelo Rústico y la obtención de las preceptivas licencias municipales.

El proyecto, a realizar, estará acogido al régimen de "COMUNICACIÓN AMBIENTAL" según el DECRETO 8/2018, de 5 de abril, por el que se modifica el Anexo III del Texto Refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.

Este proyecto, por tratarse de un proyecto de ejecución requiere su visado colegial obligatorio por el Real Decreto 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio.

### 1.2.3. Emplazamiento

Las construcciones para realizar se efectuarán en una parcela rústica, situada en el Término Municipal de Chañe (Segovia), polígono 11 parcelas 5020 y 5021 (estas parcelas están en fase de agrupación junto a las 5018 y 5019).

Las coordenadas UTM 30, ETRS 89, del emplazamiento son:

X: 380.702,62 m.

Y: 4.576.773,85 m.

La parcela tiene de coordenadas:

Latitud: N 41°20' 1,98''

Longitud: O 4° 25' 32,88''

Desde el punto de vista urbanístico, la parcela se encuentra catalogada como suelo no urbanizable, permitiéndose por tanto este tipo de construcciones.

A continuación, se definen las características cualitativas y cuantitativas del proyecto:

**Superficie de la parcela agrupada: 6.591 m<sup>2</sup>**

**Superficie de la actuación: 700,25 m<sup>2</sup>**

**Porcentaje de ocupación sobre parcela: 29,79%**

**Plantas sobre rasante: 1**

**Altura máxima al alero: 3 m.**

**Distancia a Casco Urbano: < 1.000 m.**

#### JUSTIFICACIÓN DEL INTERES PÚBLICO DEL PROYECTO

- Se pretende realizar unas construcciones vinculadas a la actividad agrícola de cultivo de fresas.
- Esta empresa es una buena empleadora de mano de obra en el medio rural, de modo que la existencia de esta ha contribuido, a la fijación de población en el medio rural.
- Se pretende dar servicio a la actividad desarrollada y a la mano de obra temporal necesaria para la recolección de las fresas. Debido a la gran cantidad de mano de obra necesaria, no es posible que los puestos de trabajo sean cubiertos por personas de la zona, por lo que se procede a la contratación de trabajadores de todo el territorio nacional o inmigrantes.
- Con la realización del proyecto se crearán hasta 100 puestos de trabajo eventuales.
- El proyecto contribuirá al bienestar general de la población, asegurando trabajo y por tanto rentas para el entorno.
- La actividad alimentaria contribuye al desarrollo rural del municipio a la consecución de los objetivos marcados por la Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo sostenible del Medio Rural, que plantea como medidas de desarrollo rural la diversificación de la actividad económica, el fomento de la creación y el mantenimiento del empleo y el autoempleo, y el mantenimiento y la mejora del nivel de población del medio rural.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

- La ley 1/2014, de 19 de marzo, Agraria de Castilla y León, establece como objetivo de la política de desarrollo rural, garantizar y fomentar la actividad agraria y agroalimentaria como ejes vertebrados de las zonas rurales, fomentar la organización de la cadena alimentaria, incluyendo la transformación y comercialización de productos agrarios.
- En el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León se consideran de interés público los usos industriales vinculados a la producción agropecuaria.

#### JUSTIFICACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

De acuerdo con el artículo 23 de la Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León y artículo 308 de su Reglamento, se realiza la justificación de la necesidad de emplazamiento en suelo rústico.

#### A) Descripción del emplazamiento:

La parcela donde se ubicarán las construcciones está calificada como suelo NO URBANIZABLE.

Las características esenciales del uso solicitado y de las construcciones e instalaciones asociadas son la adaptación de una nave existente (antiguo cebadero de porcino) y unos pabellones prefabricados, para descanso del personal.

La dotación de servicios necesarios es:

Suministro de energía eléctrica: Se dispone de suministro eléctrico mediante línea de media tensión y centro de transformación propio.

Suministro de agua potable: Se dispone de suministro mediante conexión a la red municipal.

Saneamiento: Se dispondrá de una fosa séptica y filtro biológico para recogida y posterior entrega a gestor autorizado de las aguas residuales.

Acceso: Se dispone de un acceso a través de un camino rural.

#### B) Justificación de la necesidad de emplazamiento en suelo no urbanizable:

El principal motivo es la necesidad de recurso de suelo, no satisfecha en suelo urbanizable en el municipio.

La actividad principal es una actividad agrícola, que necesita mucho recurso temporal de mano de obra y locales para su descanso.

El suelo en el que se ubica el proyecto tiene capacidad de acogida para el desarrollo de la actividad y capacidad para el crecimiento de esta.

#### NN.SS. CHAÑE: CUMPLIMIENTO

Una vez justificado que se trata de un uso permitido: "ACTIVIDADES DECLARADAS DE UTILIDAD PUBLICA O INTERES SOCIAL" en SUELO NO URBANIZABLE, en este caso, ligado a una explotación agrícola, concretamente, INVERNADEROS DE FRESA, a unos 400 m de la ubicación del proyecto, se definen las principales condiciones de edificación:

- Parcela mínima: parcelación existente
- Ocupación máxima: 2500 m<sup>2</sup>
- Retranqueos: 5 m a linderos y caminos
- Nº plantas: 1
- Altura al alero: 3m

### 1.2.4. Condicionantes del Promotor

#### 1.2.4.1. Definición de los condicionantes del promotor

El promotor ha impuesto el proceso productivo, la capacidad, los objetivos y el emplazamiento de las edificaciones.

#### 1.2.4.2. Identificación de los objetivos y criterios de valor

1. Elaboración de un proyecto viable que permita al promotor mejorar su rentabilidad.
2. Construcción de edificaciones funcionales que presente un ambiente agradable tanto interior como exterior.
3. Distribución óptima de superficies de forma que permitan un máximo aprovechamiento de la edificación.
4. Los materiales utilizados en la construcción sean de máximas calidades con el fin de que garanticen una durabilidad alta en el tiempo.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

## 1.2.5. Condicionantes del medio

### 1.2.5.1. Condicionantes legales. Normativa Urbanística

#### MARCO NORMATIVO

Real Decreto Legislativo 2/2008, 20 de Junio por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Suelo. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

Ley 10/1998, de 5 de diciembre, de Ordenación del Territorio de la Comunidad de Castilla y León.

Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León.

Decreto 22/2004, de 29 de enero, Reglamento de Urbanismo de Castilla y León. modificado por el Decreto 6/2008, Decreto 68/2006 y Decreto 45/2009.

Es de aplicación Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de **Chañe** (ver anejo 1: ficha urbanística)

En la siguiente imagen se aprecia las características catastrales de la finca dónde se pretende ubicar la explotación.

### 1.2.5.2. Condicionantes del medio físico

Además de los condicionantes impuestos por el promotor, este proyecto está condicionado por la superficie, forma, naturaleza del suelo, las instalaciones y edificaciones existentes y las condiciones urbanísticas de la parcela.

### 1.2.5.3. Condicionantes legales. Leyes, Reglamentos y Normas de aplicación

- Decreto Legislativo 1/2015, 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- DECRETO 4/2018, de 22 de febrero, por el que se determinan las condiciones ambientales mínimas para las actividades o instalaciones ganaderas de Castilla y León, se modifica el Anexo III del Texto Refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León aprobado por el Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, y se regula el régimen de comunicación ambiental para el inicio del funcionamiento de estas actividades.
- DECRETO 8/2018, de 5 de abril, por el que se modifica el Anexo III del Texto Refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León aprobado por el Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, en relación con determinadas industrias agroalimentarias de Castilla y León, se determinan las condiciones ambientales mínimas y se regula el régimen de comunicación ambiental.
- Decreto 159/1994, de 14 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Aplicación de la Ley de Actividades Clasificadas.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. (BOE 11-12-2013).
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Ley 3/1998, de 24 de junio, de accesibilidad y supresión de las barreras arquitectónicas.
- Decreto 217/2001, de 30 agosto por el que se aprueba el Reglamento de accesibilidad y supresión de barreras.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

- Real Decreto 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones.
- Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

#### REGLAMENTACIÓN TÉCNICA

- Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación CTE
- Código Estructural
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, modificado por el Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (Decreto 842/2002 de 2 de agosto).
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Reglamento de Equipos a Presión e Instrucciones Técnicas Complementarias, Real Decreto 2060/2008 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.
- Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 03 «Instalaciones petrolíferas para uso propio.
- Real Decreto 1523/1999, 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas y las instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre de 2000, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 2200/1995, 28 diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial.
- Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio
- Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial.
- Ley 2/2011, de 4 de marzo, de economía sostenible.
- Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología.
- Real Decreto-ley 20/2018, de 7 de diciembre, de medidas urgentes para el impulso de la competitividad económica en el sector de la industria y el comercio en España.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, modifica Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Ley 6/2014, de 12 de septiembre, de Industria de Castilla y León
- Acuerdo 26/2017, de 8 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el Plan director de Promoción Industrial de Castilla y León 2017-2020.

#### REGLAMENTACIÓN ESPECÍFICA

- Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios.
- Real Decreto 3484/2000 por el que se establecen las normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas.
- Real Decreto 135/2010, de 12 de febrero, por el que se derogan disposiciones relativas a los criterios microbiológicos de los productos alimenticios.

### 1.2.6. Estudio de las alternativas

#### - Ubicación

Viene determinada porque la parcela donde se pretende ubicar el proyecto dispone de todos los servicios, acometida municipal de agua potable, suministro de energía eléctrica, edificaciones existentes abandonadas (que se pretenden rehabilitar) y su proximidad a los centros de trabajo (invernaderos), lo que facilita el acceso del personal a estas áreas de descanso

#### - Diseño

En función del uso al que va a destinarse la edificación proyectada, de la legislación aplicable y las prescripciones descritas por el promotor la solución adoptada es la siguiente:

#### - Prestaciones

Las edificaciones se destinarán al uso para el que han sido proyectadas, que es la de locales de descanso del personal que trabaja en los invernaderos cercanos.

### 1.3. SITUACION ACTUAL

Actualmente la finca dónde se pretende ubicar el proyecto consta de 4 parcelas catastrales (en fase de agrupación), polígono 11 parcelas 5018, 5019, 5020 y 5021.

Superficies parcelas

Referencia catastral	polígono	parcela	superficie (m <sup>2</sup> )
40075A011050180000OR	11	5018	2184
40075A011050190000OD	11	5019	2029
40075A011050200000OK	11	5020	1364
40075A011050210000OR	11	5021	1014
<b>TOTAL</b>			<b>6591</b>

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

La finca dispone de instalación de agua potable, instalación de electricidad y red de saneamiento.

En la parcela existen las siguientes edificaciones:

- Nave a dos aguas de 451,36 m<sup>2</sup> y un anexo de 15,31 m<sup>2</sup> a 1 agua. Reformada y que acoge actualmente 7 locales de descanso
- Nave auxiliar de 64 m<sup>2</sup>, usada como almacén.
- Edificación prefabricada de 700,25 m<sup>2</sup>, que ubica 9 locales de descanso.
- Se trata de una zona periurbana.

## 1.4. ANALISIS DE LA NORMATIVA APLICABLE

### 1.4.1. Medio ambiente

#### 1.4.1.1. Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación de Impacto Ambiental.

En su artículo 7, apartado 1 establece que los proyectos, comprendidos en el anexo I, así como los comprendidos en el apartado 2 cuando lo decida el órgano ambiental y cualquier modificación consignado en el Anexo I o en el Anexo II deberán someterse a una evaluación de impacto ambiental en la forma prevista en esta ley.

Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental.

El presente proyecto NO se encuentra sometido a evaluación de impacto ambiental según **Ley 21/2013, y su tramitación es de Comunicación al Ayuntamiento**

#### 1.4.1.2. Ley 16/2002 de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

En su Artículo 2. Ámbito de aplicación. Esta Ley será aplicable a las instalaciones incluidas en las categorías enumeradas en el Anejo 1, Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifica la Ley 16/2002 y RD 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002.

Artículo 5. Obligaciones de los titulares de las instalaciones.

Disponer de la autorización ambiental integrada, cumplir las obligaciones de control y suministro de información previstas por la legislación, comunicar al órgano competente para otorgar la autorización ambiental integrada cualquier modificación, prestar la asistencia y colaboración necesarias a quienes realicen las actuaciones de vigilancia, inspección y control.

La actuación **NO se encuentra incluido en el ámbito de aplicación de la Ley 16/2002 y sus modificaciones.**

TH Ingenieros			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

## 2. INGENIERIA DEL PROYECTO

### 2.1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto contempla la actuación siguiente:

Disposición de 9 módulos prefabricados, destinados a locales de descanso, de planta rectangular y dimensiones 8,03 x 8,15 m., y una superficie construida unitaria de cada módulo de 65,44 m.

Situación final con proyecto	ud	longitud (ml)	anchura (ml)	superficie (m <sup>2</sup> )
Edificio actual zona estancia	1	52,735	8,559	451,358865
	1	4,4	3,48	15,312
Edificio almacén existente	1	11,321	5,645	63,907045
Caseta auxiliar instalaciones	1	6,2	5,2	32,24
Locales de descanso existentes	1	85,815	8,16	700,2504
Locales de descanso proyectados	1	85,815	8,16	700,2504
<b>TOTAL</b>				<b>1963,31871</b>

#### 2.1.1. Parcela

La actividad objeto del presente proyecto, está ubicada en una parcela de forma casi rectangular, con topografía prácticamente plana con pendientes inferiores al 1%.

La parcela está urbanizada y dispone de los servicios necesarios para el desarrollo de la actividad.

Referencia catastral	polígono	parcela	superficie (m <sup>2</sup> )
40075A011050180000OR	11	5018	2184
40075A011050190000OD	11	5019	2029
40075A011050200000OK	11	5020	1364
40075A011050210000OR	11	5021	1014
<b>TOTAL</b>			<b>6591</b>

Las parcelas donde se quiere ubicar el proyecto se encuentran en fase agrupación

#### 2.1.2. Explanación

Se realizará la retirada de la tierra de cobertura vegetal, y esparcida en la parcela, por la riqueza de dicho suelo para el cultivo. Esta capa corresponde con la capa arable de unos 20 cm de espesor.

La explanación se realizará en la totalidad de la parcela, tanto para ubicar la losa que soporte los módulos prefabricados y dar las pertinentes pendientes para evacuar las aguas de lluvia.

#### 2.1.3. Cimentación

La cimentación ha de transmitir el terreno las acciones procedentes del peso propio de la estructura, y las acciones que sobre ella se producen, cargas de viento, nieve, y habiéndose previsto un terreno con una resistencia admisible de 2 kg/cm<sup>2</sup>, debiéndose comprobar in situ con ensayos si se precisan variación de los cálculos de cimentación con el terreno encontrado.

La cimentación estará construida a base de losa e= 20 cm, de hormigón HA-25/B/40/XC2, según código estructural.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

#### 2.1.4. Solera

Solera de los locales de descanso prefabricados. Sobre el terreno explanado se realizará una compactación de este con pisón vibrador. Posteriormente se realizará un enchanchado de piedra de 20 cm de espesor, al cual se le aplicará hormigón de limpieza y nivelación de la superficie de 10 cm de espesor HA-25IIa. Terminando la solera con una capa de hormigón armado HA-25IIa sobre mallazo de 20 x 20 O6, y dejando la superficie terminada con hormigón pulido, de 10 cm de espesor.

#### 2.1.5. Estructura

La estructura es estudiada de manera individual, lo que permite establecer las secciones de cada uno de los elementos, tales como: pilares, cuchillos, correas y refuerzos, este estudio toma en cuenta las sobrecargas de nieve y viento según los Códigos Técnicos de Edificación CTE DBSE- AE "Seguridad estructural. Acciones en la Edificación" y, CTE DB-SE A "Seguridad estructural. Acero", las sobrecargas de cubierta. Ver plano correspondiente para la caseta auxiliar de instalaciones.

#### 2.1.6. Cubierta

A base de panel tipo sándwich.

#### 2.1.7. Cerramientos

Cerramientos laterales

- Aislamiento de Poliuretano de 50 mm
- Placas de chapa prelacada
- Color ocre exterior, interior color blanco

Características

- Panel prefabricado alma de poliuretano: 50 mm

Frontales

- Panel sándwich de chapa lacada de 50 mm,
- Exterior color ocre, interior color blanco

#### 2.1.8. Puertas y portones

- Panel sándwich de chapa lacada de 40 mm, con aislante de poliuretano para la caseta auxiliar y para los locales de descanso ver plano correspondiente.

#### 2.1.9. Cerramiento de parcela

Se procederá a la instalación de alambra de malla simple torsión galvanizada.

### 2.2. Instalaciones

#### 2.2.1. Fontanería

La instalación de fontanería consiste en acometida a la red existente en el núcleo de locales anexos. Así partirá del depósito ubicado en la caseta auxiliar y luego se distribuirá a los diferentes locales de descanso.

#### 2.2.2. Electricidad

El suministro eléctrico procederá de una línea próxima de MT y su correspondiente centro de transformación (será objeto de un proyecto específico).

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

### 2.3. Cumplimiento de CTE y otra Normativa específica

Según el art.2 del Real decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, relativo al ámbito de aplicación, el CTE se aplicara a las obras de edificación de nueva construcción, excepto a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas.

Otra normativa de aplicación será la relativa a:  
Cumplimiento de la normativa sectorial de gallinas destinados a la producción de huevos. Se justifica su cumplimiento en el apartado 3. Cumplimiento del CTE.

### 2.4. Control de Calidad

Con el fin de dar cumplimiento del Código Estructural  
Este código se aplica a todas las estructuras y elementos de hormigón estructural, de edificación o de ingeniería civil, con las excepciones siguientes:

- los elementos estructurales mixtos de hormigón y acero estructural y, en general, las estructuras mixtas de hormigón estructural y otro material de distinta naturaleza con función resistente;
- las estructuras en las que la acción del pretensado se introduce mediante armaduras activas fuera del canto del elemento;
- las estructuras realizadas con hormigones especiales no considerados explícitamente en este código, tales como los pesados, los refractarios y los compuestos con, serrines u otras sustancias análogas;
- las estructuras que hayan de estar expuestas normalmente a temperaturas superiores a 70°C.

Según su art. 4.2.3 de Condiciones Técnicas de la Ejecución, Durante la construcción, se desarrollarán las actividades de control necesarias para comprobar la conformidad de los procesos empleados en la ejecución, la conformidad de los materiales y productos que lleguen a la obra, así como la conformidad de aquellos que se preparen en la misma con la finalidad de ser incorporados a ella con carácter definitivo.

Para ello se realizará un Ensayo estadístico del hormigón a emplear, según las especificaciones marcadas por la instrucción, que englobará la recogida de muestras, fabricación, conservación en cámara húmeda, refrendado y rotura de 1 probeta de 15x30 cm, dos a 7 días y los tres restantes a 28 días, con ensayo de consistencia, con dos medidas por toma.

### 2.5. Gestión de residuos

Sera necesaria una gestion adecuada de los residuos generados durante la obra de construcción, en cumplimiento con la Ley 22/2011 de 28 de julio, de Residuos y suelos contaminados y la 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestion de los residuos de construcción y demolición. Dichos residuos y desechos, tanto líquidos como sólidos, generados como consecuencia de las obras, deberán ser trasladados a plantas de reciclado o de tratamiento, y en algunos casos, reutilizados en la propia obra. Deberá ser necesario un Plan de gestion de dichos residuos.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

### 3. PRESTACIONES DE LOS EDIFICIOS

#### 3.1. Requisitos Básicos del CTE

La relación de las prestaciones del edificio, por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE son:

Requisitos básicos	Según CTE	En Proyecto	Prestaciones según el CTE en Proyecto	
<b>Seguridad</b>	DB-SE	Seguridad estructural	DB-SE	De tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los muros y la cubierta autoportante u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
	DB-SI	Seguridad en caso de incendio	DB-SI	De tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.
	DB-SU	Seguridad de utilización	DB-SU	De tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.
<b>Habitabilidad</b>	DB-HS	Salubridad	DB-HR	Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanquidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.
	DB-HR	Protección frente al ruido	DB-HR	De tal forma que el ruido percibido no ponga en riesgo la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.
	DB-HE	Ahorro de energía y aislamiento térmico	DB-HE	De tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio. Cumple con la UNE EN ISO 13370:1999 "Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno Métodos de cálculo" Otros aspectos fundamentales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio
<b>Funcionalidad</b>	Utilización	Ordenanza urbanística	De tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.	

Requisitos básicos	Según CTE	En Proyecto	Prestaciones que superan al CTE en Proyecto	
<b>Seguridad</b>	DB-SE	Seguridad estructural	DB-SE	No se acuerdan
	DB-SI	Seguridad en caso de incendio	DB-SI	No se acuerdan
	DB-SU	Seguridad de utilización	DB-SU	No se acuerdan
<b>Habitabilidad</b>	DB-HS	Salubridad	DB-HR	No se acuerdan
	DB-HR	Protección frente al ruido	DB-HR	No se acuerdan
	DB-HE	Ahorro de energía	DB-HE	No se acuerdan
<b>Funcionalidad</b>	Utilización	Ordenanza urb. zonal	No se acuerdan	
	Accesibilidad	Reglamento Castilla y León	No se acuerdan	
	Acceso a los servicios	Infraestructuras comunes Telec.	No se acuerdan	

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

### 3.2. Limitaciones de uso del edificio

El edificio solo podrá destinarse al uso previsto de locales de descanso. La dedicación de algunas de sus dependencias a uso distinto del proyectado requerirá de un proyecto de reforma y cambio de uso, que será objeto de una nueva licencia ambiental.

Este cambio de uso será posible siempre y cuando el nuevo destino no altere las condiciones del resto del edificio, ni sobrecargue las prestaciones iniciales del mismo en cuanto a estructura, instalaciones, etc.

Descripción de los usos característicos de los edificios proyectadas en su conjunto y de cada una de las dependencias e instalaciones, estableciendo las posibles limitaciones que pudiese haber.

En el diseño de las dependencias, este proyecto incluye la construcción de una nueva nave.

## 4. INGENIERIA DEL PROCESO

La actividad que desarrolla la promotora es el cultivo de fresas en invernadero y en cultivo hidropónico. Se adaptará la nave existente para ubicar en ella 7 módulos de descanso. Asimismo, se realizarán 9 módulos prefabricados para el descanso del personal en época de recolección de las fresas.

Cada módulo alojará a 4 personas, en su zona de descanso, lo que supone 64 personas.

Estas instalaciones estarán en actividad, durante los meses de junio a agosto, que es en esta época cuando la empresa emplea gran cantidad de mano de obra ya que las operaciones a realizar son fundamentalmente manuales.

## 5.- INGENIERIA DE LAS OBRAS

### 5.1. INGENIERIA DE LAS OBRAS. MEMORIA CONSTRUCTIVA

#### 5.1.1. Sustentación del edificio

En este proyecto se contempla la siguiente construcción:

Para los locales prefabricados se aplicará solera armada, según planos

#### 5.1.2. Características del terreno de cimentación:

El suelo en el que se van a realizar las edificaciones es sensiblemente ondulado. En el anejo geotécnico se describen las características del terreno.

Se eliminará la capa superficial de tierra vegetal y se nivelará el terreno adecuadamente.

La cimentación que se va a realizar para esta edificación será de tipo superficial, apoyándose esta en el estrato arenoso a menos de 1 m de profundidad.

Para el cálculo de la cimentación, considerando el suelo arenoso con densidad media, se considera a efectos de cálculo para situaciones persistentes una resistencia del terreno de 2,00 kp/cm<sup>2</sup>.

### 5.2. SISTEMA ESTRUCTURAL

#### 5.2.1. Cimentación

Para el cálculo de la losa de cimentación se tienen en cuenta las acciones debidas a las cargas transmitidas por los elementos portantes verticales, la presión de contacto con el terreno y el peso propio de las mismas. Bajo estas acciones y en cada combinación de cálculo, se realizan las siguientes comprobaciones sobre cada una de las direcciones principales de la losa: flexión, cortante, vuelco, deslizamiento, cuantías mínimas, longitudes de anclaje, diámetros y separaciones mínimos y máximas de armaduras. Además, se comprueban las dimensiones geométricas mínimas, seguridad frente al deslizamiento, tensiones medias y máximas, compresión oblicua y el espacio necesario para anclar los arranques o pernos de anclajes.

Para el cálculo de tensiones en el plano de apoyo de la losa se considera una ley de deformación plana sin admitir tensiones de tracción.

La losa de cimentación se dimensionan para soportar los axiles especificados por la normativa, obtenidos como una fracción de las cargas verticales de los elementos de cimentación dispuestos en cada uno de los

TH Ingenieros			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

extremos. Aquellas vigas que se comportan como vigas centradoras soportan, además, los momentos flectores y esfuerzos cortantes derivados de los momentos que transmiten los soportes existentes en sus extremos.

Además de comprobar las condiciones de resistencia de las vigas de cimentación, se comprueban las dimensiones geométricas mínimas, armaduras necesarias por flexión y cortante, cuantías mínimas, longitudes de anclaje, diámetros mínimos, separaciones mínimas y máximas de armaduras y máximas aberturas de fisuras.

### 5.2.2. Contención de tierras

No se proyectan.

### 5.3. ESTRUCTURA PORTANTE

Los elementos portantes verticales se dimensionan con los esfuerzos originados por las vigas y pilares que soportan. Se consideran las excentricidades mínimas de la norma y se dimensionan las secciones transversales de tal manera que en ninguna combinación se superen las exigencias derivadas de las comprobaciones frente a los estados límites últimos y de servicio.

### 5.4. ESTRUCTURA PORTANTE HORIZONTAL

No se proyectan.

### 5.5. BASES DE CALCULO Y METODOS EMPLEADOS

En el cálculo de la estructura correspondiente al proyecto se emplean métodos de cálculo aceptados por la normativa vigente. El procedimiento de cálculo consiste en establecer las acciones actuantes sobre la obra, definir los elementos estructurales (dimensiones transversales, alturas, luces, disposiciones, etc.) necesarios para soportar esas acciones, fijar las hipótesis de cálculo y elaborar uno o varios modelos de cálculo lo suficientemente ajustados al comportamiento real de la obra y finalmente, la obtención de los esfuerzos, tensiones y desplazamientos necesarios para la posterior comprobación de los correspondientes estados límites últimos y de servicio.

Las hipótesis de cálculo contempladas en el proyecto son:

Para el **hormigón**:

En las secciones transversales de los elementos se supone que se cumple la hipótesis de Bernoulli, es decir, que permanecen planas después de la deformación.

Se desprecia la resistencia a tracción del hormigón.

Para las armaduras se considera un diagrama tensión-deformación del tipo elasto-plástico tanto en tracción como en compresión.

Para el hormigón se considera un diagrama tensión-deformación del tipo parábola rectángulo.

Para el **acero**:

Se considera un comportamiento elástico y lineal de los materiales. Las barras son consideradas como elementos lineales.

Se determinan las hipótesis de carga según su origen y a partir de ellas se establecen las distintas combinaciones y estados límite.

A partir de la geometría y cargas se obtiene la matriz de rigidez de la estructura y las matrices de carga por hipótesis simples. Se obtiene la matriz de desplazamientos de los nudos de la estructura.

Se calculan las combinaciones para todos los estados y los esfuerzos en cualquier sección a partir de los esfuerzos en los extremos.

### 5.6. MATERIALES

En el presente proyecto se emplearán los siguientes materiales:

Hormigón (ver anejo cumplimiento Código estructural)

Aceros para armaduras (ver anejo cumplimiento Código estructural)

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

## 5.7. SISTEMA ENVOLVENTE

### 5.7.1. Cerramientos exteriores

#### Fachadas

Cerramiento en panel sándwich de 50 mm de espesor desde el suelo hasta el encuentro con el panel de cubierta. Puertas, varios según sea en edificio a rehabilitar, caseta o en los locales prefabricados (ver planos)  
Ventanas: se dispondrá de ventanas para ventilación (ver planos). Que facilitara su ventilación y la entrada de luz natural. Irán equipadas con malla mosquitera (en locales de descanso).

### 5.8. MUROS BAJO RASANTE

No se proyectan.

### 5.9. SUELOS

El suelo de la edificación se compone de una solera de 20 cm de espesor ejecutada al nivel de cimentación, con un pequeño recubrimiento de las zapatas y viga de atado de unos 8 cm, sobre ellas, y sobre una capa de grava drenante de 20 cm.

### 5.10. CUBIERTAS

Se resuelven a base de panel tipo sándwich, con doble chapa de acero y alma de poliuretano

### 5.11. PARTICIONES INTERIORES

Los locales estas particiones se resuelven con paneles tipo sándwich de doble chapa de acero y alma de poliuretano de diferentes espesores (ver planos correspondientes)

### 5.12. SISTEMA DE ACABADOS

#### 5.12.1. Exteriores

Los acabados exteriores de las edificaciones serán:

Fachadas: Chapa lacada del panel sándwich del cerramiento lateral de color ocre no brillante.

Cubiertas: Chapa lacada del panel sándwich

#### 5.12.2. Interiores

Los acabados interiores de la nave son:

Paredes: Chapa de color blanco del panel sándwich del cerramiento vertical de fachada.

Paredes división interior: chapa de color blanco del panel sándwiches

### 5.13. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES

#### 5.13.1. Protección contra incendios

##### Datos de partida

Uso principal previsto del establecimiento: zona de descanso trabajadores de los invernaderos

Altura de evacuación del edificio: 0.0 m

Sectores de incendio y locales o zonas de riesgo especial en el edificio

Sector / Zona de incendio Uso / Tipo

Sector de incendio único por edificio, ubicados > 3 m entre sí.

##### Objetivo

Los sistemas de acondicionamiento e instalaciones de protección contra incendios considerados se disponen para reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios del edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento del edificio.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

### Prestaciones

Se limita el riesgo de propagación de incendio por el interior del edificio mediante la adecuada sectorización de este; así como por el exterior del edificio, entre sectores y a otros edificios.

El edificio dispone de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

En concreto, y de acuerdo con las exigencias establecidas en el DB SI 4

'Instalaciones de protección contra incendios', se han dispuesto las siguientes dotaciones:

1 extintor de polvo ABC en cada local de descanso

1 extintor de CO2 en la ubicación del cuadro eléctrico general de la finca

Por otra parte, el edificio dispone de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad, facilitando al mismo tiempo la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores prestaciones.

### Bases de calculo

El diseño y dimensionamiento de los sistemas de protección contra incendios se realiza en base a los parámetros objetivos y procedimientos especificados en el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales, que aseguran la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio.

Para las instalaciones de protección contra incendios contempladas en la dotación del edificio, su diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento cumplen lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de protección contra Incendios, así como en sus disposiciones complementarias y demás reglamentaciones específicas de aplicación.

### 5.13.2. Alumbrado

Se instalará un sistema de alumbrado de led.

El suministro eléctrico a esta instalación se desarrolla a partir de la conexión a la red en media tensión de la zona, con instalación de transformador (será objeto de otro proyecto)

### Objetivo

Los requerimientos de diseño de la instalación de alumbrado del edificio son dos:

- Limitar el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.
- Proporcionar dichos niveles de iluminación con un consumo eficiente de energía.

### Prestaciones

La instalación de alumbrado normal proporciona el confort visual necesario para el desarrollo de las actividades previstas en el edificio, asegurando un consumo eficiente de energía. La instalación de alumbrado de emergencia, en caso de fallo del alumbrado normal, suministra la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evitando las situaciones de pánico y permitiendo la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existente.

### Bases de calculo

El diseño y el dimensionado de la instalación de alumbrado normal y de emergencia se realizan en base a la siguiente normativa:

DB HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

DB SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.

UNE 12464-1: Norma Europea sobre iluminación para interiores.

### 5.13.3. Pararrayos

### Datos de partida

A efectos del cálculo del pararrayos se considera:

TH Ingenieros			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

- edificación de una sola planta, de diferentes dimensiones y 3.60 m de altura a cumbre.

#### Objetivo

El objetivo es reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso del edificio, como consecuencia de las características del proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

#### Prestaciones

Se limita el riesgo de electrocución y de incendio mediante las correspondientes instalaciones de protección contra la acción del rayo.

#### Bases de calculo

La necesidad de instalar un sistema de protección contra el rayo y el tipo de instalación necesaria se determinan con base a los apartados 1 y 2 del Documento básico SU8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo. El dimensionado se realiza aplicando el método de la malla descrito en el apartado B.1.1.1.3 del anejo B del Documento básico SU Seguridad de utilización para el sistema externo, para el sistema interno, y los apartados B.2 y B.3 del mismo Documento básico para la red de tierra.

#### 5.13.4. Anti-intrusión

No se ha previsto ningún sistema anti-intrusión en el edificio.

#### 5.13.5. Protección frente a la humedad

##### Datos de partida

Las edificaciones se sitúan en el término municipal de Chañe (Segovia), en un entorno de clase 'E0' siendo todas ellas de una altura inferior a 15 m. Está ubicado en la zona eólica 'A', por lo que le corresponde un grado de exposición al viento 'V2'. Además, según se observa en la figura 2.4 del DB HS Salubridad, se localiza en la zona pluviométrica IV. Para estos valores (zona pluviométrica IV, grado de exposición al viento V2) de la tabla 2.5 se obtiene un grado de impermeabilización de fachadas 3.

El tipo de terreno de la parcela (arena) presenta un coeficiente de permeabilidad de  $1 \times 10^{-6}$  cm/s, sin nivel freático (Presencia de agua: baja), por lo que le corresponde un grado de impermeabilización mínimo del suelo de 1.

Las soluciones constructivas empleadas son las siguientes:

Nave:

Muros No se proyectan muros enterrados, sobre solera

Suelos Solera de hormigón armado elevada, sobre encachado de grava

Fachadas Panel tipo sándwich de diferentes espesores

Cubierta: Panel tipo sándwich, doble chapa de acero de 0,6 mm

##### Objetivo

El objetivo es que todos los elementos de la envolvente del edificio cumplan con el Documento básico HS 1 protección frente a la humedad, justificando, mediante los correspondientes cálculos, dicho cumplimiento.

##### Prestaciones

Se limita el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior del edificio o en sus cerramientos, como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, al mínimo prescrito por el Documento básico HS 1 protección frente a la humedad, disponiendo de todos los medios necesarios para impedir su penetración o, en su caso, facilitar su evacuación sin producir daños.

##### Bases de calculo

El diseño y el dimensionamiento se realiza en base a los apartados 2 y 3, respectivamente, del Documento básico HS 1 protección frente a la humedad.

#### 5.13.6. Evacuación de residuos

Los residuos generados en el proceso de actividad del proyecto:

- Residuos asimilables a Residuos sólidos urbanos, que se gestionarán por el Ayuntamiento de Chañe
- Vertidos sanitarios, aguas sanitarias procedentes de los aseos y duchas, se recogerán en una fosa séptica, y se dirigirán a un filtro biológico, antes de ser tratados por gestor externo.

TH Ingenieros			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

**Objetivo**

El objetivo es que se el almacenamiento y traslado de los residuos producidos por los ocupantes del edificio, cumplan con el documento básico HS 2 Recogida y evacuación de los residuos, justificando mediante los correspondientes cálculos, dicho cumplimiento.

**Prestaciones**

El edificio dispondrá de espacio y medios para extraer los residuos generados de forma acorde con el sistema público de recogida, con la adecuada separación de dichos residuos.

**5.13.7. Ventilación****Datos de partida**

Se dispondrá de ventilación natural transversal a través de las ventanas ubicadas en las fachadas longitudinales de ambos lados del sector 1,3, creando una corriente trasversal de renovación de aire.

**Objetivo**

El objetivo es que los sistemas de ventilación cumplan los requisitos del DB HS 3 Calidad del aire interior y justificar, mediante los correspondientes cálculos, ese cumplimiento.

**Prestaciones**

El edificio dispondrá de medios adecuados para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso normal, de forma que se dimensiona el sistema de ventilación para facilitar un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

**5.13.8. Fontanería**

Se proyectan instalaciones de agua para consumo humano

Datos de partida:

La finca cuenta con acometida de agua potable, procedente de la red de abastecimiento municipal de Chañe. La acometida, para bastecer a los locales proyectados, partirá del depósito instalado en la caseta auxiliar y desde aquí, mediante un grupo de presión, a base de 2 bombas, suministrarán presión a la instalación que abastecerá a los aseos.

**Objetivo**

El objetivo es que la instalación de suministro de agua cumpla con el DB HS4 Suministro de agua, justificándolo mediante los correspondientes cálculos.

**Prestaciones**

El edificio dispone de medios adecuados para el suministro de agua apta para el consumo del equipamiento higiénico previsto, de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo, impidiendo retornos e incorporando medios de ahorro y control de agua.

**Bases de calculo**

El diseño y dimensionamiento de la red interior de abastecimiento, se recoge en el anejo correspondiente

**5.13.9. Evacuación de aguas****Datos de partida**

El proyecto contempla la ubicación de diferentes locales de descanso para el personal de los invernaderos

Las aguas residuales procedentes de los aseos/vestuarios se conectan a la fosa séptica proyectada.

Las aguas pluviales de las cubiertas de las edificaciones se recogen en una red separativa y su posterior vertido al cad circundante en la parcela.

**Objetivo**

El objetivo es que los sistemas de evacuación de aguas cumplan los requisitos del DB HS 5 evacuación de aguas y justificar, mediante los correspondientes cálculos.

**Prestaciones**

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

Las aguas residuales que se generan son recogidas en las fosa y enviadas por tuberías de PVC, donde son almacenadas hasta su retirada.

#### Bases de calculo

La instalación de saneamiento ha sido dimensionada para 36 personas.

##### 5.13.10. Suministro de combustible

No se proyecta.

##### 5.13.11. Electricidad

###### Datos de partida

Locales de descanso personal

###### Objetivo

El objetivo es que todos los elementos de la instalación eléctrica cumplan las exigencias del Reglamento Electrotécnico para Baja tensión e Instrucciones técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT05.

###### Prestaciones

La instalación eléctrica del edificio estará conectada a una fuente de suministro en los límites de baja tensión. Además de la fiabilidad técnica y la eficiencia económica conseguida, se preserva la seguridad de las personas y los bienes, se asegura el normal funcionamiento de la instalación y se previenen las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.

###### Bases de calculo

El diseño y el dimensionamiento se realiza con base a la siguiente normativa:

REBT-2002: Reglamento Electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.

UNE 20-460-94 Parte 5-523: Intensidades admisibles en los cables y conductores aislados.

UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30kV.

UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.

UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.

EN-IEC 60 947-2:1996(UNE - NP): A paramenta de baja tensión. Interruptores automáticos.

EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE - NP) Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

EN-IEC 60 947-3:1999: A paramenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.

EN-IEC 60 269-1(UNE): Fusibles de baja tensión.

EN 60 898 (UNE - NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.

##### 5.13.12. Telecomunicaciones

No se proyecta.

##### 5.13.13. Transporte

No se ha previsto ningún sistema de transporte en el edificio.

##### 5.13.14. Instalaciones térmicas del edificio

Las instalaciones de climatización previstas para los locales se resuelven con la instalación de bomba de calor (1 ud/local).

##### 5.13.15. Equipamiento

En la edificación se proyecta el equipamiento necesario para cubrir las necesidades de las personas que se alojen en los locales de descanso.

TH Ingenieros			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

#### 5.14. PRESTACION DEL EDIFICIO

Por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE. Se indicarán en particular las acordadas entre promotor y proyectista que superen los umbrales establecidos en CTE.

Requisitos básicos	Según CTE	En Proyecto	Prestaciones según el CTE en proyecto
--------------------	-----------	-------------	---------------------------------------

Seguridad	DB-SE	Seguridad Estructural	DB-SE	De tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes de este, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
	DB-SI	Seguridad en caso de incendio	DB-SI	De tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.
	DB-SU	seguridad utilización	DB-SU	De tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

Habitabilidad	DB-HS	Salubridad	DB-HS	Higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.
	DB-HR	Protección frente al ruido	DB-HR	De tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades
	DB-HE	Ahorro de energía y aislamiento térmico	DB-HE	De tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio. Cumple con la UNE EN ISO 13 370: 1999 "Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo".

Otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio

Funcionalidad	DB-SUA	Utilización	ME/MC	De tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.
	DB-SUA	accesibilidad		De tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica
		Acceso a los servicios		De telecomunicación audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica

Requisitos básicos	Según CTE	En Proyecto	Prestaciones que superan el CTE en proyecto
--------------------	-----------	-------------	---

Seguridad	DB-SE	Seguridad Estructural	DB-SE	No procede
	DB-SI	Seguridad en caso de incendio	DB-SI	No procede
	DB-SU	seguridad utilización	DB-SU	No procede

Habitabilidad	DB-HS	Salubridad	DB-HS	No procede
---------------	-------	------------	-------	------------

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

	DB-HR	Protección frente al ruido	DB-HR	No procede
	DB-HE	Ahorro de energía y aislamiento térmico	DB-HE	No procede
Funcionalidad	DB-SUA	Utilización	ME	No procede
	DB-SUA	accesibilidad	apart. 4.2.	
		Acceso a los servicios	apart 4.3, 4.4 y otros	

## 6. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS.

Se recoge en el presente capítulo una estimación de la ordenación posible de los trabajos, habiéndose previsto que la duración total para los mismos será de CUATRO MESES.

Programa de las obras y puesta en marcha:				
Capítulo	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4
Actuaciones previas				
Solera y cimentaciones				
Saneamiento				
Estructura caseta				
Cubierta caseta y rehabilitación				
Albañilería				
Carpintería				
Cerrajería				
Fontanería				
Electricidad				
Locales prefabricados				
Seguridad y salud				
Control de calidad				

Teniendo en cuenta que el proyecto cumple con el planeamiento urbanístico y que su régimen administrativo es de COMUNICACIÓN AL AYUNTAMIENTO, se estima que en el plazo de 6 meses se puedan comenzar las obras y se mantiene el mes 4 para concluir con las instalaciones, además del control de calidad de las instalaciones y puesta en marcha.

Durante el mes 1 se prepara el terreno, se realiza el vaciado de las zanjas para la acometida de las instalaciones (agua potable, saneamiento, inst. eléctrica,) procedente de la infraestructura existente en las actuales instalaciones.

Se aprovecha el mes 2, para terminar la cimentación (losa de hormigón), montar la estructura, la cubierta y el cerramiento, favoreciendo la aplicación de la solera, una vez cubierta y cerrados los edificios.

Ya terminado el cerramiento, se procede a la instalación de la carpintería tanto interior como exterior. Posteriormente, la instalación de fontanería, que va vista sobre el cerramiento; instalación eléctrica y los locales prefabricados.

Durante todo el proceso del proyecto, será necesario mantener los capítulos de control de calidad y de seguridad.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

## 7.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Según se establece en el Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, hay que realizar un Estudio de Seguridad y Salud, ya que no se cumplen los supuestos necesarios para realizar un Estudio Básico de Seguridad y Salud:

No existen obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas. Teniendo en cuenta todo lo anterior, y de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra, dada su dimensión y complejidad de ejecución, se incluye en alguno de los supuestos contemplados en el art. 4 del R.D. 1627/1997, puesto que:

- El presupuesto de contrata es inferior a 450.759 euros.
- No se ha previsto emplear a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimado es inferior a 500 días de trabajo.

De acuerdo con el R.D. 1627/1997, el Estudio de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

## 8. PRESUPUESTO

Asciende el presupuesto de ejecución material del proyecto básico y de ejecución de instalación de locales de descanso prefabricados en Chañe (Segovia) a la cantidad de DOSCIENTOS TRES MIL CIENTO QUINCE EUROS CON DOS CENTIMOS (#203.115,02 € #), cuyo promotor es VIVEROS CAMPIÑAS S. COOP.

En Segovia, a agosto 2025

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMO



Mario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****ANEJOS**

PROMOTOR:	VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA
TERMINO MUNICIPAL:	CHAÑE
PROVINCIA:	SEGOVIA
FECHA:	AGOSTO 2025

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413079	www.thingenieros.es

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo 1: Ficha urbanística**

PROMOTOR:	VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA
TERMINO MUNICIPAL:	CHAÑE
PROVINCIA:	SEGOVIA
FECHA:	AGOSTO 2025

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

### FICHA URBANÍSTICA

Título del Proyecto	PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)			
<b>PARAJE Emplazamiento</b> (Finca/ Parcela/ Polígono / Calle)	POLIGONO	PARCELA	SUPERFICIE	PARAJE
	11	5018	2.184 m <sup>2</sup>	Cañada
	11	5019	2.029 m <sup>2</sup>	
		5020	1.364 m <sup>2</sup>	
		5021	1014 m <sup>2</sup>	
<b>Municipio</b>	CHAÑE			
<b>Provincia</b>	SEGOVIA			
<b>Ingeniero Agrónomo Autor:</b>	MARIO L. TABANERA HERRERO			
<b>Normativa Urbanística Aplicable:</b>	Normas Urbanísticas Municipales de Chañe (Segovia)			
Calificación del suelo ocupado por el proyecto:	SUELO NO URBANIZABLE (SNU)			
	Descripción	Autorizado en Normativa	Proyectado	Cumple
Uso del suelo		Actividad de utilidad pública o interés social vinculada a explotación agrícola	Actividad de utilidad pública o interés social vinculada a explotación agrícola	SI
Superficie mínima de parcela (m <sup>2</sup> )		-	6.591 m <sup>2</sup>	SI
Superficie de ocupación máxima (m <sup>2</sup> )		2.500 m <sup>2</sup>	1.963,32 m <sup>2</sup>	SI
Retranqueo con (m)	Linderos	5 m	> 5 m	SI
	Camino Público	5 m	> 5 m	SI
Edificabilidad (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )				
Altura máxima	Nº de plantas	1	1	SI
	Al alero (m)	3 m/6,5 m	2,6 m	SI
Volumen máximo				
SUPERFICIES		Construida	Proyectada	
Existentes en la explotación		1.263,07 m <sup>2</sup>	700,25 m <sup>2</sup>	
% Ocupación		-	29,78 %	SI
	Documentación que se acompaña (opcional)			
Cédula Urbanística del terreno				<input type="checkbox"/>
Certificado expedido por el ayuntamiento en que consta las circunstancias urbanísticas de la finca.				<input type="checkbox"/>
Autorización de edificación o uso del suelo de la Administración Urbanística.				<input type="checkbox"/>

El Ingeniero Agrónomo que suscribe, declara que las circunstancias que concurren y las normativas Urbanísticas de aplicación en el proyecto, son las arriba indicadas (art. 47 Reglamento de Disciplina Urbanística).

En Segovia, agosto 2025

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo 2: Informe Geotécnico**

PROMOTOR:	VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA
TERMINO MUNICIPAL:	CHAÑE
PROVINCIA:	SEGOVIA
FECHA:	AGOSTO 2025

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

### 1.- OBJETO E INTRODUCCION

Se redacta el presente estudio para la determinación de las características geotécnicas del terreno en el que se pretende realizar la edificación proyectada y como justificación de los valores de resistencia del terreno adoptados en el proyecto.

### 2.- DESCRIPCION GEOTÉCNICA

Según el Mapa Geotectónico de España, nuestro proyecto se inserta en el área geotectónica II2. Se trata de terrenos pertenecientes a la facies detrítica del terciario, litológicamente predomina la fracción arenosa, si bien aparece casi siempre mezclada con arcillas, gravas y bolos graníticos.

Su morfología es prácticamente llana, no observándose pendientes topográficas superiores al 3 %.

Sus materiales se consideran en general semipermeables con unas condiciones de drenaje, por percolación natural, aceptables.

Sus características mecánicas, tanto en el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de posibles asentamientos, se consideran de tipo medio.

### 3.- RESISTENCIA MECANICA DEL SUELO

En este caso se trata de terrenos de naturaleza arenosa.

Según la norma CTE-Documento Básico de Seguridad Estructural, Cimientos, al tratarse de gravas y mezclas de grava y arena, medianamente densas, se considera una presión admisible de 0,2 a 0,6 Mpa (de 2 a 6 Kp/cm<sup>2</sup>)

Por todo lo anterior, se adopta como tensión admisible del terreno en todos los casos de 2 Kp/cm<sup>2</sup>, que será la que se utilice para el cálculo de las cimentaciones de toda la obra, con lo que se obtiene un grado de fiabilidad aceptable.

### 4.- EDIFICACIONES CERCANAS

-No existen edificaciones situadas en las cercanías del terreno a edificar que presenten anomalías, como grietas o desplomes originados por movimientos del terreno.

-Las características constructivas y de explotación de la edificación objeto de este Proyecto son las mismas que las edificaciones situadas en las cercanías.

-El número de plantas de los edificios a cimentar, la modulación media entre apoyos y las cargas de éstos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas en las cercanías.

-La cimentación prevista para las instalaciones proyectadas no profundiza respecto de las contiguas, tratándose de una cimentación superficial a base de los de hormigón armado de e= 20 cm

Es de señalar que existen edificaciones destinadas a actividades similares, construidas hace años, lo que nos confirma los resultados.

En el momento de realizarse la explanación se tendrá en la solar maquinaria apta para realizar pozos y/o calicatas. Deberá realizarse, al menos, una calicata hasta una profundidad de 3 m efectuando una toma de muestras que mantenga inalterada la naturaleza y humedad del terreno natural para los estratos comprendidos entre 1-2 m y 2-3 m.

Con ellos, un laboratorio homologado deberá determinar:

- Granulometría por tamizado.
- Límites de Atterberg.
- Hinchamiento de Lambe (si la muestra tiene un índice de fluidez menor de 0,3).
- Contenido en sulfatos (al menos una cada cuatro muestras).
- Humedad.
- Índice de fluidez (muestras en y bajo el plano de apoyo de los cimientos).

Realizados estos ensayos, pudiera ser necesario recalcular la resistencia del terreno, aunque por la adoptada (2kg/cm<sup>2</sup>) y por las características del hormigón proyectado en cimientos (sulfaresistente) parece, a la vista del solar y de las edificaciones anexas, altamente improbable.

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMO

Mario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo 3****DOCUMENTO DE VERIFICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CONTENIDAS EN EL CÓDIGO ESTRUCTURAL**

PROMOTOR:	VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA
TERMINO MUNICIPAL:	CHAÑE
PROVINCIA:	SEGOVIA
FECHA:	AGOSTO 2025

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

## Contenido

<b>Documentos para incluir en la memoria del proyecto .....</b>	<b>.....</b>
<b>Estructuras de Acero.....</b>	<b>3</b>
<b>Características generales .....</b>	<b>3</b>
<b>Ámbito de aplicación .....</b>	<b>3</b>
<b>Descripción general del edificio .....</b>	<b>3</b>
<b>Datos generales de proyecto.....</b>	<b>3</b>
<b>Hipótesis de trabajo.....</b>	<b>3</b>
<b>Gestión de la fiabilidad (Código Estructural Anejo 18, Apartado.2).....</b>	<b>3</b>
<b>Vida útil de la estructura (Código Estructural Anejo 18, Apartado.2.3) .....</b>	<b>5</b>
<b>Situaciones de proyecto (Código Estructural Anejo 18, Apartado.3.2): .....</b>	<b>5</b>
<b>Acciones. Valores característicos considerados (según documento CTE SE-AE) .....</b>	<b>5</b>
<b>Características de los materiales, durabilidad y sistemas de protección .....</b>	<b>6</b>
<b>Materiales.....</b>	<b>6</b>
<b>Acero en chapas y perfiles.....</b>	<b>6</b>
<b>Acero para medios de unión.....</b>	<b>7</b>
<b>Durabilidad.....</b>	<b>8</b>
<b>Sistemas de protección .....</b>	<b>9</b>
<b>Tipos de protección .....</b>	<b>9</b>
<b>Grado de durabilidad del sistema de pintura.....</b>	<b>9</b>
<b>Análisis estructural.....</b>	<b>10</b>
<b>Bases de cálculo.....</b>	<b>10</b>
<b>Criterios de verificación.....</b>	<b>10</b>
<b>Modelado y Análisis .....</b>	<b>11</b>
<b>Estados Límite Último .....</b>	<b>13</b>
<b>Estados Límite Servicio .....</b>	<b>14</b>
<b>Geometría.....</b>	<b>14</b>
<b>Análisis Estructural .....</b>	<b>14</b>
<b>Análisis global de la estructura .....</b>	<b>14</b>
<b>Estabilidad lateral global .....</b>	<b>15</b>
<b>Imperfecciones iniciales (Apartado 5.3 Anejo 22, CE) .....</b>	<b>16</b>
<b>Estados Límite Últimos.....</b>	<b>17</b>
<b>Estados Límite de Servicio.....</b>	<b>17</b>
<b>Clases de Ejecución – Gestión de la Calidad de Ejecución .....</b>	<b>18</b>
<b>Estructuras de Hormigón .....</b>	<b>19</b>
<b>Estados Límite de Servicio (ELS) .....</b>	<b>27</b>
<b>ZAPATA XX.....</b>	<b>28</b>
<b>Esfuerzos en el plano de apoyo de la zapata.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Comprobaciones de estabilidad</b>	
<b>Distribución de tensiones transmitidas al terreno .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Cálculo a flexión.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Comprobación a cortante.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Comprobación a punzonamiento.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## Código Estructural Estructuras de Acero

El presente apartado sirve de justificación a las soluciones constructivas adoptadas para cumplir con las exigencias básicas en materia de seguridad estructural para las estructuras de acero, establecidas en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio por el que se aprueba el Código Estructural (CE).

En el CE se establecen unos requisitos según los que una estructura debe proyectarse y calcularse para tener una resistencia estructural, una aptitud al servicio y una durabilidad, adecuadas.

		Procede	No Procede
Verificación de la seguridad estructural en estructuras de acero.	Elementos de acero estructural.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Estructura de acero.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Características generales

#### Ámbito de aplicación

CE- TITULO 3 ESTRUCTURAS DE ACERO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Obra de nueva construcción con estructura y elementos estructurales de acero, refiriéndose únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidos los aspectos relativos a la durabilidad.
<input checked="" type="checkbox"/>	Intervención (reformas) o deconstrucción de estructuras existentes

#### Descripción general del edificio

Se trata de 9 módulos prefabricados modulares de 8,16 x 8,69 m2, a 2 aguas. Tanto el cerramiento como la cubierta se resuelve a base de cerramiento con panel sándwich, al igual que las divisiones interiores. (ver plano correspondiente)

### Datos generales de proyecto

#### Hipótesis de trabajo

Declaración de conformidad para la aplicación del Anejo 22 del Código Estructural:

Se cumplen las siguientes condiciones para dar validez a los cálculos definidos en el Anejo 22 del Código Estructural:

- La elección del sistema estructural y del procedimiento de cálculo de la estructura se ha realizado por personal debidamente cualificado y con experiencia.
- La ejecución se llevará a cabo por personal con las capacidades y experiencia adecuadas;
- Se asegura una supervisión y un control de calidad adecuados durante el proyecto y la ejecución de la obra, es decir, en las oficinas de proyecto, en la fábrica, en las plantas y en la obra
- Los materiales y productos de construcción se utilizan según se especifica en el Código Estructural
- La estructura se mantendrá de forma adecuada
- La estructura se utilizará de acuerdo con las hipótesis de proyecto.

#### Gestión de la fiabilidad (Código Estructural Anejo 18, Apartado.2)

TH Ingenieros			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

Clase de consecuencia	Descripción	Ejemplos de obras
<input type="checkbox"/> CC3	Consecuencias graves de pérdida de vidas humanas, o consecuencias económicas, sociales o medioambientales muy importantes	Graderíos, edificios públicos en los que las consecuencias del fallo son graves (ejemplo, una sala de conciertos)
<input type="checkbox"/> CC2	Consecuencias medias de pérdida de vidas humanas, o consecuencias económicas, sociales o medioambientales considerables	Edificios residenciales y administrativos, edificios públicos en los que las consecuencias de fallo son medias (ejemplo, oficinas)
<input checked="" type="checkbox"/> CC1	Consecuencias bajas de pérdida de vidas humanas, o consecuencias económicas, sociales o medioambientales despreciables	Edificios agrícolas en los que normalmente no entre gente (ejemplo, almacenes) o invernaderos
Clase de fiabilidad	Factor multiplicador en el cálculo de acciones $K_{IF}$	
<input type="checkbox"/> RC3	1,1 (Aplicable solo a las acciones desfavorables. El resto tendría un valor 1,0)	
<input checked="" type="checkbox"/> RC2	1,0	
<input type="checkbox"/> RC1	0,9	

**Vida útil de la estructura (Código Estructural Anejo 18, Apartado.2.3)**

Categoría de vida útil	Vida útil nominal (años)	Ejemplos de estructuras
1 (10 años)		Estructuras temporales
2 (10 a 25 años)		Partes reemplazables de la estructura, por ejemplo: vigas carril, aparatos de apoyo, etc.
3 (15 a 30 años)		Estructuras agrícolas y similares
4 (50 años)	50 años	Estructuras de edificación y otras estructuras comunes
5 (100 años)		Estructuras de edificios monumentales, puentes y otras estructuras de ingeniería civil

**Situaciones de proyecto (Código Estructural Anejo 18, Apartado.3.2):**

<input checked="" type="checkbox"/>	Persistentes, que se refieren a las condiciones de uso normal
<input type="checkbox"/>	Transitorias, que se refieren a condiciones temporales aplicables a la estructura, por ejemplo, durante su ejecución o reparación
<input type="checkbox"/>	Accidentales, que se refieren a condiciones excepcionales aplicables a la estructura o a su exposición, por ejemplo, al fuego, impacto o las consecuencias de un fallo localizado
<input type="checkbox"/>	Sísmicas, que se refieren a las condiciones aplicables a la estructura cuando esté sometida a efectos sísmicos

**Acciones. Valores característicos considerados (según documento CTE SE-AE)**

	Estructura principal
<b>Peso propio de los elementos:</b>	
- Cubierta	0,096 kN/m <sup>2</sup>
- Correas	78,25 kN/m <sup>3</sup>
- Estructura	78,50 kN/m <sup>3</sup>
- Peso propio de los forjados	
- Resto de cargas permanentes (tabiquería, solados y falsos techos)	
<b>Sobrecargas</b>	
- Sobrecarga de uso	0,4 kN/m <sup>2</sup> (cubierta)
- Sobrecarga de nieve	0,56 kN/m <sup>2</sup>
- Sobrecarga de viento	
o Zona eólica	A ( $q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$ )
o Grado de aspereza	III (Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas)
- Acciones térmicas	No procede
- Acciones accidentales	No procede
- Acciones sísmicas	No procede
- Asientos/movimientos diferenciales	No procede

**Características de los materiales, durabilidad y sistemas de protección**
**Materiales**
**Acero en chapas y perfiles**

El acero empleado en las chapas y perfiles que conforman la estructura metálica deberá escogerse según alguna de las tipologías recogidas en el Artículo 83 del CE.

Para los aceros no aleados laminados en caliente las especificaciones correspondientes al límite elástico ( $f_y$ ) y resistencia a tracción ( $f_u$ ), ambas expresadas en  $N/mm^2$ , son las siguientes:

Designación	Espesor nominal t (mm)				Norma UNE
	t ≤ 40		40 < t ≤ 80		
	$f_y$ ( $N/mm^2$ )	$f_u$ ( $N/mm^2$ )	$f_y$ ( $N/mm^2$ )	$f_u$ ( $N/mm^2$ )	
S 235	235	360	215	360	UNE 10025-2: Productos laminados en caliente de aceros para estructuras (IPE, HEB, UPE, redondos, angulares L o LD...)
S 275	275	430	255	410	
S 355	355	490	335	470	
S 450	450	550	410	530	
S 235 H	235	360			UNE 10210-1. Perfiles huecos laminados en caliente:
S 275 H	275	430			
S 355 H	355	510			
S 235 H	235	360			UNE 10219-1. Perfiles huecos conformados en frío
S 275 H	275	430			
S 355 H	355	510			

Elementos que forman parte de la estructura principal	Tipo de acero	Norma UNE
<input checked="" type="checkbox"/> Pilares,	S 275	UNE 10025:2
<input checked="" type="checkbox"/> Dinteles.	S 275	UNE 10025:2
<input type="checkbox"/> Celosías / Cerchas		
<input checked="" type="checkbox"/> Vigas de atado	S 275 H	UNE 10210:1
<input checked="" type="checkbox"/> Sistemas de arriostramiento	S 275	UNE 10025:2
<input checked="" type="checkbox"/> Placas de anclaje, bases de columnas	S 275	UNE 10025:2
<input type="checkbox"/>		
<b>Elementos que forman parte de la estructura secundaria</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Correas para cerramientos de cubierta.	S235	UNE 10025:2
<input checked="" type="checkbox"/> Correas para cerramientos de fachada.	S235	UNE 10025:2
<input type="checkbox"/>		

**Acero para medios de unión**
**Tornillos, tuercas y arandelas**

El acero empleado en tornillos debe acogerse a alguna de las tipologías recogidas en el artículo 85.2 del CE, que se muestran en la siguiente tabla:

Tipo	Tornillos ordinarios			Tornillos de alta resistencia	
	Grado	4.6	5.6	6.8	8.8
Tensión de límite elástico $f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	640	900
Tensión de rotura $f_{ub}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

**Bulones para bases y uniones articuladas**

Estado	Temple y revenido						Normalizado			
	d ≤ 16		16 < d ≤ 40		40 < d ≤ 100		d ≤ 16		16 < d ≤ 100	
Diámetro d (mm)										
Designación	$f_{yb}$	$f_{ub}$	$f_{yb}$	$f_{ub}$	$f_{yb}$	$f_{ub}$	$f_{yb}$	$f_{ub}$	$f_{yb}$	$f_{ub}$
<b>C 22</b>	340	500 a 650	290	470 a 620	-	-	240	30	210	410
<b>C 25</b>	370	550 a 700	320	500 a 650	-	-	260	470	230	440
<b>C 30</b>	400	600 a 750	350	550 a 700	300(*)	500 a 550(*)	280	510	250	480
<b>C 35</b>	430	630 a 780	380	600 a 750	320	550 a 700	300	550	270	520
<b>C 40</b>	460	650 a 800	400	630 a 780	350	600 a 750	320	580	290	550
<b>C 45</b>	490	700 a 850	430	650 a 800	370	630 a 780	340	620	305	580
<b>C 50</b>	520	750 a 900	460	700 a 850	400	650 a 800	355	650	320	610
<b>C 55</b>	550	800 a 950	490	750 a 900	420	700 a 850	370	680	330	640
<b>C 60</b>	580	852 a 1000	520	800 a 950	450	750 a 900	380	710	340	670

(\*) Aplicable sólo hasta d = 63 mm.

**Pernos de anclaje**

Además de los aceros para redondos (UNE 10025-2) que corresponden con aceros S 235, S 275, S 355 y S 450, y los aceros para tornillos (apartado 4.2.1) se pueden utilizar los aceros empleados en barras reforzadas conforme al Capítulo 8 del CE, siguientes:

Tipo de acero	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Designación	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	400	500

**Materiales de aportación (soldadura)**

Todos los materiales de aportación utilizables para la realización de soldaduras (alambres, hilos y electrodos) deberán ser apropiado para el proceso de soldeo, teniendo en cuenta el material a soldar y el procedimiento de soldeo:

	Elemento	Tipo de acero
<input type="checkbox"/>	Uniones atornilladas en obra o taller.	
<input checked="" type="checkbox"/>	Pernos en la placa de anclaje.	Acero B 500 S
<input type="checkbox"/>	Bulones para articulación	
<input checked="" type="checkbox"/>	Soldadura en uniones	Soldadura
<input type="checkbox"/>	Otros	

**Durabilidad**

Considerado las indicaciones del apartado 2.4 del anejo 18 del CE, deben identificarse en la fase de proyecto las condiciones ambientales, que permitan adoptar las medidas adecuadas para la protección de los materiales utilizados en la estructura. Para ello se debe identificar la clase de exposición relativa a la corrosividad del acero (Art. 80 del CE).

Clase de exposición		Ejemplos de corrosión atmosférica en ambientes típicos de un clima templado		
Designación	Corrosividad	Exterior	Interior	
<input type="checkbox"/>	<b>C1</b>	Muy baja	-	Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>C2</b>	Baja	Atmósferas con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes, polideportivos.
<input type="checkbox"/>	<b>C3</b>	Media	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. Interior de puentes-cajón.
<input type="checkbox"/>	<b>C4</b>	Alta	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.
<input type="checkbox"/>	<b>C5</b>	Muy alta	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva y áreas costeras con elevada salinidad.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.
<input type="checkbox"/>	<b>CX</b>	Extrema	Áreas de ultramar con elevada salinidad y áreas industriales con humedad extrema y atmósfera agresiva y atmósferas subtropical y tropical.	Áreas industriales con humedad extrema y atmósfera agresiva

Clases de exposición relativas al agua y suelo			
Designación	Clase de exposición	Ejemplos	
<input type="checkbox"/>	<b>Im1</b>	Agua dulce	Instalaciones ribereñas, plantas hidroeléctricas
<input type="checkbox"/>	<b>Im2</b>	Agua de mar o salobre	Estructuras en contacto con el agua de mar sin protección catódica (por ejemplo, áreas portuarias con estructuras como diques, compuertas o embarcaderos)
<input type="checkbox"/>	<b>Im3</b>	Suelo	Tanques enterrados, pilotes de acero, tuberías de acero.
<input type="checkbox"/>	<b>Im4</b>	Agua de mar o salobre	Estructuras en contacto con agua de mar con protección catódica (por ejemplo, estructuras off-shore)

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

### Sistemas de protección

En este apartado se establecen los tipos de protección y/o sistemas de pintura que se emplean para la protección de la estructura de acero, así como las prescripciones técnicas que deben cumplir, según la durabilidad requerida al sistema de protección (Art. 86 del CE).

### Tipos de protección

Tipos de protección	
<input type="checkbox"/>	Pinturas de secado al aire.
	Pinturas de curado físico
<input type="checkbox"/>	Pinturas en base disolvente.
<input type="checkbox"/>	Pinturas en base agua.
	Pinturas de curado químico.
<input type="checkbox"/>	Pinturas epoxídicas de dos componentes.
<input type="checkbox"/>	Pinturas de poliuretano de dos componentes.
<input type="checkbox"/>	Pinturas de curado por humedad.
<input type="checkbox"/>	Proyección térmica de cinc.
<input type="checkbox"/>	Galvanización en caliente.

### Grado de durabilidad del sistema de pintura

Los sistemas de pintura están constituidos por un conjunto de capas de imprimación y de capas de acabado de pintura que, aplicados sobre una superficie de acero con un grado de preparación preestablecido, conducen a una durabilidad determinada del sistema de pintura protector.

El grado de durabilidad permite seleccionar el sistema a emplear y definir el programa de mantenimiento (Normas de uso y mantenimiento del edificio). Se establecen cuatro grados de durabilidad de los sistemas de pintura:

-	Bajo (L): hasta 7 años.
-	Medio (M): más de 7 y hasta 15 años.
-	Alto (H): más de 15 y hasta 25 años.
-	Muy alto (H): más de 25 años

Clase de exposición	Grado de durabilidad			
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
C1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CX	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im1			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Im3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Para la elección del sistema de pintura en función de la clase de exposición relativa a la corrosión atmosférica, al agua y al suelo y los grados de durabilidad, se recomienda consultar UNE 12944-5.

TH Ingenieros			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

**Análisis estructural**
**Bases de cálculo**
**Criterios de verificación**

Se han realizado las verificaciones de los elementos estructurales correspondientes a los Estados Límite Últimos y Estados Límite de Servicio, siguiendo lo establecido en el Título 3 del CE, mediante el siguiente procedimiento:

<input checked="" type="checkbox"/>	Manualmente	<input type="checkbox"/>	Toda la estructura:	Presentar justificación de verificaciones
		<input checked="" type="checkbox"/>	Parte de la estructura:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material de cubierta metálica (paneles, chapas, bandejas, .....</li> <li>- Correas de cubierta</li> <li>- Correas para cerramiento lateral</li> </ul>

Elemento	Apartados	Descripción
<input type="checkbox"/> Chapa de cubierta	Sistema estructural:	
	Método de cálculo	
<input checked="" type="checkbox"/> Panel sándwich de cubierta	Sistema estructural:	Para el cerramiento de la cubierta se emplea un panel sándwich de 30 mm de espesor formado por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor y un núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Los paneles tienen un ancho útil de 1 m, y una longitud de hasta 10,20 m (longitud del faldón). Panel autoportante
	Método de cálculo	El cálculo del panel se ha realizado considerando que se trata de una viga continua que se apoya en, al menos, tres correas. La capacidad de carga del panel se obtiene de los ábacos del fabricante en función de la separación entre apoyos (correas). El dato básico de carga es la sobrecarga característica máxima (deducida a partir de las cargas obtenidas según el DB SE-AE), la separación entre correas y la hipótesis de viga continua.
<input checked="" type="checkbox"/> Panel sándwich de fachada	Sistema estructural:	Para el cerramiento de las fachadas se emplea un panel sándwich de 50 mm de espesor formado por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor y un núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Los paneles tienen un ancho útil de 1 m, y una longitud de 5 m (altura de lateral menos murete perimetral). Panel autoportante
	Método de cálculo	El cálculo del panel se ha realizado considerando que se trata de una viga continua que se apoya en, al menos, tres correas. La capacidad de carga del panel se obtiene de los ábacos del fabricante en función de la separación entre apoyos (correas). El dato básico de carga es la sobrecarga de viento lateral máxima (deducida según el DB SE-AE), la separación entre correas y la hipótesis de viga continua.
<input type="checkbox"/> Correas en cubierta	Sistema estructural:	
	Método de cálculo	
<input type="checkbox"/> Correas de fachada	Sistema estructural:	
	Método de cálculo	
<input type="checkbox"/>		

<input checked="" type="checkbox"/>	Manualmente	<input type="checkbox"/>	Toda la estructura: <b>Presentar justificación de verificaciones</b>	
		<input checked="" type="checkbox"/>	Parte de la estructura:	- Material de cubierta metálica (paneles, chapas, bandejas, ..... )
<input checked="" type="checkbox"/>	Mediante programa informático	<input type="checkbox"/>	Toda la estructura	Nombre del programa: - Versión: - Empresa: - Domicilio: -
		<input checked="" type="checkbox"/>	Parte de la estructura:	- Definir por la empresa suministradora de los locales modulares
			Identificar los elementos de la estructura:	Nombre del programa: Versión: Empresa: Domicilio:
	- Descripción del programa - Idealización de la estructura - Simplificaciones efectuadas.			

### Modelado y Análisis

El análisis de la estructura se ha basado en un modelo que proporciona una previsión suficientemente precisa del comportamiento de la misma.

Las condiciones de apoyo que se consideran en los cálculos corresponden con las disposiciones constructivas previstas.

Se consideran a su vez los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.

En el análisis estructural se han tenido en cuenta las diferentes fases de la construcción, incluyendo las cargas adicionales de ejecución.

**Modelo estructural**

Sistema de barras		
<input checked="" type="checkbox"/>		Barras de sección constante
	<input checked="" type="checkbox"/>	- Con cartelas de refuerzo
<input type="checkbox"/>		Barras de sección variable
Unión de barras		
<input type="checkbox"/>		Uniones articuladas
<input checked="" type="checkbox"/>		Uniones rígidas
<input type="checkbox"/>		Uniones semirrígidas
Unión a la cimentación (bases de pilares)		
<input checked="" type="checkbox"/>		Empotrada
<input type="checkbox"/>		Articulada
	<input type="checkbox"/>	- Con rótula de bulón
	<input type="checkbox"/>	- Con línea simple de pernos

<input checked="" type="checkbox"/>	La estructura está formada por pilares y vigas	
<input checked="" type="checkbox"/>	Existen juntas de dilatación	
	Separación máxima entre juntas de dilatación	d = 30 m
	¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	<input type="checkbox"/> si
		<input checked="" type="checkbox"/> no
	Descripción de la junta de dilatación:	
	<p>► La junta de dilatación se ejecuta duplicando los pórticos con una separación de 5 cm entre alas de pilares. En estas condiciones no es necesario considerar los efectos térmicos</p>	
<input type="checkbox"/>	No existen juntas de dilatación	
	¿Se han tenido en cuenta las acciones térmicas y reológicas en el cálculo?	<input type="checkbox"/> si
		<input type="checkbox"/> no
	► justificar	

### Traslacionalidad

En las estructuras traslacionales o no arriostradas deben considerarse los efectos no lineales producidos por los desplazamientos en las solicitaciones. De acuerdo con lo dispuesto por CE esto puede realizarse utilizando un análisis de segundo orden mediante métodos matemáticos, o bien con un análisis elástico en primer orden, con la posterior amplificación de los efectos de las acciones correspondientes (por ejemplo, los momentos flectores) por medio de coeficientes adecuados.

<b>Plano de los pórticos principales</b>	
<input type="checkbox"/>	Traslacional
<input type="checkbox"/>	Intraslacional
<b>Plano longitudinal del edificio</b>	
<input type="checkbox"/>	Traslacional
<input type="checkbox"/>	Intraslacional

### Otras consideraciones sobre acciones

<input checked="" type="checkbox"/>	Comprobación frente a fatiga. Existencia de cargas variables repetidas de origen dinámico que afecten a la estructura:
<input checked="" type="checkbox"/>	No
<input type="checkbox"/>	Sí. El origen es el siguiente:
<input type="checkbox"/>	Elementos que soportan maquinarias de elevación o cargas móviles
<input type="checkbox"/>	Elementos sometidos a sobrecargas de carácter dinámico (viento, personas en movimiento, máquinas)
<input type="checkbox"/>	Otros. (Describir)
<input type="checkbox"/>	La estructura se ha calculado teniendo en cuenta las solicitaciones transitorias que se producirán durante el proceso constructivo
<input checked="" type="checkbox"/>	Durante el proceso constructivo no se producen solicitaciones distintas a las previstas para la entrada en servicio del edificio.
<input type="checkbox"/>	Durante el proceso constructivo no se producen solicitaciones que aumenten las inicialmente previstas para la entrada en servicio del edificio

### Estados Límite Último

Los valores de las acciones se han obtenido según lo dispuesto en el documento CTE SE-AE, y los valores de cálculo correspondientes a cada situación de dimensionado se han hallado mediante las reglas de combinación indicadas en el apartado 6.4 del Anejo 18 del CE.

La verificación de la capacidad portante de la estructura de acero se ha realizado conforme a lo descrito en el anejo 18 apartado 6.4.2. del CE, para el estado límite último de estabilidad, en donde:

$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$	siendo:
	$E_{d,dst}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras $E_{d,stab}$ el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

y para el estado límite último de resistencia, en donde

$E_d \leq R_d$	siendo:
	$E_d$ el valor de cálculo del efecto de las acciones $R_d$ el valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Al evaluar  $E_d$  y  $R_d$ , se han tenido en cuenta los efectos de segundo orden de acuerdo con los criterios establecidos en el Anejo 18.

Se han adoptado los siguientes coeficientes parciales de seguridad en las comprobaciones de los Estados Límite Último (Apartado 6.1 del anejo 22 del CE):

- a)  $\gamma_{M0} = 1,05$             coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia de la sección, para cualquier Clase
- b)  $\gamma_{M1} = 1,05$             coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
- c)  $\gamma_{M2} = 1,25$             coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia a fractura de secciones sometidas a tracción

### Estados Límite Servicio

Los valores de las acciones se han obtenido según lo dispuesto en SE-AE, y los valores de cálculo correspondientes a cada situación de dimensionado se han hallado mediante las reglas de combinación indicadas en el apartado 6.5 del Anejo 18 del CE.

Para los diferentes estados límite de servicio se ha verificado que:

$E_d \leq C_d$	siendo: $E_d$ : valor de cálculo de los efectos de las acciones consideradas para el criterio de servicio, determinado en base a la combinación correspondiente; $C_d$ : valor límite de cálculo para el criterio de servicio correspondiente.
----------------	--

### Geometría

En la dimensión de la geometría de los elementos estructurales se ha utilizado como valor de cálculo el valor nominal de proyecto (Apartado 4.3, Anejo 18 CE).

## Análisis Estructural

El análisis estructural debe basarse en modelos de cálculo de la estructura que sean adecuados para el estado límite considerado.

La comprobación ante cada estado límite se realiza en dos fases: determinación de los efectos de las acciones (esfuerzos y desplazamientos de la estructura) y comparación con la correspondiente limitación (resistencias y flechas y vibraciones admisibles respectivamente). En el contexto del "Código Estructural" a la primera fase se la denomina fase de *análisis* y a la segunda fase de *dimensionado*.

### Análisis global de la estructura

La verificación de la seguridad estructural se realizará según alguno de los métodos presentes en la siguiente tabla, y de acuerdo con lo expuesto por CE en el Anejo 22. El uso de cualquiera de estos métodos debe estar en concordancia con la clase de las secciones transversales definida en el apartado 5.5 del Anejo 22 del CE.

Las sollicitaciones internas pueden calcularse de acuerdo con un análisis global elástico incluso si la resistencia de la sección se basa en su resistencia plástica.

El análisis global plástico puede aplicarse cuando los elementos tengan suficiente capacidad de giro para permitir las redistribuciones requeridas de los momentos flectores desarrollados.

	Tipo de análisis / Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Análisis global elástico</b>  Se basa en la hipótesis de una ley tensión-deformación lineal del acero, independientemente del nivel de tensión que haya. En la práctica, el análisis global elástico supone que la tensión causada por las cargas es menor que la tensión de fluencia del acero, para cualquier punto de la estructura. El análisis global elástico es de aplicación en todos los casos. Aunque los esfuerzos y desplazamientos se obtienen usando un análisis elástico, la resistencia de cálculo de los elementos puede ser comprobada utilizando la resistencia plástica de la sección transversal.

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

<input type="checkbox"/>	<b>Análisis global plástico</b> Este tipo de análisis asume la plastificación progresiva de algunas de las secciones transversales de la estructura, lo que normalmente conlleva la aparición de rótulas plásticas y una redistribución de esfuerzos en la estructura. Normalmente se adopta para el acero una ley tensión-deformación elastoplástica.
<input type="checkbox"/>	<b>Elementos finitos</b> El Apéndice C del Anejo 25 del CE recoge recomendaciones para el empleo del método de los elementos finitos (EF) para la comprobación de los estados límite último, de servicio o fatiga de las estructuras formadas por chapas.
<b>Tipo de efectos / Descripción</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Efectos de 1º orden</b> Los esfuerzos y desplazamiento se obtienen considerando la geometría inicial (sin deformar) de la estructura.
<input type="checkbox"/>	<b>Efectos de 2º orden</b> Los esfuerzos y desplazamiento se obtienen teniendo en cuenta la influencia de la deformación de la estructura. Esta influencia debe considerarse siempre que implique un incremento significativo de los efectos de las acciones o una modificación significativa de la respuesta estructural global.

Clase de sección	Método para la determinación de las solicitaciones	Método para la determinación de la resistencia de secciones
Plástica (Clase 1)	Plástico o Elástico	Plástico o Elástico
Compacta (Clase 2)	Elástico	Plástico o Elástico
Semicompacta (Clase 3)	Elástico	Elástico
Esbelta (Clase 4)	Elástico con posible reducción de rigidez	Elástico con resistencia reducida

### Estabilidad lateral global

De acuerdo con lo prescrito en el CE, el edificio contará con elementos que garanticen la estabilidad estructural del conjunto y una transmisión adecuada de las fuerzas verticales y horizontales, hasta la cimentación. Además, todos los elementos del modelo estructural deben proyectarse con la suficiente resistencia frente a las acciones horizontales, y la suficiente rigidez para satisfacer los ELS descritos en el CE y garantizar las hipótesis de cálculo que se planteen (traslacionalidad, intraslacionalidad, nudos articulados, empotramientos...).

En el presente edificio la transmisión de las fuerzas horizontales hasta la cimentación se realiza mediante:

	Sistema de transmisión de esfuerzos horizontales	Descripción
<input type="checkbox"/>	Capacidad a flexión de las barras y uniones. (Pórticos rígidos)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Capacidad axial de sistemas triangulados (Arriostramientos)	Para garantizar la intraslacionalidad en el plano longitudinal, del edificio, se dispondrá un sistema de arriostramiento en cruces de San Andrés en los pórticos laterales. Se colocarán triangulaciones en los vanos extremos y en los pórticos centrales a ambos lados de la junta de dilatación. La triangulación se formará mediante la colocación de perfiles redondos de acero en marcos de arriostramiento delimitados por los propios pórticos y las vigas de atado. En la cubierta se colocará el mismo sistema de triangulación en X, en ambos faldones tanto en los dos extremos de la nave como en los pórticos centrales.
<input type="checkbox"/>	Pantallas horizontales	

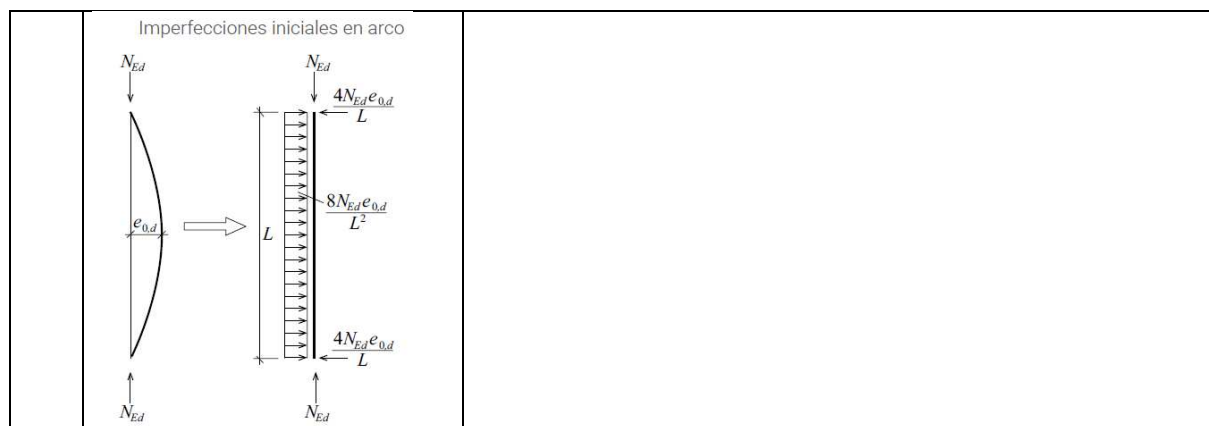
<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

<input type="checkbox"/>	(Diafragmas o forjados)	
<input type="checkbox"/>	Pantallas verticales (Cerramientos, paneles, muros de hormigón...)	

**Imperfecciones iniciales (Apartado 5.3 Anejo 22, CE)**

El análisis estructural debe considerar los efectos de las imperfecciones, incluyendo las tensiones residuales y las imperfecciones geométricas, tales como la falta de verticalidad, de rectitud, de horizontalidad o de ajuste.

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Imperfecciones geométricas</b>	
	Imperfección inicial y global. Se aplica un desplome lineal en altura en función de la altura total, h) (Apartado 5.3.2 Anejo 22 CE.	Las imperfecciones de pandeo iniciales y globales se obtienen de la expresión: $\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m \quad (5.5)$ donde: $\phi_0$ es el valor de base: $\phi_0 = 1/200$ $\alpha_h$ es el factor de reducción por la altura h, aplicable a los soportes: $\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} \quad \text{con} \quad \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$ h es la altura de la estructura (en metros) $\alpha_m$ es el coeficiente de reducción por el número de soportes en una fila: $\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$ m es el número de soportes en una fila, incluyendo únicamente aquellos que se encuentren solicitados por una carga vertical $N_{Ed}$ , superior o igual al 50% del valor medio de la carga por soporte en el plano vertical considerado.
	Imperfección inicial local	Los efectos de las imperfecciones locales de los elementos se incluyen en las fórmulas dadas para la comprobación de la resistencia a pandeo del elemento
<input type="checkbox"/>	<b>Acciones equivalentes</b>	
	Imperfección inicial global. Imperfecciones iniciales de verticalidad	El desplome se simula mediante la aplicación de un par de fuerzas $\phi \cdot N_d$ en los extremos del pilar de la planta, donde $\phi$ representa la inclinación correspondiente al desplome necesario, y $N_d$ es el esfuerzo axial máximo de compresión que solicita al pilar.
	Imperfección inicial local	Se aplicará una carga uniforme horizontal sobre el pilar de valor $(8 \cdot N_d \cdot e_0)/L^2$ , y en la dirección opuesta se aplicarán sendas cargas puntuales en ambos extremos del pilar con un valor $(4 \cdot N_d \cdot e_0)/L$ , donde $N_d$ es el esfuerzo axial máximo de compresión que solicita al pilar.



### Estados Límite Últimos

La comprobación frente a los estados límites últimos supone la comprobación ordenada frente a la resistencia de las secciones (Apartado 6.2 Anejo 22 del CE), y frente a la resistencia a pandeo de los elementos (Apartado 6.3 Anejo 22 del CE).

Se han seguido los criterios indicados en el Apartado 6: "Estados límite últimos" del Anejo 22 del CE para realizar la comprobación de la estructura, con los siguientes criterios de análisis:

**a) Descomposición de la barra en secciones y cálculo en cada una de ellas de los valores de resistencia**

**a:**

- Tracción (Apdo. 6.2.3)
- Compresión (Apdo. 6.2.4)
- Momento flector (Apdo. 6.2.5)
- Cortante (Apdo. 6.2.6)
- Torsión (Apdo. 6.2.7)
- Interacción de esfuerzos:
  - Flexión y cortante (Apdo. 6.2.8)
  - Flexión y axil (Apdo. 6.2.9)
  - Flexión, cortante y axil (Apdo. 6.2.10)

**b) Comprobación de la resistencia a pandeo de:**

- Elementos de sección constante a compresión (Apdo. 6.3.1)
- Elementos de canto constante a flexión (Apdo. 6.3.2)
- Elementos de sección constante sometidos a flexión y compresión (Apdo. 6.3.3)

### Estados Límite de Servicio

Para las diferentes situaciones de dimensionado se ha comprobado que el comportamiento de la estructura en cuanto a deformaciones, vibraciones y otros estados límite, está dentro de los límites establecidos en el Apartado 7.2 "Estados límite de servicio en edificación" del Anejo 22 del CE.

Se ha comprobado que la estructura presenta unas deformaciones verticales (Apartado 7.2.1) y unas flechas horizontales (Apartado 7.2.2) admisibles.

**Clases de Ejecución – Gestión de la Calidad de Ejecución**

Para determinar el Nivel de Control de Ejecución de la estructura o de cada tipo de elemento estructural (Artículo 14 del CE) hay que determinar la Clase de Ejecución conforme se especifica en el Artículo 91 del CE. La Clase de Ejecución depende del Nivel de Riesgo (CC), de la Categoría de Uso (SC) y Categoría de Ejecución (PC).

El nivel de riesgo de una obra define las consecuencias que podría tener su fallo estructural durante su construcción o en servicio.

	Nivel de Riesgo	Descripción
<input type="checkbox"/>	Nivel CC3	Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, como es el caso de un edificio público, o puede generar grandes pérdidas económicas.
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel CC2	Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, pero no del público en general, o puede generar apreciables pérdidas económicas.
<input type="checkbox"/>	Nivel CC1	Elementos no incluidos en los niveles anteriores

La categoría de uso depende del riesgo ligado al servicio para el que se diseña la estructura.

	Categoría de uso	Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>	SC1	Estructuras y componentes sometidas a acciones predominantemente estáticas (edificios). Estructuras con uniones diseñadas para acciones sísmicas moderadas que no requieren ductilidad. Carrileras y soportes con cargas de fatiga reducida, por debajo del umbral de daño del detalle más vulnerable.
<input type="checkbox"/>	SC2	Estructuras y componentes sometidas a acciones de fatiga (puentes de carretera y ferrocarril, grúas y carrileras en general). Estructuras sometidas a vibraciones por efecto del viento, paso de personas o maquinaria con rotación. Estructuras con uniones que requieren ductilidad por requisito de diseño antisísmico.

La categoría de ejecución depende de la fabricación y montaje de la estructura

	Categoría de Ejecución	Descripción
<input checked="" type="checkbox"/>	PC1	Componentes sin uniones soldadas, con cualquier tipo de acero. Componentes con soldaduras de acero de grado inferior a S355, realizadas en taller.
<input type="checkbox"/>	PC2	Componentes con soldaduras de acero de grado S355 o superior. Ejecución de soldaduras en obra de elementos principales. Elementos sometidos a tratamiento térmico durante su fabricación. Piezas de perfil hueco con recortes en boca de lobo.

Nivel de Riesgo	CC1		CC2		CC3		
	SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2	
Categoría de Ejecución	PC 1	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	2 <input checked="" type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
	PC 2	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

Por lo tanto, el Nivel de Control de Ejecución según el CE será:

Clase de Ejecución	Nivel de Control de Ejecución
Clase 2 <input checked="" type="checkbox"/>	Normal
Clase 3 ó 4 <input type="checkbox"/>	Intenso

## Código Estructural Estructuras de Hormigón

El presente apartado sirve de justificación a las soluciones constructivas adoptadas para cumplir con las exigencias básicas en materia de seguridad estructural para las estructuras de hormigón, según el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Se establecen estos requisitos con el fin de conseguir resistencia y estabilidad ante las acciones previstas y una adecuada aptitud conforme al uso previsto.

		Procede	No procede
Verificación de la seguridad estructural en elementos y estructuras de hormigón	Elementos estructurales de hormigón armado	X	
	Estructuras de hormigón armado	X	

### Descripción general del edificio y de los forjados y elementos estructurales de hormigón:

Losa de e= 20 cm de hormigón armado.

**Código estructural**
**Estructuras de Hormigón**
**Datos generales de proyecto**
**Hipótesis de trabajo**

Declaración de conformidad para la aplicación del Anejo 19 del Código Estructural:

Se cumplen las siguientes condiciones para dar validez a los cálculos definidos en el Anejo 19 del Código Estructural:

- La elección del sistema estructural y el procedimiento de cálculo de la estructura se ha realizado por personal debidamente cualificado y con experiencia.
- La ejecución se llevará a cabo por personal con las capacidades y experiencia adecuadas;
- Se asegura una supervisión y un control de calidad adecuados durante el proyecto y la ejecución de la obra, es decir, en las oficinas de proyecto, en la fábrica, en las plantas y en la obra
- Los materiales y productos de construcción se utilizan según se especifica en el Código Estructural
- La estructura se mantendrá de forma adecuada
- La estructura se utilizará de acuerdo con las hipótesis de proyecto.

Gestión de la fiabilidad (Código Estructural Anejo 18, Apartado.2)

Clase consecuencia	de	Descripción	Ejemplos de obras
<input type="checkbox"/> CC3		Consecuencias graves de pérdida de vidas humanas, o consecuencias económicas, sociales o medioambientales muy importantes	Graderíos, edificios públicos en los que las consecuencias del fallo son graves (ejemplo, una sala de conciertos)
<input type="checkbox"/> CC2		Consecuencias medias de pérdida de vidas humanas, o consecuencias económicas, sociales o medioambientales considerables	Edificios residenciales y administrativos, edificios públicos en los que las consecuencias de fallo son medias (ejemplo, oficinas)
<input checked="" type="checkbox"/> CC1		<i>Consecuencias bajas de pérdida de vidas humanas, o consecuencias económicas, sociales o medioambientales despreciables</i>	<i>Edificios agrícolas en los que normalmente no entre gente (ejemplo, almacenes) o invernaderos</i>
Clase de fiabilidad		Valor mínimo $\beta$ (Período referencia: 1 año)	Valor mínimo $\beta$ (Período referencia: 50 años)
<input type="checkbox"/> RC3		5,2	4,3
<input type="checkbox"/> RC2		4,7	3,8
<input checked="" type="checkbox"/> RC1		4,2	3,3
Clase de fiabilidad		Factor multiplicador en el cálculo de acciones $K_{IF}$	
<input type="checkbox"/> RC3		1,1 (Aplicable solo a las acciones desfavorables. El resto tendría un valor 1,0)	
<input type="checkbox"/> RC2		1,0	
<input checked="" type="checkbox"/> RC1		0,9	

Vida útil de la estructura:

Categoría de vida útil	Vida útil nominal (años)	Ejemplos de estructuras
1 (10 años)		Estructuras temporales
2 (10 a 25 años)		Partes reemplazables de la estructura, por ejemplo: vigas carril, aparatos de apoyo, etc.
3 (15 a 30 años)	25 años	<i>Estructuras agrícolas y similares</i>
4 (50 años)		Estructuras de edificación y otras estructuras comunes

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

5 (100 años)	Estructuras de edificios monumentales, puentes y otras estructuras de ingeniería civil
--------------	--

**Situaciones de proyecto**

<input checked="" type="checkbox"/>	Persistentes, que se refieren a las condiciones de uso normal
<input type="checkbox"/>	Transitorias, que se refieren a condiciones temporales aplicables a la estructura, por ejemplo, durante su ejecución o reparación
<input type="checkbox"/>	Accidentales, que se refieren a condiciones excepcionales aplicables a la estructura o a su exposición, por ejemplo, al fuego, impacto o las consecuencias de un fallo localizado
<input type="checkbox"/>	Sísmicas, que se refieren a las condiciones aplicables a la estructura cuando esté sometida a efectos sísmicos

**Acciones. Valores característicos considerados (según documento SE-AE)**

Peso propio elemento:  
 Peso propio de los forjados:  
 Resto cargas permanentes (tabiquería, solados y falsos techos):  
 Fuerzas de pretensado:  
 Sobrecarga de uso:  
 Sobrecarga de nieve:  
 Sobrecarga de viento (máxima):  
  
 Acciones térmicas:  
 Acciones accidentales:  
 Acciones sísmicas:  
 Asientos/movimientos diferenciales:

	Cubierta
	25 kN/m <sup>2</sup> en pilares y vigas
	3 kN/m <sup>2</sup>
	0,8 kN/m <sup>2</sup>
	No procede
	0.4 kN/m <sup>2</sup> + 1 kN (puntual)
	0.6 kN/m <sup>2</sup>
	0,169(presión)+0.338 (succión interior)
	No procede
	No procede
	No procede
	No procede

**Características de los materiales**
**Características de los materiales. Hormigón**

Tipo de hormigón empleado	Pilares y vigas	Forjados	Cimentaciones
<input checked="" type="checkbox"/> Convencional	-	-	Sí
<input type="checkbox"/> Autocompactante	-	-	-
<input type="checkbox"/> Alta resistencia	-	-	-
<input type="checkbox"/> Con fibras	-	-	-
<input type="checkbox"/> Con áridos ligeros o proyectados	-	-	-

Característica	Pilares y vigas	Forjados	Cimentaciones
Designación del hormigón			HA-25 / F / 15 / XC2
Resistencia característica del hormigón (f <sub>ck</sub> )			25 MPa
Consistencia			Fluida
Tamaño máximo de árido			15mm
Ambiente			XC2
Recubrimiento mínimo			20 mm
Recubrimiento nominal			30 mm
Tipo de cemento			CEM II
Máxima relación agua/cemento			0.60
Mínimo contenido de cemento			275 kg/m <sup>3</sup>

**Características de los materiales. Acero para armar**

Característica	Pilares y vigas	Forjados	Cimentaciones
Designación del acero	<i>B 500 S</i>		<i>B 500 S</i>
Resistencia característica del acero ( $f_{yk}$ )	<i>500 MPa</i>		<i>500 MPa</i>
Tipo de ductilidad	<i>Normal</i>		<i>Normal</i>

**Coefficientes parciales de seguridad para los materiales**

Control de Ejecución	Hormigón ( $\gamma_c$ )	Acero ( $\gamma_s$ )
<input checked="" type="checkbox"/> Normal	<i>1,5 (Situación permanente o transitoria) 1,3 (Situación accidental)</i>	<i>1,15 (Situación permanente o transitoria) 1,0 (Situación accidental)</i>
<input type="checkbox"/> Intenso	1,4 (Elementos convencionales) 1,35 (Elementos prefabricados) Se requiere que el hormigón esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (D.O.R.).	1,10  Se requiere que el acero esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (D.O.R.).

**Coefficientes parciales de seguridad para las acciones**

Acción	Coefficiente parcial de seguridad
<input type="checkbox"/> Retracción	$\gamma_{sh} = 1,0$
<input type="checkbox"/> Pretensado	$\gamma_{P,fav} = 1,0$ (ELU en situaciones normales. Efecto favorable) $\gamma_{P,fav} = 1,0$ (ELU en situaciones transitoria y accidental) $\gamma_{P,unfav} = 1,3$ (Estado límite de inestabilidad con pretensado exterior si el efecto es desfavorable) $\gamma_{P,unfav} = 1,2$ (Efectos locales)
<input type="checkbox"/> Fatiga	$\gamma_{F,fat} = 1,0$

**Análisis Estructural**
**Estructura**

Descripción del sistema estructural:

*Losa continua de e= 20 cm de hormigón armado*
**Programa de cálculo**

Nombre comercial:

Empresa

Descripción del programa: idealización de la estructura: simplificaciones efectuadas.

*Aportar por empresa suministradora de los locales modulares.*

**Elementos considerados en el análisis** (Código Estructural, Anejo 19, apartado 5.3)

Tipo de elemento	Definición
<input type="checkbox"/> Vigas	Elemento cuya luz es mayor que 3 veces el canto total de la sección.
<input type="checkbox"/> Vigas de gran canto	Elemento cuya luz es menor que 3 veces el canto total de la sección.
<input type="checkbox"/> Pilares	Elemento cuyo canto es inferior a 4 veces su ancho, y su altura es al menos 3 veces el canto de la sección.
<input type="checkbox"/> Muros	Elemento que no cumple las especificaciones para pilar
<input checked="" type="checkbox"/> Losas	Elemento cuya dimensión mínima del paño es mayor que 5 veces el espesor total de la losa
<input type="checkbox"/> Losas unidireccionales	Una losa sometida principalmente a cargas uniformemente distribuidas puede considerarse como unidireccional si cumple alguna de las siguientes condiciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posee 2 bordes libres (sin sustentación) y prácticamente paralelos, o</li> <li>• Se trata de la parte central de una losa prácticamente rectangular apoyada en cuatro bordes, cuya relación entre la mayor y la menor luz debe ser mayor que 2</li> </ul>
<input type="checkbox"/> Zapatas aisladas	Se calculan como vigas sometidas a flexión.

**Secciones**

Descripción:

Dimensiones y armado:

Condiciones de ejecución:


### Imperfecciones geométricas

Tipo de elemento	Observaciones
<input type="checkbox"/> Elementos aislados	<input type="checkbox"/> Imperfección considerada como una excentricidad (Código estructural Anejo 19, Apartado 5.2 (7.a)) <input type="checkbox"/> Imperfección considerada como una fuerza transversal en la posición del momento máximo (Apartado 5.2 (7.b))
<input type="checkbox"/> Estructuras	El efecto de la inclinación se puede representar por medio de las fuerzas transversales, que deberán incluirse en el análisis junto con el resto de acciones (Apartado 5.2 (8)) sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de arriostramiento</li> <li>• Diafragma de planta</li> <li>• Diafragma de cubierta</li> </ul>

### Diagrama tensión-deformación del hormigón

Diagrama	Descripción
<input type="checkbox"/> Análisis no lineal	Diagrama tensión - deformación para el análisis no lineal según las prescripciones recogidas en el apartado 3.1.5 del Anejo 19.
<input type="checkbox"/> Parábola - Rectángulo	<i>Diagrama tensión-deformación para el cálculo de secciones transversales, siguiéndose las prescripciones recogidas en el punto (1) del apartado 3.1.5 del Anejo 19.</i>
<input type="checkbox"/> Bilineal	Diagrama tensión - deformación para el cálculo de secciones transversales, siguiéndose las prescripciones recogidas en el punto (2) del apartado 3.1.5 del Anejo 19.
<input type="checkbox"/> Distribución rectangular	Se puede emplear una distribución rectangular de secciones para el cálculo de secciones transversales, siguiéndose las prescripciones recogidas en el punto (3) del apartado 3.1.5 del Anejo 19.
<input type="checkbox"/> Otro diagrama simplificado	Se puede emplear otro diagrama simplificado que garantice el mismo nivel de seguridad. Especificar detalles en caso de su utilización.

### Diagrama tensión- deformación del acero para armar

Tipo de armadura	Cláusulas
<input type="checkbox"/> Pasivas	<i>Se debe garantizar el cumplimiento de las prescripciones recogidas en el apartado 3.2 del Anejo 19 del Código Estructural.</i>
<input type="checkbox"/> Activas	Se deberá garantizar el cumplimiento de las prescripciones recogidas en el apartado 3.3 del Anejo 19
Diagrama	Descripción
<input type="checkbox"/> Bilineal con rama horizontal	<i>Diagrama tensión-deformación del acero para armar según las prescripciones recogidas en el apartado 3.2.7 del Anejo 19, con una rama horizontal superior. Sin necesidad de comprobar el límite de deformación.</i>
<input type="checkbox"/> Bilineal con rama inclinada	Diagrama tensión - deformación del acero para armar según las prescripciones recogidas en el apartado 3.2.7 del Anejo 19, con una rama superior inclinada. El límite de deformación y la tensión máxima deben comprobarse, y situarse dentro de los valores máximos establecidos en el punto (2) a. del mencionado apartado.

### Análisis Estructural

Tipo de análisis	Descripción
<input type="checkbox"/> Elástico lineal	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.4 del anejo 19. Se puede realizar un cálculo basado en la teoría de la elasticidad para el cálculo de elementos en ELU y ELS. La determinación de los efectos de las acciones se puede realizar suponiendo:

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

	i. Secciones fisuradas ii. Diagrama de tensión – deformación lineal y iii. Valor medio del módulo de elasticidad Si existieran acciones térmicas, asientos diferenciales o retracción, consultar el punto (3) del apartado 5.4.						
<input type="checkbox"/> Elástico lineal con redistribuciones limitadas	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.5 del anejo 19. Se podrá aplicar en el análisis de los elementos estructurales para el cálculo de ELU. El momento calculado en ELU utilizando el análisis elástico lineal, puede redistribuirse siempre que la distribución resultante de momentos permanezca en equilibrio con las cargas aplicadas. Consideraciones específicas para algunos elementos: <ol style="list-style-type: none"> <li>Vigas continuas y losas. Seguir las observaciones del punto (4) del apartado 5.5.</li> <li>Pilares. Se emplearán los momentos elásticos de la acción de la estructura sin redistribución alguna.</li> </ol>						
<input type="checkbox"/> Plástico	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.6 del anejo 19, incluyendo modelos de bielas y tirantes. Estos métodos se emplearán exclusivamente para comprobaciones ELU, y garantizando que la ductilidad de las secciones críticas sea suficiente para que se forme el mecanismo previsto. El análisis plástico puede basarse en uno de los siguientes métodos: <ol style="list-style-type: none"> <li>Límite inferior (estático)</li> <li>Límite superior (cinemático)</li> </ol> Se deberán cumplir las condiciones indicadas para el análisis plástico de vigas, estructuras y losas (apartado 5.6.2), la capacidad de giro (apartado 5.6.3) y los modelos de bielas y tirantes (apartado 5.6.4).						
<input type="checkbox"/> No lineal	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.7 del anejo 19. Estos métodos se podrán emplear tanto para comprobaciones ELU como ELS, siempre que se cumpla el equilibrio y la compatibilidad, además de suponer un comportamiento no lineal adecuado de los materiales. El análisis puede ser de 1º orden o 2º orden.						
Tipo de efectos	Descripción						
<input type="checkbox"/> Efectos de 1º orden	Se han ignorado los efectos de segundo orden en el cálculo de pilares, dado que se trata de elementos de edificación y se ha comprobado que no se exceden los valores límites indicados en el apartado 5.8.6(2): <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><input checked="" type="checkbox"/> Elementos aislados</td> <td>La esbeltez del elemento (<math>\lambda</math>) es inferior a la esbeltez límite (<math>\lambda_{lim}</math>) calculada, conforme a los apartados 5.8.3.1 y 5.8.3.2.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Elementos no aislados</td> <td>La carga vertical total (<math>F_{V,Ed}</math>), en elementos arriostrados y en elementos de arriostramiento, es inferior al valor límite indicado en la ecuación 5.18 (apartado 5.8.3.3).</td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/> Elementos aislados	La esbeltez del elemento ( $\lambda$ ) es inferior a la esbeltez límite ( $\lambda_{lim}$ ) calculada, conforme a los apartados 5.8.3.1 y 5.8.3.2.	<input type="checkbox"/> Elementos no aislados	La carga vertical total ( $F_{V,Ed}$ ), en elementos arriostrados y en elementos de arriostramiento, es inferior al valor límite indicado en la ecuación 5.18 (apartado 5.8.3.3).		
<input checked="" type="checkbox"/> Elementos aislados	La esbeltez del elemento ( $\lambda$ ) es inferior a la esbeltez límite ( $\lambda_{lim}$ ) calculada, conforme a los apartados 5.8.3.1 y 5.8.3.2.						
<input type="checkbox"/> Elementos no aislados	La carga vertical total ( $F_{V,Ed}$ ), en elementos arriostrados y en elementos de arriostramiento, es inferior al valor límite indicado en la ecuación 5.18 (apartado 5.8.3.3).						
<input type="checkbox"/> Efectos de 2º orden	Se han tenido en cuenta porque se puede afectar de forma significativa a la estabilidad global de la estructura, así como el cumplimiento del ELU en secciones críticas, y se superan los límites indicados en el apartado 5.8.6(2). Indicar el procedimiento empleado en su consideración. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><input type="checkbox"/> Método general</td> <td>Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.6 del anejo 19. Se basa en el análisis no lineal, incluyendo la no linealidad de la geometría, y se aplicarán las reglas generales definidas en 5.7. Puede emplearse también en el cálculo de flexión esviada (apartado 5.8.9 del anejo 19).</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Método simplificado basado en la rigidez nominal</td> <td>Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.7 del anejo 19. Puede utilizarse para elementos aislados y estructuras completas, si los valores de la rigidez nominal se estiman de forma apropiada.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Método simplificado basado en la curvatura nominal</td> <td>Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.8 del anejo 19. Es más adecuado para elementos aislados. Se puede emplear también en estructuras completas si se utilizan hipótesis realistas de la distribución de la curvatura.</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Método general	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.6 del anejo 19. Se basa en el análisis no lineal, incluyendo la no linealidad de la geometría, y se aplicarán las reglas generales definidas en 5.7. Puede emplearse también en el cálculo de flexión esviada (apartado 5.8.9 del anejo 19).	<input type="checkbox"/> Método simplificado basado en la rigidez nominal	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.7 del anejo 19. Puede utilizarse para elementos aislados y estructuras completas, si los valores de la rigidez nominal se estiman de forma apropiada.	<input type="checkbox"/> Método simplificado basado en la curvatura nominal	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.8 del anejo 19. Es más adecuado para elementos aislados. Se puede emplear también en estructuras completas si se utilizan hipótesis realistas de la distribución de la curvatura.
<input type="checkbox"/> Método general	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.6 del anejo 19. Se basa en el análisis no lineal, incluyendo la no linealidad de la geometría, y se aplicarán las reglas generales definidas en 5.7. Puede emplearse también en el cálculo de flexión esviada (apartado 5.8.9 del anejo 19).						
<input type="checkbox"/> Método simplificado basado en la rigidez nominal	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.7 del anejo 19. Puede utilizarse para elementos aislados y estructuras completas, si los valores de la rigidez nominal se estiman de forma apropiada.						
<input type="checkbox"/> Método simplificado basado en la curvatura nominal	Son de aplicación las prescripciones del apartado 5.8.8 del anejo 19. Es más adecuado para elementos aislados. Se puede emplear también en estructuras completas si se utilizan hipótesis realistas de la distribución de la curvatura.						

**Estados Límite Último (ELU) y Estados Límite de Servicio (ELS)**

Las verificaciones de elementos de hormigón se llevan a cabo siguiendo el método de los estados límite, y atendiendo a las prescripciones recogidas a tal efecto en el apartado 6 del Anejo 18 del Código Estructural.

**Estados Límite Últimos (ELU)**

ELU	Apartado Anejo 19	Elementos
<input checked="" type="checkbox"/> Flexión simple o compuesta (solicitaciones normales)	6.1	<input type="checkbox"/> Vigas <input type="checkbox"/> Pilares <input type="checkbox"/> Zapatas <input checked="" type="checkbox"/> Losas <input type="checkbox"/> Otros:
<input checked="" type="checkbox"/> Esfuerzo cortante	6.2.1 a 6.2.3	<input type="checkbox"/> Vigas <input type="checkbox"/> Pilares <input type="checkbox"/> Zapatas <input checked="" type="checkbox"/> Losas <input type="checkbox"/> Otros:
<input type="checkbox"/> Esfuerzo rasante	6.2.4 y 6.2.5	<input type="checkbox"/> Entre el alma y alas en los elementos: <input type="checkbox"/> Entre hormigones de diferentes edades en los elementos:
<input type="checkbox"/> Torsión	6.3	
<input checked="" type="checkbox"/> Punzonamiento	6.4	<input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Vigas de cimentación <input type="checkbox"/> Losas de cimentación <input checked="" type="checkbox"/> Losas macizas <input type="checkbox"/> Losas reticulares con áreas macizas en los pilares
<input type="checkbox"/> Bielas y tirantes	6.5	Se pueden utilizar en las zonas donde exista una distribución no lineal de deformaciones (apoyos, junto a zonas de concentración de cargas o tensiones planas). Indicar los elementos donde se han comprobado: <input type="checkbox"/> Elementos:
<input type="checkbox"/> Fatiga	6.8	Se realiza únicamente en casos especiales, cuando haya estructuras y elementos estructurales que vayan a estar sometidos a ciclos de carga de forma regular como: <input type="checkbox"/> Vigas carril para grúas <input type="checkbox"/> Puentes expuestos a elevadas cargas de tráfico <input type="checkbox"/> Otros:

**Estados Límite de Servicio (ELS)**

ELS	Apartado 19	Anejo	Descripción e información		
<input checked="" type="checkbox"/> Limitación de tensiones	7.2		<p><i>Se limita la tensión de compresión en el hormigón para evitar la fisuración longitudinal, la microfisuración o altos niveles de fluencia.</i></p> <p><i>Se limitan las tensiones de tracción en la armadura para evitar deformaciones anelásticas, así como niveles de fisuración y deformación inadmisibles.</i></p>		
<input checked="" type="checkbox"/> Control de la fisuración	7.3	Clase de exposición	Abertura máxima de la fisura permitida, $w_{max}$ (mm)		
			Hormigón armado	Hormigón pretensado	
		XC1	0,4	No aplica	
		XC2	0,3	No aplica	
		Elemento	Control de la fisuración		
			Sí (Área mínima según 7.3.2)	No (Limitación separaciones y diámetros según 7.3.3)	
			Vigas	Cumple	No aplica
Pilares	Cumple		No aplica		
Zapatatas	Cumple	No aplica			
<input checked="" type="checkbox"/> Control de deformaciones	7.4	<p><i>Este apartado determina pautas generales relativas a la comprobación y aporta los siguientes valores límite a modo orientativo, y en ningún caso prescriptivo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>(Longitud del vano / 250) para el caso de flechas en vigas, losas o voladizos bajo una combinación cuasi-permanente de cargas.</i></li> <li><i>(Longitud del vano / 500) para el caso de deformaciones diferidas bajo una combinación cuasi-permanente de cargas.</i></li> </ul>			
		Método de control de la deformación			
		Limitación de la relación luz - canto	Comparación con una deformación calculada		
		<input checked="" type="checkbox"/> Se comprueba que la relación luz - canto del elemento sea inferior al valor máximo obtenido según 7.4.2	<input type="checkbox"/> Se calcula la deformación máxima sufrida por el elemento, según el apartado 7.4.3, y se comprueba con el valor máximo fijado. <input type="checkbox"/> Límites de flecha considerados:		

**LOSA**
**Geometría:**

<b>Dimensiones:</b>	900 x 100x 20 cm
<b>Profundidad del plano de apoyo:</b>	20 cm
<b>Recubrimiento mecánico armaduras:</b>	50 mm
<b>Tamaño máximo de árido:</b>	20 mm

**Terreno:**

<b>Peso específico:</b>	18 kN/m <sup>3</sup>
<b>Ángulo de rozamiento interno:</b>	35°
<b>Cohesión efectiva</b>	10 kPa
<b>Tensión admisible:</b>	0,15 MPa

**Materiales**

<b>Hormigón:</b>	HA-25, $\gamma_c=1,5$
<b>Acero:</b>	B 400-S, $\gamma_s=1,15$

**Armadura**

<b>Armadura longitudinal:</b>	10Ø16 mm, separados 22,4 cm
<b>Armadura transversal:</b>	10Ø16 mm, separados 22,4 cm

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo nº 4: Plan De Control de Calidad**

PROMOTOR:	VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA
TERMINO MUNICIPAL:	CHAÑE
PROVINCIA:	SEGOVIA
FECHA:	AGOSTO 2025

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

## Índice

- 1.- ASPECTOS COMUNES A TODOS LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, 1**
- 1.1.- Aspectos generales, 1
- 1.2.- Criterios generales para la gestión de la calidad de las estructuras, 2
- 1.3.- Documentación del control de la obra, 3
- 1.4.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, 3
- 1.4.1.- Control de la documentación de los suministros, 3
- 1.4.2.- Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica, 4
- 1.4.3.- Control de recepción mediante ensayos, 4
- 1.5.- Control de ejecución de la obra, 4
- 1.6.- Control de la obra terminada, 5
- 10.- INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA, 91**
- 10.1.- Generalidades, 91
- 10.2.- Recepción en obra de equipos y materiales., 91
- 10.3 Control de la ejecución de la instalación., 92
- 11.- HS 6 Protección frente a la exposición al radón, 93**
- 11.1.- Barrera tipo lámina, 93
- 11.2.- Cámaras de aire ventiladas, 93
- 11.3.- Sistemas de despresurización, 93
- 11.4.- Control de la ejecución, 94
- 12.- PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO, 94**
- 12.1.- Control de recepción en obra de productos, 94
- 12.2.- Elementos de separación verticales y tabiquería, 94
- 12.3.- Elementos de separación horizontales, 95
- 12.4.- Fachadas y cubiertas, 96
- 12.5.- Instalaciones, 96
- 12.6.- Acabados superficiales, 96
- 12.7.- Control de la ejecución, 96
- 13.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, 97**
- 13.1.- Requisitos de los productos de protección contra incendios., 97
- 13.2.- Instalación, 97
- 14.- CONTROL DE LA OBRA TERMINADA, 98**
- 14.1.- Documentación generada para la comprobación de la conformidad., 98
- 14.2.- Control de aspectos medioambientales, 98
- 14.3.- Pruebas de carga., 98
- 14.4.- Controles de la estructura de hormigón mediante ensayos de información complementaria, 101**
- 14.4.1.- Generalidades, 101
- 14.4.2.- Pruebas de carga en estructuras de hormigón, 101
- 14.4.3.- Otros ensayos no destructivos en estructuras de hormigón, 101
- 14.5.- Instalaciones térmicas (climatización y agua caliente sanitaria), 101**
- 14.5.1.- Pruebas de equipos, 102
- 14.5.2.- Pruebas de estanqueidad, 102
- 14.5.3.- Pruebas de estanqueidad de los circuitos frigoríficos, 103
- 14.5.4.- Pruebas de libre dilatación, 104
- 14.5.5.- Pruebas de recepción de redes de conductos de aire, 104
- 14.5.6.- Pruebas de estanquidad de chimeneas, 104
- 14.5.7.- Pruebas finales, 104
- 14.5.8.- Ajuste y equilibrado, 105
- 14.5.9.- Eficiencia energética, 106
- 14.6.- Protección frente al ruido, 107**
- 14.7.- Protección contra incendios, 107**
- 14.7.1.- Puesta en servicio., 107
- 14.7.2.- BIEs, 108
- 14.7.3.- Sistemas de rociadores automáticos, 108
- 14.7.4.- Sistemas de detección y de alarma de incendios, 110
- 14.7.5.- Sistemas para el control de humos y de calor (SCTEH), 111
- 2.- ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN, 6**
- 2.1.- Generalidades, 6
- 2.10.- Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución, 25**
- 2.11.- Control de los procesos de ejecución previos a la colocación de la armadura, 25
- 2.11.1.- Control del replanteo de la estructura, 25
- 2.11.2.- Control de las cimbras y apuntalamientos, 25
- 2.11.3.- Control de los encofrados y moldes, 26
- 2.12.- Control del proceso de montaje de las armaduras pasivas, 26**
- 2.13.- Control de los procesos de hormigonado, 28**
- 2.14.- Control de procesos posteriores al hormigonado, 28**
- 2.15.- Control del montaje y uniones de elementos prefabricados, 28**
- 2.16.- Control del elemento construido, 29**

<b>TH Ingenieros</b>			mariotabanera@telefonica.net
Avenida Padre Claret 12	40001 Segovia	Tfno.: 921.413.079	www.thingenieros.es

- 2.2.- Criterios específicos para el control de los productos, 6
  - 2.2.1.- Cementos, 7
  - 2.2.2.- Áridos, 7
  - 2.2.3.- Aditivos, 8
  - 2.2.4.- Adiciones, 8
  - 2.2.5.- Agua, 8
  - 2.2.6.- Productos para la protección y refuerzo, 8
- 2.3.- Control del hormigón, 9
  - 2.3.1.- Criterios generales para el control de la conformidad de un hormigón, 9
  - 2.3.2.- Toma de muestras, 9
  - 2.3.3.- Realización de los ensayos, 9
    - 2.3.3.1.- Ensayos de docilidad del hormigón, 10
    - 2.3.3.2.- Ensayos de resistencia del hormigón, 10
    - 2.3.3.3.- Ensayos de durabilidad, 11
  - 2.3.4.- Control previo al suministro, 11
    - 2.3.4.1.- Comprobación documental previa al suministro, 11
    - 2.3.4.2.- Comprobación de las instalaciones, 12
    - 2.3.4.3.- Comprobaciones experimentales previas al suministro, 12
      - 2.3.4.3.1.- Posible exención de ensayos, 12
  - 2.3.5.- Control durante el suministro, 13
    - 2.3.5.1.- Control documental durante el suministro, 13
    - 2.3.5.2.- Comprobación de la conformidad de la docilidad del hormigón durante el suministro, 13
      - 2.3.5.2.- Modalidades de control de la conformidad de la resistencia del hormigón durante el suministro, 14
        - 2.3.5.2.1.- Realización de los ensayos, 13
        - 2.3.5.2.2.- Criterios de aceptación o rechazo, 13
        - 2.3.5.2.3.- Control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro, 15
        - 2.3.5.2.4.- Control de la resistencia del hormigón al 100 por 100, 16
        - 2.3.5.2.5.- Control indirecto de la resistencia del hormigón, 16
        - 2.3.5.2.6.- Comprobación de a conformidad de la durabilidad del hormigón durante el suministro, 17
    - 2.3.5.3.- Control estadístico de la resistencia del hormigón suministrado, 17
    - 2.3.5.4.- Decisiones derivadas del control, 17
    - 2.3.5.5.- Ensayos de información complementaria del hormigón, 17
    - 2.3.5.6.- Control estadístico de resistencia, 18
  - 2.3.7.- Control del hormigón para la fabricación de elementos prefabricados, 18
  - 2.4.- Control de acero para armaduras pasivas, 18
    - 2.5.- Control de las armaduras pasivas, 20
      - 2.5.1.- Control de las armaduras normalizadas (mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía), 20
      - 2.5.2.- Control de la ferralla (elaborada y armada), 20
    - 2.6.- Control de acero para armaduras activas, 21
    - 2.7.- Control de los elementos y sistemas de aplicación del pretensado, 22
    - 2.8.- Control de los elementos prefabricados, 23
    - 2.9.- Programación del control de ejecución en las estructuras de hormigón, 24
  - 3.- ESTRUCTURAS DE ACERO, 29
    - 3.1.- Generalidades, 29
      - 3.1.0.- Control de la fabricación en taller y del montaje en obra, 45
        - 3.1.0.1.- Comprobaciones previas al inicio del suministro, 45
          - 3.1.0.1.1.- Comprobación documental previa al suministro, 46
          - 3.1.0.1.2.- Comprobación de las instalaciones, 47
            - 3.1.0.1.2.- Control de la fabricación en taller, 47
              - 3.1.0.1.2.1.- Control documental durante el suministro, 47
                - 3.1.0.1.2.2.- Comprobaciones experimentales durante el suministro, 48
                  - 3.1.0.1.2.2.1.- Control de los procedimientos de corte térmico y perforación, 48
                    - 3.1.0.1.2.2.1.10.- Control del montaje en blanco, 56
                    - 3.1.0.1.2.2.2.- Control de las operaciones de conformado, 49
                    - 3.1.0.1.2.2.3.- Control dimensional de los elementos, 49
                    - 3.1.0.1.2.2.4.- Comprobación de la cualificación del personal para la soldadura, 50
                    - 3.1.0.1.2.2.5.- Control de los procedimientos de soldeo, 51
                    - 3.1.0.1.2.2.6.- Comprobación de la ejecución de las soldaduras, 51
                    - 3.1.0.1.2.2.7.- Control de soldaduras reparadas, 54
                    - 3.1.0.1.2.2.8.- Control de uniones atornilladas, 54
                    - 3.1.0.1.2.2.9.- Control del armado en taller, 55
          - 3.1.0.2.- Control del montaje en obra de los elementos elaborados en taller, 57

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| TH Ingenieros           |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>3.10.3.1.- Comprobaciones previas al montaje,</b><br/>57</p> <p><b>3.10.3.2.- Memoria de montaje,</b> 57</p> <p><b>3.10.3.3.- Planos de montaje,</b> 57</p> <p><b>3.10.3.4.- Programa de inspección,</b> 58</p> <p><b>3.10.3.5.- Comprobaciones durante el montaje,</b> 58</p> <p><b>3.2.- Clases de ejecución (artículo 91.2 del Código Estructural),</b> 29</p> <p><b>3.3.- Control de los productos de acero,</b> 31</p> <p><b>3.3.1.- Requisitos exigidos a los productos de acero,</b> 31</p> <p><b>3.3.2.- Control documental, toma de muestras y ensayos,</b> 31</p> <p><b>3.4.- Control de la conformidad de los tornillos, tuercas, arandelas y bulones,</b> 32</p> <p><b>3.4.1.- Requisitos exigidos,</b> 32</p> <p><b>3.4.2.- Control documental, toma de muestras y ensayos,</b> 33</p> <p><b>3.4.3.- Condiciones de aceptación o rechazo,</b> 33</p> <p><b>3.5.- Control del material de aportación para las soldaduras,</b> 33</p> <p><b>3.5.1.-Requisitos exigidos,</b> 33</p> <p><b>3.5.2.- Control documental, toma de muestras y ensayos,</b> 34</p> <p><b>3.6.- Control de los sistemas de protección,</b> 34</p> <p><b>3.6.1.- Requisitos exigidos,</b> 34</p> <p><b>3.6.2.- Control documental, toma de muestras y ensayos,</b> 35</p> <p><b>3.6.3.- Criterios de aceptación o rechazo,</b> 36</p> <p><b>3.7.- Control de estructuras componentes,</b> 37</p> <p><b>3.7.1.- Control documental, toma de muestras y ensayos,</b> 37</p> <p><b>3.8.- Programación del control de la ejecución de las estructuras de acero,</b> 38</p> <p><b>3.8.1.- Lotes de ejecución,</b> 38</p> <p><b>3.8.2.- Unidades de inspección,</b> 39</p> <p><b>3.8.3.- Frecuencias de comprobación,</b> 40</p> <p><b>3.8.4.- Aceptación o rechazo,</b> 43</p> <p><b>3.9.- Comprobaciones previas al comienzo de la fabricación y ejecución,</b> 44</p> <p><b>3.9.1.- Programa de puntos de inspección,</b> 44</p> <p><b>4.- CIMENTACIONES,</b> 58</p> <p><b>4.1.- Cimentaciones directas,</b> 58</p> <p><b>4.1.1.- Generalidades,</b> 58</p> <p><b>4.1.2.- Comprobaciones a realizar sobre el terreno de cimentación,</b> 59</p> <p><b>4.1.3.- Comprobaciones a realizar sobre los materiales de construcción,</b> 60</p> <p><b>4.1.4.- Comprobaciones durante la ejecución,</b> 60</p> <p><b>4.1.5.- Comprobaciones finales,</b> 61</p> <p><b>4.2.- Cimentaciones profundas,</b> 61</p> | <p><b>4.2.2.- Condiciones constructivas y de control,</b><br/>61</p> <p><b>4.2.2.1.- Pilotes hormigonados “in situ”,</b> 61</p> <p><b>4.2.2.1.1.- Materias primas,</b> 63</p> <p><b>4.2.2.1.2.- Dosificación y propiedades del hormigón,</b> 63</p> <p><b>4.2.2.1.3.- Control de ejecución de pilotes hormigonados in situ,</b> 64</p> <p><b>4.2.2.2.- Pilotes prefabricados hincados,</b> 66</p> <p><b>4.2.2.2.1.- Control de ejecución de pilotes prefabricados hincados,</b> 66</p> <p><b>5.- ELEMENTOS DE CONTENCIÓN,</b> 67</p> <p><b>5.1.- Generalidades,</b> 67</p> <p><b>5.2.- Pantallas,</b> 67</p> <p><b>5.2.1.- Características generales,</b> 67</p> <p><b>5.2.2.- Materias primas,</b> 68</p> <p><b>5.2.3.- Dosificación y propiedades del Hormigón,</b> 68</p> <p><b>5.2.4.- Fabricación y transporte,</b> 69</p> <p><b>5.2.5.- Puesta en obra,</b> 70</p> <p><b>5.2.6.- Control de Calidad,</b> 71</p> <p><b>5.3.- Muros,</b> 73</p> <p><b>5.3.1.- Condiciones constructivas,</b> 73</p> <p><b>5.3.2.- Control de calidad,</b> 73</p> <p><b>6.- ACONDICIONAMIENTO Y REFUERZO DEL TERRENO,</b> 75</p> <p><b>6.1.- Excavaciones,</b> 75</p> <p><b>6.2.- Rellenos,</b> 76</p> <p><b>6.3.- Control de la mejora o refuerzo del terreno,</b> 77</p> <p><b>6.4.- Control de los anclajes al terreno,</b> 77</p> <p><b>7.- ELEMENTOS DE FABRICA,</b> 77</p> <p><b>7.1.- Recepción de materiales,</b> 77</p> <p><b>7.2.- Control de la fábrica,</b> 79</p> <p><b>7.3.- Morteros y hormigones de relleno,</b> 80</p> <p><b>7.4.- Armaduras en la fábrica,</b> 81</p> <p><b>7.5.- Protección de fábricas en ejecución,</b> 81</p> <p><b>8.- ESTRUCTURAS DE MADERA,</b> 82</p> <p><b>8.1.- Contenido de humedad de la madera,</b> 82</p> <p><b>8.2.- Calidad de los detalles constructivos,</b> 82</p> <p><b>8.3.- Tolerancias,</b> 83</p> <p><b>8.4.- Tolerancias en elementos estructurales,</b> 83</p> <p><b>8.5.- Tolerancias en celosías con uniones de placas dentadas,</b> 83</p> <p><b>8.6.- Identificación del suministro de productos de estructuras de madera,</b> 84</p> <p><b>8.7.- Control de recepción en obra de productos de estructuras madera,</b> 85</p> <p><b>8.8.- Criterio general de no-aceptación del producto,</b> 86</p> <p><b>9.- PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD,</b> 86</p> <p><b>9.1.- Características exigibles a los productos,</b> 86</p> |
|--|--|

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- 9.1.1.- Componentes de la hoja principal de fachadas, 86
- 9.1.2.- Aislante térmico, 86
- 9.2.- Control de recepción en obra de productos, 86
- 9.3.- Ejecución, 87
  - 9.3.1.- Ejecución de muros, 87
  - 9.3.2.- Condiciones de los productos líquidos de impermeabilización, 88
    - 9.3.2.1.- Revestimientos sintéticos de resinas, 88
    - 9.3.2.2.- Polímeros Acrílicos, 88
  - 9.3.2.3.- Caucho acrílico y resinas acrílicas, 88
  - 9.3.3.- Condiciones del sellado de juntas, 88
    - 9.3.3.1.- Masillas a base de poliuretano, 88
    - 9.3.3.2.- Masillas a base de siliconas, 88
    - 9.3.3.3.- Masillas a base de resinas acrílicas, 89
    - 9.3.3.4.- Masillas asfálticas, 89
  - 9.3.4.- Condiciones de los sistemas de drenaje, 89
- 9.4.- Suelos, 89
- 9.5.- Fachadas, 90
- 9.6.- Cubiertas, 90
- 9.7.- Control de la ejecución, 91

## 1.- ASPECTOS COMUNES A TODOS LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

### 1.1.- Aspectos generales

Las obras de construcción del edificio se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- a) control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras.
- b) control de ejecución de la obra.
- c) control de la obra terminada.

Todas las actividades relacionadas con el control establecido en este anejo deberán quedar documentadas en los correspondientes registros, físicos o electrónicos, que permitan disponer de las evidencias documentales de todas las comprobaciones, actas de ensayo y partes de inspección que se hayan llevado a cabo, han de ser incluidas, una vez finalizada la obra, en la documentación final de la misma.

Los registros estarán firmados por la persona física responsable de llevar a cabo la actividad de control y, en el caso de estar presente, por la persona representante del suministrador del producto o de la actividad controlada. Las hojas de suministro estarán firmadas, en representación del suministrador, por persona física con capacidad suficiente. En el caso de procedimientos electrónicos, la firma deberá ajustarse a lo establecido en la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

El constructor deberá disponer de:

- a) unos procedimientos escritos para cada uno de los procesos de ejecución de la estructura, coherentes con el proyecto, acordes con la reglamentación que sea aplicable y conforme con sus propios medios de producción, y
- b) un sistema de gestión de los materiales, productos y elementos que se vayan a colocar en la obra, de manera que se asegure la trazabilidad de los mismos. Dicho sistema de gestión deberá presentar, al menos, las siguientes características:

- disponer de un registro de suministradores de la obra, con identificación completa de los mismos y de los materiales y productos suministrados,
- disponer de un sistema de almacenamiento de los acopios en la obra que permita mantener, en su caso, la trazabilidad de cada una de las partidas o remesas que llegan a la obra, y
- disponer de un sistema de registro y seguimiento de las unidades ejecutadas que relacione estas con las partidas de productos utilizados y, en su caso, con las remesas empleadas en las mismas, de manera que se pueda mantener un determinado nivel de trazabilidad durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el nivel de control y la clase de ejecución definido en el proyecto, de acuerdo con la tabla siguiente, donde:

- el nivel A de trazabilidad permite relacionar cada partida o remesa con el elemento construido,

- el nivel B de trazabilidad permite relacionar cada partida o remesa con el lote de ejecución.

| Nivel de trazabilidad | Nivel de control de ejecución de estructuras de hormigón | Clase de ejecución de estructuras de acero |
|-----------------------|--|--|
| Nivel A               | Intenso  | Clase 3 o 4                                |
| Nivel B               | Normal   | Clase 2                                    |

### 1.2.- Criterios generales para la gestión de la calidad de las estructuras.

La organización del control de la fabricación y ejecución de las estructuras deberá seguir los criterios establecidos en el Capítulo 5 del Código Estructural y, en particular, la programación del control de la fabricación y ejecución deberá respetar los criterios establecidos en el Artículo 22.

Las estructuras deberán presentar para su recepción una calidad conforme con los criterios y especificaciones definidos en su proyecto, de forma que pueda asumirse el cumplimiento, con una garantía suficiente, de los requisitos exigibles a la estructura en su proyecto.

La dirección facultativa en representación de la propiedad, deberá asumir desde su ámbito competencial dicho cumplimiento para la aceptación de la estructura.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

El control de la fabricación y ejecución deberá adaptarse a las características de la obra y a los medios disponibles en la misma, por lo que la dirección facultativa, por iniciativa propia o a propuesta del constructor, podrá autorizar valores diferentes a los recogidos en la normativa siempre que se mantengan los niveles de seguridad.

La garantía de la calidad de dicha estructura será responsabilidad del constructor. Para ello, el constructor de una estructura dispondrá de un sistema de aseguramiento de la calidad propio que incluya las evidencias necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos del control e inspección establecidos en el proyecto de ejecución, en este anejo y en el Código Estructural. Este sistema de aseguramiento de la calidad aplicado al proyecto en sí, se describirá en el denominado procedimiento de autocontrol del constructor.

La dirección facultativa, en representación de la propiedad, deberá velar porque se efectúen las comprobaciones de control suficientes que le permitan asumir la conformidad de la estructura en relación con los requisitos básicos para los que ha sido concebida y proyectada.

La propiedad, en función de las características de la estructura, establecerá la sistemática general para conseguir la garantía suficiente en la comprobación de la conformidad de los productos y procesos incluidos, para lo que podrá optar por una de las siguientes alternativas:

- a) un control basado en una comprobación estadística del producto o proceso, llevada a cabo por un laboratorio o entidad de control independiente que desarrolle su actividad para la dirección facultativa, o
- b) un control basado en una comprobación estadística del producto o proceso, llevada a cabo directamente por el constructor, combinado con un control externo del anterior llevado a cabo por la dirección facultativa, asistida o no por laboratorios o entidades de control independientes.

No obstante, la dirección facultativa podrá también optar, por otras alternativas de control siempre que demuestre, bajo su supervisión y responsabilidad, que son equivalentes a las establecidas en el Código Estructural.

#### **1.3.- Documentación del control de la obra**

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

- a. el director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones;
- b. el constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- c. la documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

#### **1.4.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas**

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- a) el control de la documentación de los suministros
- b) el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad
- c) el control mediante ensayos

##### **1.4.1.- Control de la documentación de los suministros**

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

##### **1.4.2.- Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica**

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y
- b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

#### 1.4.3.- Control de recepción mediante ensayos

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.
2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

#### 1.5.- Control de ejecución de la obra

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de gestión de calidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5.

#### 1.6.- Control de la obra terminada

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

## 2.- ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

### 2.1.- Generalidades

Este anejo es aplicable a la gestión de calidad del proyecto de estructuras de hormigón, a los productos en estructuras de hormigón, a la ejecución, a la gestión de las estructuras durante su vida de servicio y a la demolición y deconstrucción de las estructuras. Todo ello se articula en los capítulos 12, 13, 14, 15 y 16 del Código Estructural.

En el artículo 55, del Código Estructural, se establecen los criterios específicos para el desarrollo del control de proyecto en las estructuras ejecutadas en hormigón.

Es la propiedad la que decidirá si la obra se ejecuta con un control de nivel normal o intenso. Los criterios se recogen en el Anejo 3 del Código Estructural y la frecuencia de comprobación, según el nivel adoptado, no debe ser menor que los que se indica en la tabla 55.1 del Código Estructural.

### 2.2.- Criterios específicos para el control de los productos

Se establecen en el artículo 56 del Código Estructural. Siguiendo las bases generales para la gestión de la calidad, que se han definido en el Capítulo 5, se han de describir los criterios y consideraciones específicas a tener en cuenta, para el control de los productos componentes de las estructuras de hormigón.

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) Nº 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán evaluarse de conformidad con la norma armonizada que le sea aplicable. Tal y como se recoge en el citado Reglamento, el fabricante del producto será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto según lo especificado en la norma armonizada y de ponerla a disposición de quien la solicite con el fin de que, a su vez, pueda pasar esta garantía al usuario final de la obra o del producto en que se incorpore, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dicha garantía.

El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, conforme a las obligaciones recogidas en el apartado 17.2.1 del Código Estructural y una vez validado el control de recepción, será la responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra o, en su caso, el plan de control.

En el caso de productos que no deban disponer de marcado CE la comprobación de su conformidad comprenderá:

a. Control documental:

Según lo prescrito en el artículo 56.1. Con carácter general, el suministro de los materiales recogidos en este artículo deberá cumplir las exigencias documentales recogidas en el apartado 21.1 del Código Estructural.

Siempre que se produzca un cambio en el suministrador de los materiales recogidos en este artículo, será preceptivo presentar la documentación correspondiente al nuevo producto.

b. Control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural.

c. Control experimental, mediante la realización de ensayos. En el caso de que fuera necesaria la realización de ensayos para la recepción, éstos deberán efectuarse por un laboratorio de control conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural.

Cuando la toma de muestras no se efectúe directamente en la obra o en la instalación (artículo 56.2 del Código Estructural) donde se recibe el material, deberá hacerse a través de una entidad de control de calidad conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.2 del Código Estructural, o, en su caso, mediante un laboratorio de ensayo conforme a lo indicado en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural.

Tanto la toma de muestra como los ensayos de recepción se realizarán mediante personal competente.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el Código Estructural, el pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su caso, el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

Entendiendo por componentes del hormigón todos aquellos materiales para los que el Código Estructural contempla su utilización como materia prima en la fabricación del hormigón. Se entiende por materiales para protección, reparación y refuerzo, aquellos descritos en los Artículos 39, 40 y 41 del Código Estructural, respectivamente.

El control será efectuado por el responsable de la recepción en la instalación industrial de prefabricación y en la central de hormigón, ya sea de hormigón preparado o de obra, salvo en el caso de centrales de obra, que se llevará a cabo por la dirección facultativa.

### 2.2.1.- Cementos

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

La comprobación de la conformidad del cemento se efectuará de acuerdo con la Instrucción para la recepción de cementos vigente (RC-16).

#### 2.2.2.- Áridos

Los áridos deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

En el caso de áridos de autoconsumo, el constructor o, en su caso, el suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control según el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural, que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el Artículo 30 del Código Estructural. Las frecuencias de los ensayos serán equivalentes a las exigidas para los áridos con marcado CE. Para aquellos áridos que no cumplan el huso granulométrico definido en el Artículo 30 del Código Estructural, deberán presentar un estudio de finos que justifique experimentalmente su uso.

#### 2.2.3.- Aditivos

Los aditivos deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

#### 2.2.4.- Adiciones

Aquellas adiciones contempladas en las correspondientes normas armonizadas deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

#### 2.2.5.- Agua

Se podrá eximir de la realización de los ensayos cuando se utilice agua potable de red de suministro.

En otros casos, salvo aquellos sancionados por la práctica, la dirección facultativa, o el responsable de la recepción en el caso de centrales de hormigón preparado o de la instalación de prefabricación, dispondrá la realización de los correspondientes ensayos en un laboratorio de los contemplados en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural, que permitan comprobar el cumplimiento de las especificaciones del Artículo 29 (Código Estructural) con una periodicidad semestral.

#### 2.2.6.- Productos para la protección y refuerzo

Los materiales para protección, reparación y refuerzo deberán disponer del marcado CE. El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y que se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que se considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

En el caso de materiales para protección, reparación y refuerzo que, por no estar incluidos en las normas armonizadas, no dispongan de marcado CE, el suministrador deberá demostrar su conformidad con las especificaciones contempladas en el proyecto y en los Artículos 39, 40 y 41 del Código Estructural.

### 2.3.- Control del hormigón

#### 2.3.1.- Criterios generales para el control de la conformidad de un hormigón

La conformidad de un hormigón con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en la obra, e incluirá su comportamiento en relación con la docilidad, la resistencia y la durabilidad, además de cualquier otra característica que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

El control de recepción se aplicará tanto al hormigón preparado, como al fabricado en central de obra e incluirá una serie de comprobaciones de carácter documental y experimental, según lo indicado en el artículo 57.1 del Código Estructural.

Con objeto de garantizar la durabilidad, conforme se recoge en el apartado 43.2.1 del Código Estructural, el hormigón se fabricará en plantas automatizadas de tal manera que se asegure que la dosificación (contenido mínimo de cemento y relación a/c) cumple con los requisitos de durabilidad del Código Estructural. Con este fin el fabricante

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

deberá disponer de un dispositivo asociado a la báscula que registre la pesada o estará en posesión de un Certificado del Fabricante de Software de dosificación y carga, así como un Certificado del Fabricante de Hormigón en el que se garantice la trazabilidad de los datos aportados.

### 2.3.2.- Toma de muestras

La toma de muestras (artículo 57.2 del Código Estructural) se realizará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 12350-1, pudiendo estar presentes en la misma los representantes de la dirección facultativa, del constructor y del suministrador del hormigón.

Cada determinación constará del número mínimo suficiente de probetas, de las cuales se ensayarán a 28 días como mínimo dos de ellas y cuya media será la base para la comprobación de resistencia. También se reservarán al menos dos probetas para ensayar si fuera necesario a edades superiores a 28 días. Transcurridos 60 días sin que nadie autorizado haya dispuesto de las probetas, se desecharán definitivamente.

Salvo en los ensayos previos, la toma de muestras se realizará en el punto de vertido del hormigón (obra o instalación de prefabricación), a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la descarga.

El representante del laboratorio levantará un acta de toma de muestras, que deberá estar suscrita como mínimo por un representante del constructor y por él.

Su contenido obedecerá a un modelo de acta conforme lo establecido en la norma UNE-EN 12350-1 y cuyo contenido mínimo se recoge en el Anejo 4 del Código Estructural.

El constructor o el suministrador de hormigón podrán requerir la realización, a su costa, de una toma de contraste.

### 2.3.3.- Realización de los ensayos

En general, la comprobación de las especificaciones del Código Estructural para el hormigón endurecido, se llevará a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días (artículo 57.3 del Código Estructural).

Cualquier ensayo del hormigón diferente de los contemplados en este apartado, se efectuará según lo establecido en el programa de control o en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas o, en su caso, el plan de control, o de acuerdo con las indicaciones de la dirección facultativa y pactadas y conocidas por el suministrador.

#### 2.3.3.1.- Ensayos de docilidad del hormigón

La docilidad del hormigón (artículo 57.3.1 del Código Estructural) se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento, según UNE-EN 12350-2. En el caso de hormigones autocompactantes, se llevará a cabo lo indicado para los mismos en el Artículo 33 del Código Estructural.

El resultado del ensayo de asentamiento del hormigón se obtiene como la media de dos determinaciones conformes a la norma UNE-EN 12350-2, sobre la misma muestra de hormigón.

El resultado de los ensayos de autocompactabilidad se obtiene como el valor de una única determinación conforme a las normas UNE-EN 12350-8, UNE-EN 12350-9, UNE-EN 12350-10, UNE-EN 12350-11 o UNE-EN 12350-12, sobre la misma muestra de hormigón.

#### 2.3.3.2.- Ensayos de resistencia del hormigón

La resistencia del hormigón (artículo 57.3.2 del Código Estructural) se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión realizados conforme a la norma UNE-EN 12390-3 efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según la norma UNE-EN 12390-2.

Todos los métodos de cálculo y las especificaciones del Código Estructural se refieren a características del hormigón endurecido obtenidas mediante ensayos sobre probetas cilíndricas de 150x300 mm de diámetro y altura nominales, con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1. No obstante, para la determinación de la resistencia a compresión, podrán emplearse también:

- a. Probetas cúbicas de 100 mm de dimensión nominal con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1, en el caso de hormigones con  $f_{ck} \geq 50$  N/mm<sup>2</sup> y siempre que el tamaño máximo del árido sea inferior a 12 mm. Podrán utilizarse estas probetas, siempre que el laboratorio tenga la aceptación de la dirección facultativa y disponga de coeficientes de conversión obtenidos a partir de correlaciones fiables con probetas cilíndricas de 150x300 mm. Las correlaciones se referirán a la misma tipificación de hormigón, con un número mínimo de parejas de resultados correlacionados recomendado superior a 18 y un coeficiente de correlación R2 recomendado superior a 0,9.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- b. Probetas cúbicas de 150 mm de dimensión nominal con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1.

Durante el periodo de permanencia en obra o en instalaciones de prefabricados las probetas deberán estar protegidas de impactos, vibraciones, soleamiento directo, deshidratación o exposición al viento. Con objeto de evitar la desecación, tras la fabricación de las probetas la superficie expuesta debe cubrirse con una arpillera húmeda o similar, y los moldes deben permanecer en una bolsa sellada.

La temperatura exterior alrededor de las probetas deberá permanecer en el intervalo de  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  en tiempo caluroso). En caso de no poder cumplir las condiciones de temperatura durante un periodo superior a 2 horas mientras las probetas se encuentran en la obra, el constructor deberá disponer una habitación o recinto donde depositar las probetas y que sea capaz de mantener las temperaturas de conservación establecidas. La existencia de dicho recinto deberá quedar debidamente documentada en los correspondientes partes de fabricación de probetas. El periodo de permanencia de las probetas en la obra será de al menos 16 horas, sin superar las 72 horas hasta la entrada en la cámara de curado. Es recomendable que el periodo máximo de permanencia hasta la entrada en la cámara de curado no supere las 48 horas, especialmente en los meses de verano. En los meses de invierno, el periodo mínimo de permanencia de las probetas en la obra será de 24 horas.

Para su consideración al aplicar los criterios de aceptación para la resistencia del hormigón, del apartado 57.5.3 del Código Estructural, el recorrido relativo de un grupo de tres probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividida por el valor medio de las tres, tomadas de la misma amasada, no podrá exceder el 20%. En el caso de dos probetas, el recorrido relativo no podrá exceder el 13%.

### 2.3.3.3.- Ensayos de durabilidad

La comprobación (artículo 57.3.3 del Código Estructural), en los casos indicados en el apartado 57.5.7 (Código Estructural), de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón, se ensayará según UNE-EN 12390-8. El curado de las probetas se realizará en cámara a  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa  $\geq 95\%$ .

Antes de iniciar el ensayo, se someterá a las probetas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de  $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Se procederá a la fabricación de tres probetas de la misma muestra para su ensayo. Los ensayos se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 57.3 del Código Estructural. Se elaborará un informe con los resultados obtenidos. Se indicará también la dosificación real empleada en el hormigón ensayado, así como la identificación de sus materias primas.

La comprobación, en los casos indicados en el apartado 57.5.7 del Código Estructural, del contenido de aire ocluido, se ensayará según UNE-EN 12350-7.

### 2.3.4.- Control previo al suministro

Las comprobaciones previas al suministro del hormigón (artículo 57.4 del Código Estructural) tienen por objeto verificar la conformidad de la dosificación e instalaciones que se pretenden emplear para su fabricación.

En el caso de cambio de suministrador de hormigón durante la obra, será preceptivo volver a realizar las comprobaciones recogidas en este artículo (57.4 del Código Estructural).

#### 2.3.4.1.- Comprobación documental previa al suministro

Además de la documentación general a la que hace referencia el apartado 57.5.1 (Código Estructural), que sea aplicable al hormigón, en el caso de hormigones que no estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, según el Anejo 4, del Código Estructural, el suministrador, o en su caso el constructor, deberá presentar a la dirección facultativa una copia firmada por persona física con representación suficiente, de la declaración responsable cuyo modelo se adjunta en el citado anejo, y en su caso el resto de los ensayos previos y característicos, con una antigüedad máxima de seis meses.

En su caso, certificado de inspección de la central suministradora del hormigón preparado, según proceda, en función de lo establecido en la reglamentación industrial vigente relativa al control de producción de hormigones fabricados en central.

#### 2.3.4.2.- Comprobación de las instalaciones

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, y preferiblemente antes del inicio del suministro, una visita de inspección a la central de hormigón al objeto de comprobar su idoneidad para fabricar el hormigón que se requiere para la obra. En particular, se atenderá al cumplimiento de las exigencias establecidas en el Artículo 51 del Código Estructural.

En su caso, se comprobará que se ha implantado un control de producción conforme con la reglamentación vigente que sea de aplicación y que está correctamente documentado, mediante el registro de sus comprobaciones y resultados de ensayo en los correspondientes documentos de autocontrol.

La dirección facultativa podrá comprobar que la central de hormigón garantiza la durabilidad conforme a lo indicado al apartado 57.1 del Código Estructural.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Además, se comprobará que la central de hormigón dispone de un sistema de gestión de los acopios de materiales componentes, según lo establecido en el apartado 51.2.2 del Código Estructural, que permita establecer la trazabilidad entre los suministros de hormigón y los materiales empleados para su fabricación.

#### **2.3.4.3.- Comprobaciones experimentales previas al suministro**

Las comprobaciones experimentales previas al suministro consistirán, en su caso, en la realización de ensayos previos y de ensayos característicos, de conformidad con lo indicado en el Anejo 13 del Código Estructural.

Los ensayos previos tienen como objeto comprobar la idoneidad de los materiales componentes y las dosificaciones a emplear mediante la determinación de la resistencia a compresión de hormigones fabricados en laboratorio.

Los ensayos característicos tienen la finalidad de comprobar la idoneidad de los materiales componentes, las dosificaciones y las instalaciones a emplear en la fabricación del hormigón, en relación con su capacidad mecánica y su durabilidad. Para ello, se efectuarán ensayos de resistencia a compresión y, en su caso, de profundidad de penetración de agua bajo presión de hormigones fabricados en las mismas condiciones de la central y con los mismos medios de transporte con los que se hará el suministro a la obra.

En el caso que el hormigón se fabrique en obra o no se puedan aplicar las exenciones previstas en el apartado 57.4.3.1 del Código Estructural, la dirección facultativa podrá exigir la documentación acreditativa de los ensayos previos y característicos, con antigüedad máxima de 6 meses.

#### **2.3.4.3.1.- Posible exención de ensayos**

No serán necesarios los ensayos previos, ni los característicos en el caso de que un hormigón esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

Cuando el hormigón proceda de una misma central que tenga documentada su experiencia de uso anterior en otras obras con la misma dosificación, con las mismas materias primas de igual naturaleza y origen, y se utilicen las mismas instalaciones no serán necesarios los ensayos previos, ni los característicos tanto los de resistencia como los de durabilidad.

#### **2.3.5.- Control durante el suministro**

##### **2.3.5.1.- Control documental durante el suministro**

Cada partida de hormigón empleada en la obra deberá ir acompañada de una hoja de suministro, cuyo contenido mínimo se establece en el Anejo 4 del Código Estructural.

El constructor, o la persona designada en obra que le represente técnicamente, comprobará, bajo la supervisión de la dirección facultativa, que los valores reflejados en la hoja de suministro son conformes con las especificaciones del Código Estructural, y se corresponden con las de la dosificación declarada por el suministrador.

##### **2.3.5.2.- Comprobación de la conformidad de la docilidad del hormigón durante el suministro**

###### **2.3.5.2.1.- Realización de los ensayos**

Los ensayos de consistencia del hormigón fresco se realizarán, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.1 del Código Estructural, cuando se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando se fabriquen probetas para controlar la resistencia.
- En todas las amasadas que se coloquen en obra con un control indirecto de la resistencia, según lo establecido en el apartado 57.5.6 del Código Estructural.
- Siempre que lo indique la dirección facultativa o lo establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

En el caso de hormigones autocompactantes, la dirección facultativa, en función de la aplicación a la que esté destinado el hormigón, decidirá las características de autocompactabilidad a controlar de las definidas en el apartado 33.5 y la frecuencia de control de las mismas. Como mínimo, deberían controlarse:

- La fluidez, mediante la determinación del escurrimiento conforme a la norma UNE-EN 12350-8, con las mismas frecuencias establecidas anteriormente para la consistencia de los hormigones convencionales.
- La capacidad de paso, mediante el ensayo del anillo japonés conforme a la norma UNE-EN 12350-12, realizando una determinación cada cuatro ensayos de escurrimiento.

###### **2.3.5.2.2.- Criterios de aceptación o rechazo**

La especificación para la consistencia será la recogida en el pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su caso, la indicada por la dirección de obra. Se considerará conforme cuando el asentamiento obtenido en los ensayos se encuentre dentro de los límites definidos en la tabla 57.5.2.2. del Código Estructural (tolerancias para la consistencia del hormigón).

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

| Tipo de consistencia | Tolerancia en mm | Intervalo resultante en mm |
|----------------------|------------------|----------------------------|
| Seca (S)             | ±10              | 0 - 30                     |
| Plástica (P)         |                  | 20 - 50                    |
| Blanda (B)           |                  | 40 - 100                   |
| Fluida (F)           |                  | 90 - 160                   |
| Líquida (L)          |                  | 150 - 220                  |

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.1 del Código Estructural, esté comprendido en el intervalo correspondiente a la clase especificada definido en la tabla 57.5.2.2. del Código Estructural.

En el caso del hormigón autocompactante, los ensayos serán satisfactorios cuando los resultados, conforme a lo indicado en el apartado 57.3.1 del Código Estructural, estén comprendidos en los intervalos de la tabla 33.5b del Código Estructural.

En el caso de que se tipifique una clase concreta de autocompactabilidad conforme al apartado 33.6 del Código Estructural, los ensayos serán satisfactorios cuando los resultados estén comprendidos en los intervalos correspondientes de las tablas 33.6a, 33.6b, 33.6c o 33.6d, referidas, todas ellas, al Código Estructural.

Para hormigones autocompactantes no se permitirá ninguna tolerancia respecto a los valores especificados en la tabla 33.5b del Código Estructural y las tablas del apartado 33.6 del Código Estructural.

Ante el incumplimiento de los criterios de aceptación podrán adoptarse medidas tendentes a garantizar la aptitud de la amasada, valorando la verdadera causa de la consistencia no conforme, considerando como punto de partida el diseño de la mezcla y las circunstancias de fabricación y transporte que hayan podido concurrir. Si tras la valoración, la amasada se considera irrecuperable, se procederá a su rechazo.

#### 2.3.5.2.- Modalidades de control de la conformidad de la resistencia del hormigón durante el suministro

El control de la resistencia del hormigón tiene la finalidad de comprobar que la resistencia del hormigón realmente suministrado a la obra es conforme a la resistencia característica especificada en el proyecto, de acuerdo con los criterios de seguridad y garantía para el usuario definidos por el Código Estructural. La modalidad de control que se adopte en el proyecto podrá ser:

modalidad 1. Control estadístico, según 57.5.4 del Código Estructural.

modalidad 2. Control al 100 por 100, según 57.5.5 del Código Estructural.

modalidad 3. Control indirecto, según 57.5.6 del Código Estructural.

Los ensayos de resistencia a compresión se realizarán de acuerdo con el apartado 57.3.2 del Código Estructural. Su frecuencia y los criterios de aceptación aplicables serán función de:

- a. La posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- b. Que el hormigón tenga certificada la dispersión dentro del alcance de certificación de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
- c. la modalidad de control que se adopte.

En caso de centrales de hormigón en las que sus productos posean distintivos de calidad oficialmente reconocidos, aquellos hormigones de condiciones de fabricación especial (principalmente aquellos de muy baja producción o producidos esporádicamente) podrán tener certificada la dispersión. Será imprescindible, entre otros requisitos, que la certificación de la dispersión se incluya en el alcance de la certificación del distintivo de calidad.

#### 2.3.5.3.- Control estadístico de la resistencia del hormigón durante el suministro

Antes de iniciar el suministro del hormigón, la dirección facultativa comunicará al constructor, y éste al suministrador, el criterio de aceptación aplicable.

Para el control de su resistencia, el hormigón de la obra se dividirá en lotes, previamente al inicio de su suministro, de acuerdo con lo indicado en la tabla 57.5.4.1 del Código Estructural, salvo excepción justificada bajo la responsabilidad de la dirección facultativa.

Todas las amasadas de un lote procederán del mismo suministrador, estarán elaboradas con los mismos materiales componentes y tendrán la misma dosificación nominal. Además, no se mezclarán en un lote hormigones que pertenezcan a filas distintas de la tabla 57.5.4.1 del Código Estructural.

La conformidad del lote en relación con la resistencia se comprobará a partir de los valores medios de los resultados obtenidos sobre dos probetas tomadas para cada una de las N amasadas controladas, de acuerdo con la tabla 57.5.4.1 del Código Estructural.

Cuando un lote esté constituido por amasadas de hormigones en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se aumentará su tamaño multiplicando los valores de la tabla 57.5.4.1, del Código Estructural, por cinco.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En el caso de que un lote esté constituido por amasadas de hormigones pertenecientes a centrales cuya dispersión esté certificada, se aumentará su tamaño multiplicando por dos los valores de la tabla 57.5.4.1 del Código Estructural. En estos casos de tamaño ampliado del lote, el número mínimo de lotes será de tres, correspondiendo, si es posible, cada lote a elementos incluidos en filas distintas de la tabla 57.5.4.1, del Código Estructural, y en caso de obras de edificación los tres lotes mínimos corresponderían a cimentación, elementos sometidos a compresión y elementos sometidos a flexión.

En el caso de que se produjera un incumplimiento al aplicar el criterio de aceptación correspondiente, la dirección facultativa no aplicará la consideración especial de ampliación del tamaño del lote y reducción del número de amasadas de ensayo por lote, definida para hormigón con distintivo de calidad oficialmente reconocido, para los seis lotes siguientes a partir de la detección del incumplimiento. Si en dichos lotes se cumplen las exigencias del distintivo, la dirección facultativa, en el séptimo lote volverá a aplicar las consideraciones para tamaño de lote y número de amasadas de ensayo, definido para hormigones con distintivo de calidad oficialmente reconocido. Si, por el contrario, se produjera algún nuevo incumplimiento en los seis lotes mencionados, la comprobación de la conformidad, (tamaño del lote, número de amasadas por lote y criterio de aceptación) durante el resto del suministro se efectuará como si el hormigón no estuviera en posesión del distintivo de calidad o no tuviera la dispersión certificada en la central. En ningún caso, un lote podrá estar formado por amasadas suministradas a la obra durante un período de tiempo superior a seis semanas.

En el caso de que un lote esté ejecutado con hormigón de resistencia  $f_{ck} \geq 50 \text{ N/mm}^2$ , deberá cumplir, además, que el número de amasadas a controlar en cada lote ha de ser:  $N \geq 6$ .

Cuando el número N de amasadas que se vayan a controlar sea igual o menor que 20,  $f_{c,real}$  será el valor de la resistencia de la amasada más baja encontrada en la serie.

Cuando el número N de amasadas que se vayan a controlar sea mayor que 20, el valor de  $f_{c,real}$  corresponde a la resistencia de la amasada que, una vez ordenadas las N determinaciones de menor a mayor, ocupa el lugar  $n = 0,05 N$ , redondeándose n por exceso.

El criterio de aceptación se define por las siguientes expresiones:

$$f_{c,real} \geq f_{ck} \quad f_1 \geq 0,9 \cdot f_{ck}$$

donde  $f_1$  es el valor mínimo de los resultados obtenidos en las N amasadas controladas.

#### 2.3.5.4.- Control de la resistencia del hormigón al 100 por 100

Esta modalidad de control es de aplicación a cualquier estructura, siempre que se adopte antes del inicio del suministro del hormigón.

La conformidad de la resistencia del hormigón se comprueba determinando la misma en todas las amasadas sometidas a control y calculando, a partir de sus resultados, el valor de la resistencia característica real,  $f_{c,real}$ .

#### 2.3.5.5.- Control indirecto de la resistencia del hormigón

En el caso de elementos de hormigón estructural, esta modalidad de control solo podrá aplicarse para hormigones en masa o armados en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, que se empleen en uno de los siguientes casos:

- Elementos de edificios de viviendas de una o dos plantas, con luces inferiores a 6,00 metros.
- Elementos de edificios de viviendas de hasta cuatro plantas, que trabajen a flexión, con luces inferiores a 6,00 metros.
- Obras de ingeniería de pequeña importancia.

Además, será necesario que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- Que el ambiente en el que está ubicado el elemento sea X0 o XC según lo indicado en el Artículo 27 del Código Estructural.
- Que en el proyecto se haya adoptado una resistencia de cálculo a compresión  $f_{cd}$  no superior a  $15 \text{ N/mm}^2$ .

#### 2.3.5.6.- Comprobación de la conformidad de la durabilidad del hormigón durante el suministro

En los hormigones que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural, se realizará el ensayo de penetración de agua en el hormigón, de acuerdo con lo indicado en el apartado 57.3.3 (Código Estructural), al inicio y posteriormente una vez cada seis meses a lo largo del suministro para cada tipo de dosificación, para los hormigones de ambientes XA, XS, XD, XF o XM.

La dirección facultativa o el plan de control, pueden extender este ensayo a hormigones de otros ambientes. En este caso se considerará como "característica adicional" en la designación del hormigón, siendo de aplicación lo previsto en este caso en el apartado 51.3.4 del Código Estructural.

#### 2.3.6.- Certificado del hormigón suministrado

Al finalizar el suministro de un hormigón a la obra, el constructor facilitará a la dirección facultativa un certificado de los hormigones suministrados, con indicación de los tipos y cantidades de los mismos, elaborado por el fabricante y firmado por persona física con representación suficiente, cuyo contenido será conforme a lo establecido en el Anejo

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

4 del Código Estructural. También se podrán elaborar certificados parciales mensuales en el caso de suministros prolongados en el tiempo.

### 2.3.7.- Decisiones derivadas del control

La decisión de aceptación de un hormigón estará condicionada a la comprobación de su conformidad, aplicando los criterios establecidos para ello en el Código Estructural o, en su caso, mediante las conclusiones extraídas de los estudios especiales que proceda efectuar, de conformidad con lo indicado en el apartado 57.7 del Código Estructural, en el caso de incumplimiento en los referidos criterios.

### 2.3.8.- Ensayos de información complementaria del hormigón

Estos ensayos sólo son preceptivos en los casos previstos por el Código Estructural en su apartado 57.7, cuando lo contemple el pliego de prescripciones técnicas particulares o cuando así lo exija la dirección facultativa. Su objeto es estimar la resistencia del hormigón de una parte determinada de la obra, a una cierta edad o tras un curado en condiciones análogas a las de la obra.

La dirección facultativa podrá decidir su empleo por solicitud de cualquiera de las partes, cuando existan dudas justificadas sobre la representatividad de los resultados obtenidos en el control experimental a partir de probetas de hormigón fresco.

Los ensayos de información del hormigón pueden consistir en:

- a. La rotura de probetas testigo extraídas del hormigón endurecido, conforme a la norma UNE-EN 12504-1. Este ensayo no deberá realizarse cuando la extracción pueda afectar de un modo sensible a la capacidad resistente del elemento en estudio, hasta el punto de resultar un riesgo inaceptable. En estos casos puede estudiarse la posibilidad de realizar el apeo del elemento, previamente a la extracción.
- b. El empleo de métodos no destructivos fiables, como complemento de los anteriormente descritos y debidamente correlacionados con los mismos.

La dirección facultativa juzgará en cada caso los resultados, teniendo en cuenta que para la obtención de resultados fiables la realización, siempre delicada de estos ensayos, deberá estar a cargo de personal especializado.

### 2.3.9.- Control del hormigón para la fabricación de elementos prefabricados

En el caso de elementos prefabricados que tengan marcado CE, su control del hormigón deberá realizarse conforme a los correspondientes criterios establecidos en la correspondiente norma europea armonizada.

En el caso de productos para los que no sea de aplicación el marcado CE o para aquéllos en los que el prefabricador desee voluntariamente que, de acuerdo con el apartado 62.1 del Código Estructural, le sea aplicado un coeficiente parcial de seguridad de 1,50 para el hormigón, deberá seguirse lo indicado en este apartado.

Esta modalidad de control es de aplicación general a los hormigones de autoconsumo fabricados en centrales fijas ubicadas en instalaciones destinadas a la fabricación industrial de elementos prefabricados estructurales.

Son de aplicación los criterios específicos establecidos para los materiales en el Artículo 56, del Código Estructural, y los ensayos indicados en el apartado 57.3 del citado Código Estructural.

El control descrito en los apartados siguientes deberá ser realizado por el fabricante de los elementos en su propia planta, pudiendo la dirección facultativa disponer la comprobación de la conformidad de dicho control, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 62 del Código Estructural.

#### 2.3.9.1.- Control estadístico de resistencia

Para el control de la resistencia, de acuerdo al apartado 62.5.3 del Código Estructural, se considera como lote el conjunto del mismo tipo de hormigón con el que se ha fabricado la totalidad de elementos prefabricados de una misma tipología en un período de tiempo. El período máximo de tiempo será de un mes natural para fabricaciones continuas de un tipo de hormigón, o de una semana, en el caso de hormigones con bajas producciones. Se entenderá como baja producción aquella que no alcance las 16 tomas mensuales exigidas para la producción continua.

Todas las amasadas del mismo lote estarán elaboradas con los mismos materiales componentes y tendrán la misma dosificación nominal.

El control estadístico de la resistencia deberá obtenerse a partir de los resultados de los ensayos acumulados del mismo tipo de hormigón en la misma planta, con independencia de que los elementos prefabricados con las amasadas de ese lote pertenezcan a más de una obra.

### 2.4.- Control de acero para armaduras pasivas

En el caso de que el acero deba de disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para los aceros soldables destinados a la elaboración de armaduras pasivas, deberán ser conformes con el Artículo 34 del Código Estructural. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 56 comprenderá:

- a. Un control documental conforme al apartado 21.1 del Código Estructural.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- b. Un control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural.
- c. Un control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que el acero presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el Artículo 18, del Código Estructural).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el Código Estructural (artículo 58), el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control del acero para armaduras pasivas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial (armadura normalizada o ferralla), de prefabricación o en la obra para el caso de que las armaduras se elaboren en la propia obra.

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el Artículo 18, para la realización de los ensayos, control experimental, se procederá a la división en lotes de la cantidad de acero suministrado. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de acero, marca comercial, tipo de acero, forma de suministro y serie de diámetros.

Las series de diámetros se clasifican como sigue a continuación:

- a. Serie fina: diámetros hasta 10 mm.
- b. Serie media: diámetros desde 12 mm hasta 20 mm.
- c. Serie gruesa: diámetros 25 mm y 32 mm.
- d. Serie muy gruesa: diámetros desde 40 mm.

De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos barras diferentes y sobre cada una de ellas se realizarán los siguientes ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-1.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará una serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre las se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre la que se haya detectado la no conformidad. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

Adicionalmente, en el caso de suministros de acero superiores a 300 toneladas, se deberá determinar la composición química sobre uno de cada cuatro lotes, dejando constancia escrita de la agrupación de los lotes de cuatro en cuatro. Se llevarán a cabo un mínimo de cinco ensayos sobre el lote seleccionado, en coladas de acero diferentes. El resultado será conforme, para la agrupación de cuatro lotes, cuando se cumplan las especificaciones del Artículo 34 del Código Estructural y presente una variación respecto a los valores del certificado de inspección del fabricante del acero "tipo 3.1" según UNE-EN 10204.

## 2.5.- Control de las armaduras pasivas

La conformidad de las armaduras con lo establecido en el proyecto incluirá su comportamiento en relación con las características mecánicas, las de adherencia, las relativas a su forma y dimensiones y cualquier otra característica que establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares o decida la dirección facultativa.

### 2.5.1.- Control de las armaduras normalizadas (mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía)

En el caso de que la armadura (artículo 59.1, del Código Estructural) deba disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para las armaduras normalizadas, deberán ser conformes con el Código Estructural (entre otros, las comprobaciones experimentales indicadas en el artículo 59), así como con la norma UNE-EN 10080. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 56 (Código Estructural) comprenderá:

- a. Control documental conforme al apartado 21.1 del Código Estructural.
- b. Control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural.
- c. Control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que la armadura normalizada presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el Código Estructural (artículo 59), el plan de control podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

El control de las armaduras normalizadas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial, de prefabricación, o en la propia obra.

#### 2.5.2.- Control de la ferralla (elaborada y armada)

En el caso de ferralla (artículo 59.2 del Código Estructural) según lo indicado en el apartado 35.3 (Código Estructural), la dirección facultativa o, en su caso, el constructor, deberá comunicar por escrito al elaborador de la ferralla el cronograma de obra, marcando pedidos de las armaduras y fechas límite para su recepción en obra, tras lo que el elaborador de las mismas deberá comunicar por escrito a la dirección facultativa su programa de fabricación, con identificación de los procesos que va a utilizar (enderezado y/o soldadura) y si el acero que va a utilizar o alguno de los procesos para la elaboración de la ferralla disponen de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, ello al objeto de posibilitar la elaboración del Programa de control, la realización de toma de muestras y las actividades de comprobación que, preferiblemente, deben efectuarse en la instalación de ferralla.

El control de recepción se aplicará también tanto a las armaduras que se reciban en la obra procedente de una instalación industrial ajena a la misma, así como a cualquier armadura elaborada directamente por el constructor en la propia obra.

Las comprobaciones y ensayos establecidos en este apartado no serán preceptivos en el caso de que la ferralla esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

#### 2.6.- Control de acero para armaduras activas

En el caso de que el acero deba de disponer de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Mientras no esté vigente el marcado CE para los aceros para armaduras activas, deberán ser conformes con este Código. La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 56 comprenderá:

- Control documental conforme al apartado 21.1 del Código Estructural.
- Control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural.
- Control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que el acero presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido, conforme a lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el Código Estructural, el pliego de prescripciones técnicas particulares podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control del acero para armaduras activas será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación industrial, de prefabricación o en la propia obra.

En los productos que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural, para la realización de los ensayos, control experimental, se procederá a la división en lotes de la cantidad de acero suministrado. El tamaño máximo del lote será de 30 toneladas, procedentes del mismo fabricante de acero, marca comercial, tipo de acero, y producto (alambre, cordón y barra), diámetro y colada.

De cada lote se tomará una muestra representativa formada por dos alambres, cordones o barras diferentes y sobre cada una de ellas se realizarán los siguientes ensayos de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 15630-3:

- Ensayo de tracción, con envejecimiento artificial de las probetas. Se determinarán las siguientes características: Módulo elástico, Carga al límite elástico convencional al 0,1%,  $R_{p\ 0,1}$ . Carga al límite elástico convencional al 0,2%,  $R_{p\ 0,2}$ . Carga de rotura,  $R_m$ . Relación  $R_{p\ 0,2}/R_m$ . Alargamiento total bajo carga máxima, Agt. Estricción, Z.
- Ensayo de doblado alternativo, sólo para alambres de diámetro igual o superior a 5 mm.
- Determinación de características geométricas: sección transversal recta o masa/metro y profundidad, longitud y separación de grafilas, si procede.

Los ensayos serán satisfactorios cuando cumplan las especificaciones que les sean de aplicación en el Artículo 36 del Código Estructural.

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas en este punto. En caso contrario, si únicamente se detectaran no conformidades sobre un único ensayo, se tomará una serie adicional de cinco probetas correspondientes al mismo lote, sobre las que se realizará una nueva serie de ensayos o comprobaciones en relación con las propiedades sobre la que se haya detectado la no conformidad. En el caso de aparecer algún nuevo incumplimiento, se procederá a rechazar el lote.

El comportamiento frente a relajación al 80% a 1000 horas, fatiga, corrosión bajo tensión o tensión residual, pérdida de resistencia a la tracción después de un doblado-desdoblado y tracción desviada (sólo para cordones de 7 alambres de diámetro  $\geq 13$ mm), según UNE-EN ISO 15630-3, podrá demostrarse, salvo indicación contraria de la dirección

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

facultativa, mediante la presentación de un informe de ensayos que garanticen las exigencias al respecto del Artículo 36 (Código Estructural), con una antigüedad no superior a un año y realizado por un laboratorio de los recogidos en el apartado 17.2.2.1 del Código Estructural.

Adicionalmente, en suministros de más de 100 toneladas, se efectuarán ensayos de contraste de la trazabilidad de la colada, mediante la determinación de las características químicas sobre uno de cada cuatro lotes, con un mínimo de cinco ensayos.

### 2.7.- Control de los elementos y sistemas de aplicación del pretensado

La conformidad de los elementos de pretensado (artículo 61 del Código Estructural) con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en la obra, e incluirá todos aquellos componentes que fueran necesarios para materializar la fuerza de pretensado sobre la estructura. Por lo tanto, el control de recepción en relación con los elementos de pretensado podrá incluir, según el caso:

- a. Acero de pretensar.
- b. Unidades de pretensado, cualquiera que sea su tipología (alambres, cordones, barras, etc.).
- c. Dispositivos de anclaje, en su caso.
- d. Dispositivos de empalme, en su caso.
- e. Vainas, en su caso.
- f. Productos de inyección, en su caso.
- g. Sistemas para aplicar la fuerza de pretensado.

En el caso de elementos o sistemas de aplicación del pretensado que dispongan de marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

Para los elementos o sistemas de aplicación del pretensado que no dispongan de marcado CE, deberán ser conformes con este Código Estructural (entre otros, comprobaciones experimentales indicadas en este artículo). La comprobación de su conformidad, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 56 comprenderá:

- a. Control documental conforme al apartado 21.1 del Código Estructural.
- b. Control mediante distintivos de calidad oficialmente reconocidos conformes con lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural.
- c. Control experimental, mediante la realización de ensayos (dicho control experimental no será preceptivo en el caso de que el sistema de aplicación del pretensado presente un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural).

Sin perjuicio de lo establecido al respecto en el Código Estructural, el pliego de prescripciones técnicas particulares podrá fijar los ensayos que considere pertinentes.

El control de los elementos y sistemas de aplicación del pretensado será efectuado por el responsable de la recepción del mismo en la instalación de prefabricación, o en la propia obra.

### 2.8.- Control de los elementos prefabricados

La conformidad de los elementos prefabricados (artículo 62 del Código Estructural) con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra e incluirá la comprobación de la conformidad de su comportamiento tanto en lo relativo al hormigón, como a las armaduras, así como al comportamiento del propio elemento prefabricado.

En el caso de elementos prefabricados que dispongan del marcado CE, el responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa velará especialmente porque se mantengan los criterios suficientes para garantizar la trazabilidad entre los elementos colocados con carácter permanente en la obra y los materiales y productos empleados.

A los efectos de su control, la prefabricación de elementos estructurales de hormigón incluye, al menos, los siguientes procesos:

- a. Elaboración de las armaduras.
- b. Armado de la ferralla.
- c. Montaje de la armadura pasiva.
- d. Operaciones de pretensado, en su caso.
- e. Fabricación del hormigón.
- f. Vertido, compactación y curado del hormigón.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Para los productos que no dispongan de marcado CE, el control de recepción de los elementos prefabricados podrá incluir comprobaciones tanto sobre los procesos de prefabricación, como sobre los productos empleados (hormigón, armaduras y acero de pretensado), así como sobre la geometría final del elemento.

El control de recepción debe efectuarse tanto sobre los elementos prefabricados en una instalación industrial ajena a la obra como sobre aquéllos prefabricados directamente por el constructor en la propia obra. Además, los criterios del Código Estructural deberán aplicarse tanto a los elementos normalizados, como aquéllos que sean prefabricados específicamente para una obra, de acuerdo con un proyecto concreto.

El suministrador o, en su caso, el constructor, deberá incluir en su sistema de control de producción un sistema para el seguimiento de cada uno de los procesos aplicados durante su actividad, y definirá unos criterios de comprobación que permitan verificar a la dirección facultativa que los citados procesos se desarrollan según lo establecido en el Código Estructural. Para ello, reflejará en los correspondientes registros de autocontrol los resultados de todas las comprobaciones realizadas para cada una de las actividades que le sean de aplicación, de entre las contempladas por el Código Estructural.

La dirección facultativa podrá requerir del suministrador o, en su caso, del constructor, las evidencias documentales sobre cualquiera de los procesos relacionados con la prefabricación que se contemplan en el Código Estructural y, en particular, la información que demuestre la existencia de un control de producción, que incluya todas las características especificadas por el Código Estructural y cuyos resultados deberán estar registrados en documentos de autocontrol. Además, podrá efectuar, cuando proceda, las oportunas inspecciones en las propias instalaciones de prefabricación y, en su caso, la toma de muestras para su posterior ensayo.

En el caso general de elementos prefabricados elaborados con hormigón conforme a la norma EN 206, norma de referencia para los productos con marcado CE obligatorio (de acuerdo a la versión establecida en la norma de producto correspondiente), se empleará en el proyecto del elemento prefabricado unos coeficientes de ponderación, en situación persistente o transitoria, de 1,70 para el hormigón y de 1,15 para el acero. No obstante, el fabricante podrá aplicar un coeficiente parcial de seguridad de 1,50 para el hormigón, si dispone de un certificado del control de producción en fábrica, concedido por una entidad de certificación según el apartado 17.2.2.2 del Código Estructural, en cualquier caso acreditados conforme a los apartados del Código Estructural que le sean de aplicación y a la norma UNE-EN ISO/IEC 17065 según el Reglamento (CE) Nº 765/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de julio, que demuestre que el hormigón se fabrica de conformidad con los criterios establecidos en el Código Estructural. Dichos coeficientes podrán disminuirse hasta 1,35 en el caso del hormigón y 1,10 en el caso del acero, si el elemento prefabricado esté en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido y se cumplen el resto de condiciones indicadas en el Anejo 19 del Código Estructural.

### 2.9.- Programación del control de ejecución en las estructuras de hormigón

La organización del control de la ejecución de las estructuras de hormigón deberá seguir los criterios establecidos en el Capítulo 5, del Código Estructural, y en particular, la programación del control de la ejecución deberá respetar los criterios establecidos en el artículo 22 del Código Estructural.

El control de la ejecución estará ligado al nivel de control de la ejecución (acorde con lo definido en el apartado 22.4.1 del Código Estructural y a la clase de ejecución (acorde con lo definido en el apartado 22.4.2 del Código Estructural). El control de ejecución deberá adaptarse a las características de la obra y a los medios disponibles en la misma, por lo que la dirección facultativa, por iniciativa propia o a propuesta del constructor, podrá autorizar valores diferentes a los recogidos en este artículo.

Los lotes de ejecución y las unidades de inspección se recogen en los artículos 63.1 y 63.2, respectivamente, del Código Estructural.

### 2.10.- Comprobaciones previas al comienzo de la ejecución

Antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, la dirección facultativa deberá constatar que existe un programa de control para los productos y para la ejecución, que haya sido redactado específicamente para la obra, conforme a lo indicado en el proyecto y en el Código Estructural.

Cualquier incumplimiento de los requisitos previos establecidos, provocará el aplazamiento del inicio de la obra hasta que la dirección facultativa constatare documentalmente que se ha subsanado la causa que dio origen al citado incumplimiento.

### 2.11.- Control de los procesos de ejecución previos a la colocación de la armadura

#### 2.11.1.- Control del replanteo de la estructura

Se comprobará que los ejes de los elementos, las cotas y la geometría de las secciones presentan unas posiciones y magnitudes dimensionales cuyas desviaciones respecto al proyecto son conformes con las tolerancias indicadas en el Anejo 14 del Código Estructural, para los coeficientes parciales de los materiales adoptados en el cálculo de la estructura.

#### 2.11.2.- Control de las cimbras y apuntalamientos

Durante la ejecución de la cimbra, deberá comprobarse la correspondencia de la misma con los planos de su proyecto, con especial atención a los elementos de arriostramiento y a los sistemas de apoyo. Se efectuará también sendas revisiones del montaje y desmontaje, comprobando que se cumple lo establecido en el correspondiente procedimiento escrito.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En general, se comprobará que la totalidad de los procesos de montaje y desmontaje, y en su caso el de recimbrado o reapuntalamiento, se efectúan conforme a lo establecido en el correspondiente proyecto.

La dirección facultativa solicitará, comprobará y adjuntará a la documentación de la obra el certificado indicado en el apartado 48.2 del Código Estructural, que debe facilitarle el constructor.

En el caso de que se utilice, en conformidad con el apartado 48.2 del Código Estructural, un sistema de elementos sustentantes que esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, conforme al Artículo 18 del Código Estructural, se seguirán las indicaciones contenidas en el expediente técnico de aplicación, en lo referente a instrucciones para el montaje y, en su caso, de manipulación o manejo en la obra de los elementos sustentantes correspondientes, así como de los planos de montaje de los mismos. En este caso la dirección facultativa podrá eximir al constructor de las comprobaciones y revisiones anteriormente indicadas, siempre que éste presente la documentación del distintivo oficialmente reconocido que posee el sistema de elementos sustentantes empleado y acredite que el mismo está vigente durante todo el periodo de su utilización en la obra.

### 2.11.3.- Control de los encofrados y moldes

Previamente al vertido del hormigón, se comprobará que la geometría de las secciones es conforme con lo establecido en el proyecto, aceptando la misma siempre que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas en el proyecto o, en su defecto, por el Anejo 14 del Código Estructural. Además, se comprobarán los aspectos indicados en el apartado 48.3 del Código Estructural.

En el caso de encofrados o moldes en los que se dispongan elementos de vibración exterior, se comprobará previamente su ubicación y funcionamiento, aceptándose cuando no sea previsible la aparición de problemas una vez vertido el hormigón.

Previamente al hormigonado, deberá comprobarse que las superficies interiores de los moldes y encofrados están limpias y que se ha aplicado, en su caso, el correspondiente producto desencofrante.

En el caso de que se utilice, en conformidad con el apartado 48.3 del Código Estructural, un sistema de encofrados (superficie encofrante y estructura resistente de la misma) que esté en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, conforme al Artículo 18 del Código Estructural, se seguirán las indicaciones contenidas en el expediente técnico de aplicación, en lo referente a instrucciones para el montaje y, en su caso, de manipulación o manejo en la obra de los encofrados correspondiente, así como de los planos de montaje de los mismos. En este caso la dirección facultativa podrá eximir al constructor de las comprobaciones y revisiones anteriormente indicadas, siempre que éste presente la documentación del distintivo oficialmente reconocido que posee el sistema de encofrados empleado y acredite que el mismo está vigente durante todo el periodo de su utilización en la obra.

### 2.12.- Control del proceso de montaje de las armaduras pasivas

El proceso de ferralla no comenzará hasta que la dirección facultativa haya aceptado:

- a. Los planos de despiece previamente aprobados por el constructor.
- b. La totalidad de la documentación aprobada por el constructor en relación con los procesos de fabricación de las armaduras, los productos empleados para su fabricación y el suministrador.

En el caso de que se vayan a emplear procesos de soldadura, tanto en instalaciones como en obra, el control del constructor deberá comprobar:

- a. La cualificación del coordinador de soldeo, según la norma UNE-EN ISO 14731, tanto para soldadura no resistente como resistente.
- b. La cualificación de los soldadores, según se indica en las normas UNE-EN ISO 17660-1, para soldaduras resistentes y UNE 17660-2 para soldadura no resistente.
- c. La cualificación del procedimiento de soldeo, tanto para soldadura no resistente como resistente, de acuerdo con los apartados 49.4.3.2 y 49.5.2.5, respectivamente, del Código Estructural.

En el caso de empleo de dispositivos para el empalme mecánico, se recabará del constructor el correspondiente certificado, firmado por persona física, en el que se garantice su comportamiento mecánico.

Sobre el proceso de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas el control del constructor efectuará, al menos, las verificaciones siguientes acordes con el Artículo 49 del Código Estructural:

- a. Inexistencia de defectos superficiales o grietas.
- b. Diámetros de armaduras.
- c. Despieces.
- d. Atado y posicionamiento longitudes de anclaje y de empalme (solapo, soldadura resistente, empalmes mecánicos...).
- e. Distancias libres entre barras.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Antes del inicio del suministro a la obra de las armaduras desde la instalación de ferralla, se establecerá un punto de parada hasta que, una vez efectuado el control de contraste bajo la supervisión de la dirección facultativa, se haya aceptado la conformidad de:

- a. La armadura elaborada y la ferralla armada.
- b. La cimbra, en su caso, a partir de la documentación aportada por el constructor de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 65.3 del Código Estructural.

Para verificar la conformidad del montaje, el control del constructor efectuará al menos las comprobaciones siguientes, de las cuales dejará constancia documental:

- a. Separadores (material, tamaño, cantidad y distribución).
- b. Recubrimientos (mínimos y máximos).
- c. Tolerancias de acuerdo con lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto o el Anejo 14 del Código Estructural.
- d. Estado de oxidación de la armadura pasiva, con el límite establecido en el apartado 49.8.1 del Código Estructural.
- e. Estado de limpieza y eliminación de suciedades.

En el caso de que para el facilitar el armado de la ferralla, por ejemplo, para garantizar la separación entre estribos (pre-armado), se hubieran empleado cualquier tipo de elemento auxiliar de acero, se comprobará que éstos presentan también un recubrimiento no inferior al mínimo

En ningún caso se aceptará la colocación de armaduras que presenten menos sección de acero que las previstas en el proyecto, ni aun cuando ello sea como consecuencia de la acumulación de tolerancias con el mismo signo.

Antes de proceder al hormigonado, se establecerá un punto de parada hasta que la dirección facultativa haya aceptado el montaje de las armaduras pasivas.

En caso de emplearse soldaduras en la elaboración de armaduras pasivas, los criterios aplicables para su control, tanto en lo relativo a ensayos de producción como a las tareas de inspección, serán los recogidos en los capítulos 12 y 13 de la norma UNE-EN ISO 17660, partes 1 y 2, para soldaduras resistentes y no resistentes respectivamente. También será de aplicación el Artículo 59 del Código Estructural.

El control del constructor inspeccionará el 100% de las soldaduras resistentes realizadas, comprobando las longitudes y gargantas de los cordones, así como la distancia longitudinal entre cordones y la distancia a los codos, y el 50% de las soldaduras no resistentes. Deberán cumplirse las distancias definidas para cada soldadura en función de cada diámetro. El criterio de aceptación será el establecido por la norma UNE-EN ISO 17660, en la parte que corresponda según se trate de soldadura resistente o no resistente.

Como criterio general, puede establecerse como valor indicativo que el control de contraste de la dirección facultativa comprobará un 20% de las soldaduras resistentes y un 10% de las no resistentes, de forma aleatoria y representativa.

### **2.13.- Control de los procesos de hormigonado**

El constructor comprobará, antes del inicio del suministro del hormigón, dejando constancia documental de ello, que:

- a. Se dan las circunstancias para efectuar correctamente su vertido de acuerdo con lo indicado en este Código Estructural. Asimismo, comprobará que se dispone de los medios adecuados para la puesta en obra, compactación y curado del hormigón.
- b. En el caso de temperaturas extremas, según el apartado 52.3 del Código Estructural, comprobará que se han tomado las precauciones allí recogidas.

La dirección facultativa verificará que el constructor realiza dichas comprobaciones.

Durante el hormigonado, el constructor bajo la supervisión de la dirección facultativa comprobará que no se forman juntas frías entre diferentes tongadas y que se evita la segregación durante la colocación del hormigón.

El constructor y la dirección facultativa comprobarán que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos el período de tiempo indicado en el proyecto o, en su defecto, el indicado en el Código Estructural.

### **2.14.- Control de procesos posteriores al hormigonado**

Una vez desencofrado el hormigón, se comprobará la ausencia de defectos significativos en la superficie del hormigón. Si se detectaran coqueas, nidos de grava u otros defectos que, por sus características pudieran considerarse

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

inadmisibles en relación con lo exigido, en su caso, por el proyecto, la dirección facultativa valorará la conveniencia de proceder a la reparación de los defectos y, en su caso, el revestimiento de las superficies.

En el caso de que el proyecto hubiera establecido alguna prescripción específica sobre el aspecto del hormigón y sus acabados (color, textura, etc.), estas características deberán ser sometidas al control, una vez desencofrado o desmoldado el elemento y en las condiciones que establezca el correspondiente pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Además, el constructor bajo la supervisión de la dirección facultativa comprobará que el descimbrado se efectúa de acuerdo con el plan previsto en el proyecto y verificando que se han alcanzado, en su caso, las condiciones mecánicas que pudieran haberse establecido para el hormigón.

### 2.15.- Control del montaje y uniones de elementos prefabricados

Antes del inicio del montaje de los elementos prefabricados, el constructor efectuará las siguientes comprobaciones, dejando constancia documental de ello:

- Los elementos prefabricados son conformes con las especificaciones del proyecto y se encuentran, en su caso, adecuadamente acopiados, sin presentar daños aparentes.
- Se dispone de unos planos que definen suficientemente el proceso de montaje de los elementos prefabricados, así como las posibles medidas adicionales (arriostramientos provisionales, etc.).
- Se dispone de un programa de ejecución que define con claridad la secuencia de montaje de los elementos prefabricados.
- Se dispone, en su caso, de los medios humanos y materiales requeridos para el montaje.

La dirección facultativa verificará que el constructor realice dichas verificaciones y revisará la documentación aportada.

Durante el montaje, el constructor y la dirección facultativa comprobarán que se cumple la totalidad de las indicaciones del proyecto. Se prestará especial atención al mantenimiento de las dimensiones y condiciones de ejecución de los apoyos, enlaces y uniones.

### 2.16.- Control del elemento construido

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, el constructor efectuará una inspección del mismo, dejando constancia documental, al objeto de comprobar que se cumplen las especificaciones dimensionales del proyecto.

La dirección facultativa verificará la documentación aportada por el constructor.

## 3.- ESTRUCTURAS DE ACERO

### 3.1.- Generalidades

Con carácter general, este anejo es aplicable a toda estructura sometida a cargas predominantemente estáticas. Para estructuras solicitadas a fatiga se requieren niveles superiores de ejecución acordes así mismo con la clasificación de los correspondientes detalles constructivos.

La fabricación de las piezas de acero estructural que forman parte de las estructuras metálicas requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar las siguientes actividades:

- recepción y acopio de los productos de acero empleados,
- elaboración de planos de taller, y
- procesos de corte, conformado, enderezado y perforación.

Además, el taller deberá disponer de zonas para poder realizar el ensamblado, armado previo y montaje en blanco de las piezas que fabrica. Asimismo, deberá tener implantado un sistema de control de la conformidad de la producción conforme a los requisitos del mercado CE. Al objeto de garantizar la trazabilidad de los productos de acero empleados en los talleres, la dirección facultativa podrá recabar, a través del constructor, evidencias sobre la misma.

### 3.2.- Clases de ejecución (artículo 91.2 del Código Estructural).

El proyecto incluirá la clasificación de todos los elementos de la estructura, según su ejecución, que es necesaria para garantizar el nivel de seguridad definido. Una obra, o parte de la misma, puede incluir elementos de distinta clase. Es necesario que se agrupen los elementos por clases para facilitar la descripción de requisitos y la valoración de su ejecución y control.

El nivel de riesgo de una obra o parte de ella define las consecuencias que podría tener su fallo estructural durante su construcción o en servicio:

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- Nivel CC 3. Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, como es el caso de un edificio público, o puede generar grandes pérdidas económicas.
- Nivel CC 2. Elementos cuyo fallo compromete la seguridad de personas, pero no del público en general, o puede generar apreciables pérdidas económicas.
- Nivel CC 1. Elementos no incluidos en los niveles anteriores.

Las condiciones de ejecución y uso tratan de categorizar los riesgos inherentes al tipo de construcción y al tipo de acciones que pueden incidir sobre la estructura.

La categoría de uso depende del riesgo ligado al servicio para el que se diseña la estructura:

- SC1: Estructuras y componentes sometidas a acciones predominantemente estáticas (edificios). Estructuras con uniones diseñadas para acciones sísmicas moderadas que no requieren ductilidad. Carrileras y soportes con cargas de fatiga reducida, por debajo del umbral de daño del detalle más vulnerable.
- SC2: Estructuras y componentes sometidas a acciones de fatiga (puentes de carretera y ferrocarril, grúas y carrileras en general). Estructuras sometidas a vibraciones por efecto del viento, paso de personas o maquinaria con rotación. Estructuras con uniones que requieren ductilidad por requisito de diseño antisísmico.

La categoría de ejecución depende de la fabricación y montaje de la estructura.

- PC1: Componentes sin uniones soldadas, con cualquier tipo de acero. Componentes con soldaduras de acero de grado inferior a S355, realizadas en taller.
- PC2: Componentes con soldaduras de acero de grado S355 o superior. Ejecución de soldaduras en obra de elementos principales. Elementos sometidos a tratamiento térmico durante su fabricación. Piezas de perfil hueco con recortes en boca de lobo.

La clase de ejecución (1, 2, 3 ó 4) se define de acuerdo con la siguiente tabla (tabla 91.1 del Código Estructural):

| Nivel de riesgo        |     | CC1 |     | CC2 |     | CC3 |     |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Categoría de uso       |     | SC1 | SC2 | SC1 | SC2 | SC1 | SC2 |
| Categoría de ejecución | PC1 | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   | 3   |
|                        | PC2 | 2   | 2   | 2   | 3   | 3   | 4   |

En casos particulares, de conformidad con la propiedad, puede ser conveniente imponer una clase de ejecución superior en algunos elementos particulares. Asimismo, la clasificación anterior no limita la inclusión de requisitos adicionales que explícitamente se indiquen en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Conforme al artículo 91.2 del Código Estructural, la relación entre niveles de control y clases de ejecución es la siguiente:

| Nivel de Control de Ejecución | Clase de ejecución para los elementos de acero |
|-------------------------------|--|
| Intenso                       | Clase 3 o 4                                    |
| Normal                        | Clase 2  |

### 3.3.- Control de los productos de acero

#### 3.3.1.- Requisitos exigidos a los productos de acero

Los productos de acero deberán cumplir con lo establecido en el proyecto y la normativa de aplicación, lo que se comprobará durante su recepción en obra. Se comprobarán sus características mecánicas y geométricas, además de cualquier otra característica, que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

#### 3.3.2.- Control documental, toma de muestras y ensayos

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE según el Reglamento (UE) Nº 305/2011, el fabricante del producto entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE y será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

La dirección facultativa será la responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra. En el caso de que el proyecto establezca que los productos de acero dispongan de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se comprobará que los productos los poseen y que son de conformidad con el Artículo 18 del Código Estructural.

La dirección facultativa, por sí misma, a través de una entidad de control o un laboratorio de control, podrán efectuar la toma de muestras en la instalación en donde se encuentren los productos de acero. Salvo circunstancias excepcionales, la toma de muestras se efectuará preferiblemente en el taller antes del montaje de los elementos. Podrán estar presentes durante la toma los representantes del constructor y del suministrador de los elementos.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

La entidad o el laboratorio de control de calidad velarán por la representatividad de la muestra, no aceptando, en ningún caso, que se tomen muestras sobre productos que no se correspondan a los planos del proyecto, ni sobre productos específicamente destinados a la realización de ensayos. Una vez extraídas las muestras, se procederá, en su caso, al reemplazamiento de las partes de los elementos que hubieran sido alteradas durante la toma.

La entidad o el laboratorio de control de calidad redactarán un acta para cada toma de muestras, que suscribirán todas las partes presentes, quedándose con una copia de la misma. El tamaño de las muestras deberá ser suficiente para la realización de la totalidad de las comprobaciones y ensayos que se pretendan realizar. Todas las muestras se trasladarán para su ensayo al laboratorio de control tras ser correctamente precintadas e identificadas.

Cualquier ensayo sobre los productos de acero que decida el autor del proyecto o la dirección facultativa, se deberá efectuar de acuerdo con las indicaciones de éstos. En el caso del autor del proyecto, reflejará dichas indicaciones en el correspondiente pliego de prescripciones técnicas particulares.

### 3.4.- Control de la conformidad de los tornillos, tuercas, arandelas y bulones

#### 3.4.1.- Requisitos exigidos

Los tornillos (artículo 85 del Código Estructural) utilizables en uniones de estructuras de acero serán los recogidos en la tabla siguiente (tabla 85.2.a del Código Estructural):

| Tipo     | Tornillos ordinarios |     |     | Tornillos de alta resistencia |      | $f_{yb}$ = límite elástico mínimo en N/mm <sup>2</sup>                         |
|----------|----------------------|-----|-----|-------------------------------|------|--|
| Grado    | 4.6                  | 5.6 | 6.8 | 8.8                           | 10.9 |  |
| $f_{yb}$ | 240                  | 300 | 480 | 640                           | 900  | $f_{ub}$ = resistencia a tracción mínima de los tornillos en N/mm <sup>2</sup> |
| $f_{ub}$ | 400                  | 500 | 600 | 800                           | 1000 |  |

No se utilizarán tornillos de grado inferior o superior sin justificación experimental documentada.

Serán utilizables los tornillos normalizados según las normas siguientes (tabla 85.2.b del Código Estructural):

| Tornillos normalizados   | Tuercas hexagonales normalizadas                      | Arandelas planas normalizadas   |
|--|---|---|
| UNE-EN ISO 4014<br>UNE-EN ISO 4016<br>UNE-EN ISO 4017<br>UNE-EN ISO 4018 | UNE-EN ISO 4032<br>UNE-EN ISO 4033<br>UNE-EN ISO 4034 | UNE-EN ISO 7089<br>UNE-EN ISO 7090<br>UNE-EN ISO 7091<br>UNE-EN ISO 7092<br>UNE-EN ISO 7093-1<br>UNE-EN ISO 7093-2<br>UNE-EN ISO 7094 |

Podrán pretensarse únicamente los tornillos de grados 8.8 y 10.9 normalizados según UNE-EN 14399-1. Los conjuntos seguirán las partes aplicables de las diferentes partes de la norma UNE-EN 14399.

Los tornillos de cabeza avellanada deben quedar enrasados nominalmente con la cara exterior de la chapa externa.

Los tornillos calibrados deben pretaladrarse mediante taladro o punzón con un diámetro, al menos, 3 mm inferior al diámetro definitivo. Cuando el tornillo debe unir varias chapas, deben mantenerse firmemente unidas estas durante el escariado. El escariado debe realizarse con un dispositivo de husillo fijo, no debiendo emplearse lubricantes ácidos.

La cabeza de los tornillos de inyección debe presentar un agujero con diámetro mínimo 3,2 mm, al que se acopla la cánula del dispositivo de inyección. Debajo de la cabeza del tornillo debe usarse una arandela especial, cuyo diámetro interior debe ser como mínimo 0,5 mm mayor que el diámetro real del tornillo y que debe tener un lado mecanizado. Debajo de la tuerca debe emplearse una arandela especial ranurada.

La calidad de los aceros para los bulones será la especificada en la norma UNE-EN 10083-1 que se corresponde con la siguiente tabla (tabla 85.4 del Código Estructural):

| Estado      | Temple y revenido |            |                        |           |                         |              | Normalizado    |          |                         |          |
|-------------|-------------------|------------|------------------------|-----------|-------------------------|--------------|----------------|----------|-------------------------|----------|
|             | $d \leq 16$ mm    |            | 16 mm < $d \leq 40$ mm |           | 40 mm < $d \leq 100$ mm |              | $d \leq 16$ mm |          | 16 mm < $d \leq 100$ mm |          |
| Designación | $f_{yb}$          | $f_{ub}$   | $f_{yb}$               | $f_{ub}$  | $f_{yb}$                | $f_{ub}$     | $f_{yb}$       | $f_{ub}$ | $f_{yb}$                | $f_{ub}$ |
| C 22        | 340               | 500 a 650  | 290                    | 470 a 620 | --                      | --           | 240            | 430      | 210                     | 410      |
| C 25        | 370               | 550 a 700  | 320                    | 500 a 650 | --                      | --           | 260            | 470      | 230                     | 440      |
| C 30        | 400               | 600 a 750  | 350                    | 550 a 700 | 300 (*)                 | 500 a 550(*) | 280            | 510      | 250                     | 480      |
| C 35        | 430               | 630 a 780  | 380                    | 600 a 750 | 320                     | 550 a 700    | 300            | 550      | 270                     | 520      |
| C 40        | 460               | 650 a 800  | 400                    | 630 a 780 | 350                     | 600 a 750    | 320            | 580      | 290                     | 550      |
| C 45        | 490               | 700 a 850  | 430                    | 650 a 800 | 370                     | 630 a 780    | 340            | 620      | 305                     | 580      |
| C 50        | 520               | 750 a 900  | 460                    | 700 a 850 | 400                     | 650 a 800    | 355            | 650      | 320                     | 610      |
| C 55        | 550               | 800 a 950  | 490                    | 750 a 900 | 420                     | 700 a 850    | 370            | 680      | 330                     | 640      |
| C 60        | 580               | 852 a 1000 | 520                    | 800 a 950 | 450                     | 750 a 900    | 380            | 710      | 340                     | 670      |

(\*) Aplicable solo hasta  $d = 63$  mm.

### 3.4.2.- Control documental, toma de muestras y ensayos

Para aquellos tornillos que estén afectados por el marcado CE en base al Reglamento (UE) Nº 305/2011, de 9 de marzo de 2011, el fabricante presentará la declaración de prestaciones y el marcado CE.

Para aquellos productos que no tengan marcado CE, se deberá acreditar la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo establecido en el Código Estructural.

Cuando un producto no tenga marcado CE o no disponga de distintivo de calidad oficialmente reconocido, se considerará un lote de tornillos, tuercas, arandelas, por cada uno de los grados y clases de tornillo que se empleen en la obra. El control de las características de los tornillos, tuercas y arandelas se efectuará por atributos (dimensiones y características mecánicas, además de las características funcionales del conjunto) sobre al menos diez muestras, mediante los ensayos establecidos en el Código Estructural, en su caso, por el pliego de prescripciones técnicas particulares. Los ensayos de los tornillos se deberán realizar según la norma UNE-EN ISO 898-1, las tuercas según UNE-EN ISO 898-2, y para las arandelas la norma de producto aplicable.

### 3.4.3.- Condiciones de aceptación o rechazo

Se aceptará el lote en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones en los ensayos o comprobaciones citadas. En caso contrario, se procederá a rechazar el lote.

## 3.5.- Control del material de aportación para las soldaduras

### 3.5.1.- Requisitos exigidos

El material de aportación utilizable para la realización de soldaduras (alambres, hilos y electrodos) deberá ser apropiado para el proceso de soldeo, teniendo en cuenta el material a soldar y el procedimiento de soldeo; además deberá tener unas características mecánicas, en términos de límite elástico, resistencia a tracción, deformación bajo carga máxima y resiliencia, no inferiores a las correspondientes del material de base que constituye los perfiles o chapas que se pretende soldar.

En el caso de soldar acero con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, el material de aportación deberá tener una resistencia a la corrosión equivalente a la del metal base, salvo que permita otra cosa el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

### 3.5.2.- Control documental, toma de muestras y ensayos

Se deberá presentar la declaración de prestaciones y ostentar el marcado CE de conformidad con la parte armonizada de la norma UNE-EN 13479. La dirección facultativa deberá comprobar que la declaración de prestaciones del material de aportación para las soldaduras sea conforme con las especificaciones del proyecto.

El responsable de la recepción deberá comprobar que la hoja de suministro, el etiquetado y la copia de la declaración de prestaciones están completas, reúnen los requisitos establecidos y se corresponden con el producto solicitado. Será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas.

En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra.

## 3.6.- Control de los sistemas de protección

### 3.6.1.- Requisitos exigidos

Los sistemas de protección deberán cumplir las prescripciones establecidas en los apartados 86.3 y 86.4 del Código Estructural, que son las siguientes:

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| TH Ingenieros           |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

| Clase de exposición | Grado de durabilidad | Ensayo de envejecimiento cíclico | Ensayo de inmersión | Ensayo de condensación de agua | Ensayo de niebla salina neutra |
|---------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                     |                      | h                                | h                   | h                              | h                              |
| C2                  | Bajo                 | -                                | -                   | 48                             | -                              |
|                     | Medio                | -                                | -                   | 48                             | -                              |
|                     | Alto                 | -                                | -                   | 120                            | -                              |
|                     | Muy alto             | -                                | -                   | 240                            | 480                            |
| C3                  | Bajo                 | -                                | -                   | 48                             | 120                            |
|                     | Medio                | -                                | -                   | 120                            | 240                            |
|                     | Alto                 | -                                | -                   | 240                            | 480                            |
|                     | Muy alto             | -                                | -                   | 480                            | 720                            |
| C4                  | Bajo                 | -                                | -                   | 120                            | 240                            |
|                     | Medio                | -                                | -                   | 240                            | 480                            |
|                     | Alto                 | -                                | -                   | 480                            | 720                            |
|                     | Muy alto             | 1680                             | -                   | 720                            | 1440                           |
| C5                  | Bajo                 | -                                | -                   | 240                            | 480                            |
|                     | Medio                | -                                | -                   | 480                            | 720                            |
|                     | Alto                 | 1680                             | -                   | 720                            | 1440                           |
|                     | Muy alto             | 2688                             | -                   | -                              | -                              |
| Im1                 | Alto                 | -                                | 3000                | 1440                           | -                              |
|                     | Muy alto             | -                                | 4000                | 2160                           | -                              |
| Im2                 | Alto                 | -                                | 3000                | -                              | 1440                           |
|                     | Muy alto             | -                                | 4000                | -                              | 2160                           |
| Im3                 | Alto                 | -                                | 3000                | -                              | 1 440                          |
|                     | Muy alto             | -                                | 4000                | -                              | 2160                           |

Las duraciones mínimas y máximas (en años) de los recubrimientos de cinc hasta el primer mantenimiento, para las diferentes categorías de corrosividad de la norma ISO 9223, se incluyen en la norma UNE-EN ISO 14713.

Así, por ejemplo, para el caso de recubrimientos de galvanización en caliente (realizada conforme a la norma UNE-EN ISO 1461) de 85 micrómetros de espesor (que es el valor mínimo del espesor medio de recubrimiento exigible sobre elementos estructurales de acero de espesor superior a 6 mm), en la norma UNE-EN ISO 14713 se indican duraciones de la protección (en años) que van desde 40/>100 (para clase de exposición C3), 20/40 (para clase de exposición C4) y 10/20 (para clase de exposición C5).

La aptitud del acero para el recubrimiento por galvanización en caliente, en relación a su contenido en Si y P, debe ser conforme a las normas UNE-EN 10025-2, UNE-EN 10025-4, o UNE-EN 10025-6, según el tipo de acero.

### 3.6.2.- Control documental, toma de muestras y ensayos

Todo suministro de material deberá acompañarse de un certificado de garantía del fabricante, específico para la obra y firmado por persona física.

Los ensayos se efectuarán sobre probetas que cumplan las siguientes condiciones:

- que sean del mismo tipo de acero que el que se vaya a emplear en la obra,
- en su caso, que tenga el mismo recubrimiento de cinc que se vaya a utilizar,
- que presente un tamaño mínimo de 150x70 mm<sup>2</sup>
- que presente un espesor no inferior a 2 mm y compatible con el ensayo que se pretenda efectuar,
- que cumplan las condiciones de preparación y estado superficial prescritas en la norma UNE-EN ISO 12944-6,
- para superficies galvanizadas en caliente aplica la norma UNE-EN ISO 1461,
- para superficies sometidas a metalización con cinc, la norma UNE-EN ISO 2063-1.

En los sistemas de protección que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido, para la realización de los ensayos, se procederá a la división en lotes de los sistemas de protección. Se considerará un lote para cada

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

conjunto de sistemas de protección y tipo de acero empleado en la obra. El número de probetas a ensayar será al menos de tres por cada lote.

Las probetas para la realización de los ensayos deben ser del mismo tipo de acero que se vaya a emplear (y, en su caso, con el mismo recubrimiento de cinc que se vaya a utilizar), con un tamaño mínimo de 150 x 75 mm y un espesor, dependiente del ensayo, pero en todo caso no menor que 3 mm. Las probetas cumplirán las condiciones de preparación y estado superficial prescritas en la norma UNE-EN ISO 12944-6.

En cuanto a la galvanización en caliente, en el caso de que el suministro del material se acompañe de un certificado de garantía del galvanizador, específico para la obra y firmado por persona física, la dirección facultativa podrá eximir de la realización de los correspondientes ensayos. La realización de ensayos, en su caso, se efectuará mediante los procedimientos establecidos en la norma UNE-EN ISO 1461, así como los que se recojan específicamente en el programa de control o el pliego de prescripciones técnicas particulares. Para las superficies sometidas a metalización con cinc, los ensayos se realizarán conforme a lo indicado en la norma UNE-EN ISO 2063-1.

### 3.6.3.- Criterios de aceptación o rechazo

La posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo establecido en el Artículo 18 del Código Estructural, se entiende como suficiente para avalar la conformidad del sistema de protección suministrado sin efectuar ensayos específicos.

Los ensayos sobre los sistemas de pintura, se considerarán conformes con las especificaciones cuando:

- Antes del ensayo, la clasificación obtenida por la probeta de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 2409 es 0 o 1. Cuando el espesor de la película seca del sistema de protección es mayor que 250  $\mu\text{m}$ , este requisito debe sustituirse por la inexistencia de desprendimiento de la pintura del sustrato en el ensayo de adherencia según UNE-EN ISO 4624, a menos que los valores de la tracción sean mayores o iguales a 5 MPa.
- Después del ensayo, con la duración en horas indicadas en la tabla anterior, según el caso, para la clase de exposición y grado de durabilidad exigidos, la probeta no presenta defectos según los métodos de evaluación establecidos en las partes 2 a 5 de la norma UNE-EN ISO 4628, y la clasificación obtenida de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 2409 sea 0 o 1. Cuando el espesor de la película seca del sistema de pintura es mayor que 250  $\mu\text{m}$ , se empleará la misma sustitución de este último requisito que la indicada en el apartado anterior. La evaluación de la condición tras el ensayo según UNE-EN ISO 2409 o según el ensayo sustitutivo se efectuará tras 24 horas de reacondicionamiento de la probeta.

Se considera que la probeta no presenta defectos según los métodos de evaluación de las normas UNE-EN ISO 4628-2 a UNE-EN ISO 4628-5 cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- Según UNE-EN ISO 4628-2: ampollamiento 0 (S0).
- Según UNE-EN ISO 4628-3: óxido Ri 0.
- Según UNE-EN ISO 4628-4: agrietamiento 0 (S0).
- Según UNE-EN ISO 4628-5: descamación 0 (S0).

Además de estos requisitos, que se evalúan de manera inmediata, debe cumplirse, en evaluación realizada tan pronto como sea posible, y siempre dentro de las 8 h siguientes al final del ensayo, que, una vez efectuado un envejecimiento artificial, conforme a la norma UNE-EN ISO 9227, no existe ningún avance de corrosión del sustrato, a partir de la incisión, que sea superior a 1 mm, determinado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 12944.

En la evaluación de defectos anteriormente citada, no se tendrán en cuenta aquéllos que se produzcan a menos de 10 mm de los bordes de la probeta.

En cuanto a la galvanización en caliente y a la metalización con cinc, la presentación a la dirección facultativa del certificado de garantía conforme a la normativa permitirá la aceptación del correspondiente lote. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del lote, se seguirán los criterios establecidos al efecto en el programa de control o el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra.

### 3.7.- Control de estructuras componentes

#### 3.7.1.- Control documental, toma de muestras y ensayos

La conformidad de las estructuras componentes con lo establecido en el proyecto se comprobará durante su recepción en obra e incluirá la comprobación de sus características mecánicas y geométricas, además de cualquier otra característica, que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Al disponer estos productos del marcado CE según el Reglamento (UE) Nº 305/2011, de 9 de marzo de 2011, sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán comprobarse de conformidad con la norma armonizada UNE-EN 1090-1. Tal y como se recoge en el citado Reglamento, el fabricante del producto entregará la declaración de prestaciones y el marcado CE y será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto y de ponerla a disposición de quien la solicite con el fin de que, a su vez, pueda pasar esta garantía al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dicha garantía. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, una vez validado el control de recepción, será responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas.

En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra.

### 3.8.- Programación del control de la ejecución de las estructuras de acero

#### 3.8.1.- Lotes de ejecución

El programa de control aprobado por la dirección facultativa contemplará una división de la obra en lotes de ejecución, coherentes con el desarrollo previsto en el plan de obra para la ejecución de la misma.

Para cada lote de ejecución se identificarán la totalidad de actividades o procesos susceptibles de ser inspeccionados, así como las frecuencias de las comprobaciones a realizar, tanto por el control del constructor como por el control de contraste de la dirección facultativa, en su caso.

En general, y salvo que el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto defina una división de la estructura o de sus elementos en lotes más adaptada a sus características específicas, o de sus elementos, los lotes de ejecución se definirán siguiendo los siguientes criterios generales:

- se corresponderán con partes sucesivas en el proceso de fabricación y montaje en taller y de ejecución de la obra,
- no se mezclarán elementos de tipología estructural distinta, que pertenezcan a filas diferentes en la tabla siguiente,
- el tamaño del lote no será superior al indicado, en función del tipo de elementos, en la tabla siguiente (tabla 101.1 del Código Estructural).

| Tipo de obra                                 | Tipo de elemento  | Nº de elementos o dimensión  |
|--|---|--|
| Edificación,<br>chimeneas torres y depósitos | Pilares y elementos verticales                              | 500 m <sup>2</sup> de superficie, sin rebasar las dos plantas      |
|  | Vigas, arriostramientos, elementos superficiales y forjados | 250 m <sup>2</sup> de superficie construida sin rebasar una planta |
| Puentes                                      | Alzados de pilas  | 1 pila<br>10 m de altura de pila                                   |
|  | Alzados de estribos   | 1 estribo  |
|  | Tableros de puentes   | 1 tramo o dovola sin rebasar el menor de 30 m o un vano completo   |

En el caso de otros elementos diferentes de los indicados en la tabla, el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto establecerá los criterios necesarios para definir el tamaño máximo del lote de ejecución.

Se podrá optar por utilizar otra metodología para definir el tamaño máximo de los lotes de ejecución previa aprobación por parte de la dirección facultativa y siempre que el tamaño de los lotes resultantes no exceda lo indicado en la tabla.

#### 3.8.2.- Unidades de inspección

Para cada lote de ejecución, se identificará la totalidad de los procesos y actividades susceptibles de ser inspeccionadas, de acuerdo con lo previsto en el Código Estructural. Se contemplarán, como mínimo, los siguientes procesos:

- elaboración de planos de taller,
- definición de los procedimientos de fabricación, elaboración del programa y planos de montaje,
- gestión de acopios de materiales y productos,
- mecanización y manipulación de productos de acero en taller,
- cualificación de soldadores y de los procedimientos de soldeo,
- cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos,
- ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional,
- ejecución de uniones soldadas,
- ejecución de uniones con elementos mecánicos,
- colocación de conectores en estructuras mixtas,
- ajustes, correcciones y acabados finales en taller,

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- montaje en blanco,
- recepción de elementos a su llegada a obra,
- ensamblado de elementos en obra,
- replanteo y montaje de elementos en obra,
- ajustes, correcciones y acabados finales, y
- aplicación de tratamientos superficiales de protección anticorrosiva.

La dimensión o tamaño máximo de un proceso o actividad comprobable, en general, en una visita de inspección al taller o a la obra. En función de los desarrollos de procesos y actividades previstos en el plan de obra, en cada inspección al taller o a la obra, podrá comprobarse un determinado número de unidades de inspección, las cuales, pueden corresponder a uno o más lotes de ejecución.

Para cada proceso o actividad, se definirán las unidades de inspección correspondientes cuya dimensión o tamaño será conforme al indicado en la tabla siguiente (tabla 101.2 del Código Estructural):

| Procesos de ejecución   | Tamaño máximo de la unidad de inspección  |
|---|---|
| Elaboración de planos de taller   | Planos correspondientes a cada elemento estructural   |
| Definición de los procedimientos de fabricación, elaboración del programa y planos de montaje | Procedimientos de fabricación y programa y planos de montaje correspondientes a cada elemento estructural   |
| Gestión de acopios  | Acopio correspondiente a cada material, forma de suministro, fabricante y partida suministrada, que se empleen en cada lote de ejecución <sup>(1)</sup>   |
| Mecanización y manipulación de los productos de acero en taller                               | Conjunto de productos destinados a cada elemento estructural  |
| Cualificación de soldadores y de los procedimientos de soldeo                                 | Cada uno de los soldadores, tanto en taller como en obra<br>Cada uno de los procedimientos de soldeo <sup>(2)</sup>   |
| Cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos                           | Cada uno de los tipos de fijaciones con elementos mecánicos   |
| Ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional                   | Cada uno de los elementos, principales o secundarios  |
| Ejecución de uniones soldadas   | Cada una de las soldaduras, en taller o en obra, acorde con el procedimiento de control y el porcentaje de control especificado en el PPI   |
| Ejecución de uniones con elementos mecánicos  | Cada una de las uniones ejecutadas mediante elementos mecánicos   |
| Colocación de conectadores en estructuras mixtas  | Los conectadores a colocar en una jornada de trabajo  |
| Ajustes, correcciones y acabados finales en taller  | Cada uno de los elementos   |
| Montaje en blanco   | Cada dovela, tramo o vano a montar en blanco  |
| Recepción de elementos a su llegada a la obra   | Cada elemento que llega a la obra.  |
| Ensamblado de elementos en obra   | Cada unión a ejecutar en obra   |
| Replanteo y montaje de elementos en obra  | Cada elemento montado en obra   |
| Ajustes, correcciones y acabados finales  | Cada elemento montado en obra   |
| Aplicación de tratamientos superficiales de protección anticorrosiva                          | Cada uno de los elementos fabricados en taller, para los tratamientos aplicados en taller<br>Cada uno de los elementos montados en la obra, para los tratamientos aplicados en obra, en su caso |

(1) Un mismo acopio de material, procedente del mismo suministro, fabricante y partida, puede ser destinado a diferentes elementos estructurales o a diferentes lotes de ejecución, en función de su tamaño y de acuerdo con el plan

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| TH Ingenieros           |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

de obra. Por lo tanto, la gestión de un acopio concreto puede formar parte de diferentes lotes de ejecución y, consecuentemente, de diferentes unidades de inspección. Al programarse el control de ejecución, se evitará considerar la inspección repetida del mismo acopio para la aceptación de distintos lotes de ejecución, procurando en la medida de lo posible que el conjunto de las inspecciones tenga la mayor representatividad posible de la obra.

(2) Una cualificación del procedimiento de soldeo puede cubrir varios tipos de soldaduras, de acuerdo con los rangos de cualificación de la norma de aplicación correspondiente.

Una vez definidos los lotes de ejecución y las unidades de inspección, se debe definir para cada unidad de inspección las frecuencias de comprobación.

### 3.8.3.- Frecuencias de comprobación (Anejo 17 del Código Estructural)

Frecuencias de comprobación para los procesos de ejecución:

| Procesos y actividades de ejecución  | Número mínimo de unidades de inspección controladas por lote de ejecución |   |                                |   |
|--|---|---|--------------------------------|---|
|  | Control normal  |   | Control intenso                |   |
|  | Control del constructor   | Control externo de la dirección facultativa | Autocontrol del constructor    | Control externo de la dirección facultativa |
| Gestión de acopios   | 100%  | 3   | 100%                           | 20%, con un mínimo de 3                     |
| Revisión de planos de taller   | 25%   | 3   | 100%                           | 20%   |
| Manipulación de los productos de acero en taller   | 50% <sup>(3)</sup>  | 10%   | 100% <sup>(3)</sup>            | 25% <sup>(1)</sup>                          |
| Ensamblado y armado de elementos en taller, incluido el control dimensional, así como la comprobación de fijaciones mecánicas y soldaduras | 50% <sup>(3)</sup>  | 10%   | 100% <sup>(3)</sup>            | 25% <sup>(2)</sup>                          |
| Ajustes, correcciones y acabados finales   | 50%   | 10%   | 100% <sup>(3)</sup>            | 25% <sup>(2)</sup>                          |
| Control visual de elementos que llegan a la obra   | 100%  | 10%   | 100%                           | 25% <sup>(2)</sup>                          |
| Cualificación de soldadores y procedimientos de soldeo   | 100%  | 100%  | 100%                           | 100%  |
| Ejecución de soldaduras  | De acuerdo con tabla A17.2.2.a  | De acuerdo con tabla A17.2.2.a              | De acuerdo con tabla A17.2.2.a | De acuerdo con tabla A17.2.2.a              |
| Replanteos   | 5   | 3   | 100%                           | 20%   |
| Cualificación de procedimientos de fijación con elementos mecánicos  | 100%  | 100%  | 100%                           | 100%  |
| Ejecución de fijaciones con elementos mecánicos para montaje   | 50%   | 10%   | 100%                           | 25% <sup>(2)</sup>                          |
| Aplicación de tratamientos de protección   | 25%   | 10%   | 100%                           | 25%   |

(1) Este control podrá disminuirse progresivamente hasta el 15%, en el caso de que el programa de control se vaya desarrollando correctamente y se vayan obteniendo resultados satisfactorios en las inspecciones realizadas.

(2) Este control podrá disminuirse progresivamente hasta el 10%, en el caso de que el programa de control se vaya desarrollando correctamente y se vayan obteniendo resultados satisfactorios en las inspecciones realizadas.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| TH Ingenieros           |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

(3) En elementos secundarios, de acuerdo con la definición expresada en la tabla, el número mínimo de unidades de inspección a controlar en cada lote de ejecución podrá disminuirse hasta un 25%. En dichos casos, el control de contraste de la dirección facultativa podrá disminuirse también hasta el 12%

Tipo y número de ensayos en el caso de soldaduras:

| Tipo de soldadura  | Tipo de ensayo <sup>(1)</sup> e intensidad de control                           |                       |                                    |                       |                       |                       |                                    |                       |
|--|---|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|
|  | Soldaduras en taller perteneciente a las instalaciones de obra (sin Marcado CE) |                       |                                    |                       | Soldaduras en obra    |                       |                                    |                       |
|  | Control normal  |                       | Control intenso                    |                       | Control normal        |                       | Control intenso                    |                       |
|  | Control constructor   | Control externo       | Control constructor <sup>(2)</sup> | Control externo       | Control constructor   | Control externo       | Control constructor <sup>(2)</sup> | Control externo       |
| Cordones a tope, en platabandas, almas o elementos de responsabilidad, traccionados o susceptibles de fatiga   | RT/UT<br>100%   | RT/UT<br>10%          | RT/UT<br>100%                      | RT/UT<br>20%          | RT/UT<br>100%         | RT/UT<br>10%          | RT/UT<br>100%                      | RT/UT<br>20%          |
| Cordones a tope, en platabandas, almas o elementos de responsabilidad, comprimidos y no susceptibles de fatiga   | UT<br>40%   | UT<br>5%              | UT<br>40%                          | UT<br>10%             | UT<br>50%             | UT<br>5%              | UT<br>50%                          | UT<br>10%             |
| Cordones en ángulo o con penetración parcial, en elementos de responsabilidad (riostros, traviesas, mamparos, costillas, etc.), traccionados o susceptibles de fatiga                  | PM/MLP<br>100%  | PM/MLP<br>10%         | PM/MLP<br>100%                     | PM/MLP<br>20%         | PM/MLP<br>100%        | PM/MLP<br>10%         | PM/MLP<br>100%                     | PM/MLP<br>20%         |
| Cordones en ángulo o con penetración parcial, en elementos de responsabilidad (riostros, traviesas, mamparos, costillas, etc.), comprimidos y no susceptibles de fatiga                | PM/MLP<br>20%   | PM/MLP<br>3%          | PM/MLP<br>20%                      | PM/MLP<br>5%          | PM/MLP<br>30%         | PM/MLP<br>4%          | PM/MLP<br>30%                      | PM/MLP<br>7%          |
| Cordones a tope o en ángulo en elementos de responsabilidad, trabajando fundamentalmente a rasante (unión alas-alma, rigidizadores, mamparos de apoyo, etc.)                           | UT/PM/MLP<br>20%  | UT/PM/MLP<br>3%       | UT/PM/MLP<br>20%                   | UT/PM/MLP<br>5%       | UT/PM/MLP<br>30%      | UT/PM/MLP<br>4%       | UT/PM/MLP<br>30%                   | UT/PM/MLP<br>7%       |
| Cordones en ángulo o con penetración parcial, en elementos secundarios (cartelas, rigidizadores intermedios, células, arriostros, riostros, marcos de rigidez, uniones de atado, etc.) | PM/MLP<br>10%   | PM/MLP<br>3%          | PM/MLP<br>10%                      | PM/MLP<br>5%          | PM/MLP<br>10%         | PM/MLP<br>3%          | PM/MLP<br>10%                      | PM/MLP<br>5%          |
| Cordones en ángulo de pemos conectadores   | Ensayos de doblado 3%   | Ensayos de doblado 1% | Ensayos de doblado 3%              | Ensayos de doblado 1% | Ensayos de doblado 5% | Ensayos de doblado 1% | Ensayos de doblado 5%              | Ensayos de doblado 1% |

(1) La nomenclatura utilizada en la tabla para los ensayos es conforme con la norma UNE-EN ISO 17635:

- LP: ensayo de líquidos penetrantes, efectuado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 3452-1;
- PM, ensayo de partículas magnéticas, efectuado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 17638;
- UT: ensayo de ultrasonidos, efectuado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 17640;
- RT: ensayo radiográfico, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 17636.

(2) Autocontrol del productor conforme al apartado 22.1 del Código Estructural.

Frecuencias de ensayos no destructivos para las comprobaciones adicionales de las soldaduras, conforme se indica en el apartado 103.2.2.6 del Código Estructural:

| Tipo de soldadura  |  | Ensayo  |        |                    |        |
|--------------------|--|---|--------|--------------------|--------|
|                    |  | Soldaduras en Taller perteneciente a las instalaciones de obra (sin Marcado CE) |        | Soldaduras en obra |        |
|                    |  | C.E. 4 y 3  | C.E. 2 | C.E. 4 y 3         | C.E. 2 |
| Cordones de fuerza | Cordones a tope sometidos a tensiones de tracción ( $k \geq 0,8$ ) | 100 %   | 50 %   | 100 %              | 100 %  |
|                    | $0,3 < k < 0,8$  | 50 %  | 20 %   | 100 %              | 50 %   |
|                    | $k \leq 0,3$   | 10 %  | 5 %    | 20 %               | 10 %   |
|                    | Cordones a tope sometidos a tensiones de compresión                | 10 %  | 5 %    | 20 %               | 10 %   |
|                    | Cordones de ángulo.  | 20 %  | 10 %   | 20 %               | 10 %   |
|                    | Cordones Longitudinales  | 10 %  | 5 %    | 20 %               | 10 %   |
| Uniones de atado   | Rigidizadores, correas, etc.                                       | 5 %   |        |                    |        |

k: Coeficiente de utilización definido en proyecto.

C.E. Clase de ejecución

### 3.8.4.- Aceptación o rechazo

Los elementos de acero fabricados en taller deberán tener marcado CE, y por lo tanto, sus tolerancias dimensionales deberán cumplir lo establecido en la norma armonizada UNE-EN 1090-1, para el resto de elementos deben cumplir los requisitos de tolerancias indicados en el Anejo 16 del Código Estructural.

A menos que el pliego de prescripciones técnicas particulares indique otra cosa, los criterios de aceptación de soldaduras se basarán en la norma UNE-EN ISO 5817 donde los niveles de calidad para cada clase de ejecución son (Tabla 94.6.a del Código Estructural):

|         |   |
|---------|---|
| Clase 1 | Nivel D   |
| Clase 2 | Nivel C, en general, y nivel D para los defectos de mordedura (5.011, 5.012), solapamiento (506), cebado del arco (601) y rechupe de cráter abierto (2.025) |
| Clase 3 | Nivel B   |
| Clase 4 | Nivel B y requisitos complementarios (B+)   |

Los requisitos complementarios para la clase 4 de ejecución se indican en la el artículo 94.6 del Código Estructural.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| TH Ingenieros           |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En el caso de que se supere alguna de las anteriores limitaciones, se deberá proceder a una evaluación particular. Se tendrá en cuenta la función y nivel tensional del elemento afectado y las características del defecto (tipo, tamaño, situación) para decidir si la soldadura puede ser aceptada o bien hay que proceder a su reparación. Puede recurrirse a una evaluación mediante cálculo para juzgar la aceptación de un defecto

Se realizarán los siguientes ensayos no destructivos según los principios generales establecidos en la norma UNE-EN ISO 17635 y conforme a las especificaciones particulares de cada método de ensayo:

- Líquidos penetrantes (LP), realizados según UNE-EN ISO 3452-1 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23277.
- Partículas magnéticas (PM), realizadas según UNE-EN ISO 17638 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23278.
- Ultrasonidos (UT), realizados según UNE-EN ISO 17640 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 11666.
- Radiografías (RX), según UNE-EN ISO 17636-1 y UNE-EN ISO 17636-2 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 10675-1.

Cuando se localice alguna imperfección “admisible”, acorde con la normativa que establezca su criterio de aceptación, no será precisa su reparación, pero se inspeccionará un tramo adicional del mismo cordón. Si en esta nueva inspección se encuentra una imperfección no admisible se repararán todos los defectos.

Si la imperfección es “no admisible”, acorde con la normativa que establezca su criterio de aceptación, será necesaria su reparación, según un procedimiento establecido. Dicha reparación no afectará únicamente a la imperfección no admisible, sino también a todas aquellas imperfecciones calificadas como “admisibles” que se hayan detectado con anterioridad en la misma soldadura. Adicionalmente, se incrementará el nivel de control para las soldaduras realizadas por ese soldador en el porcentaje adicional indicado en el plan de control o según lo que establezca la dirección facultativa.

### 3.9.- Comprobaciones previas al comienzo de la fabricación y ejecución

Antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, la dirección facultativa deberá constatar que existe un programa de control, desarrollando el plan de control definido en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, tanto para los productos como para la fabricación y ejecución, que haya sido redactado específicamente para la obra, conforme a lo indicado por el proyecto y lo establecido en la normativa.

Cualquier incumplimiento de los requisitos previos establecidos, provocará el aplazamiento del inicio de la obra hasta que la dirección facultativa constate documentalmente que se ha subsanado la causa que dio origen al citado incumplimiento.

#### 3.9.1.- Programa de puntos de inspección

El programa de puntos de inspección (PPI) formará parte del programa de control y en él se detallará al menos:

- las unidades de inspección, tanto en taller como en obra,
- el tipo de inspección y comprobaciones a realizar,
- los procedimientos o normas que regularán la verificación de la conformidad de cada inspección, así como las especificaciones de aceptación,
- la ubicación y frecuencia o intensidad de las inspecciones,
- la forma de documentación de los resultados,
- la designación de la persona responsable de la realización y firma de los diferentes controles o inspecciones,
- los puntos de espera o parada a respetar durante el proceso de control, y
- cualquier comentario u observación aclaratoria.

### 3.10.- Control de la fabricación en taller y del montaje en obra

En el caso de productos que deban disponer del marcado CE sus prestaciones en relación a las características esenciales deberán realizarse de conformidad con la norma armonizada UNE-EN 1090-1. El fabricante del producto será el responsable de la conformidad del producto con las prestaciones declaradas. El fabricante deberá estar en condiciones de aportar garantía de la adecuación de su producto al uso previsto y de ponerlas a disposición de quien las solicite con el fin de que, a su vez, pueda transmitir estas garantías al usuario final de la obra o del producto en que se incorporen, facilitando para ello la documentación que incluya la información que avale dichas garantías. El responsable de la recepción será el encargado de verificar, del modo que considere conveniente, que el producto sujeto a recepción es conforme con las especificaciones requeridas. La dirección facultativa, una vez validado el control de recepción, será la responsable de velar porque el producto incorporado en la obra es adecuado a su uso y cumple con las especificaciones requeridas. En el caso de efectuarse ensayos para comprobar la conformidad del producto, se seguirán los criterios que estuvieran definidos en el programa de control o en el pliego de prescripciones técnicas particulares de la obra o, en su caso, el plan de control.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En el caso de productos que no deban disponer de marcado CE, la conformidad de los procesos de fabricación en taller y de la ejecución y el montaje en obra incluirá las características mecánicas de los productos empleados, las características geométricas de los elementos, así como cualquier otra característica incluida en el proyecto o decidida por la dirección facultativa. Las consideraciones de este

Lo anteriormente expuesto es de aplicación independientemente de que el taller pertenezca o no a las instalaciones propias de la obra

### 3.10.1.- Comprobaciones previas al inicio del suministro

La dirección facultativa comprobará, antes del inicio del suministro, que el constructor ha comunicado el programa de obra, estableciendo las fechas límites para la recepción, en su caso, de los elementos elaborados en talleres ubicados fuera de las instalaciones de la obra. Las comprobaciones previas al suministro de los elementos fabricados en taller ajeno a la obra tienen por objeto verificar la conformidad de los procesos y de las instalaciones que se pretenden emplear.

#### 3.10.1.1.- Comprobación documental previa al suministro

Además de la documentación general a la que hace referencia el Capítulo 5 del Código Estructural, que sea aplicable a los elementos que se pretende suministrar a la obra, el suministrador, o en su caso el constructor, deberá presentar a la dirección facultativa la siguiente documentación:

- a) en su caso, documento que demuestre que el proceso de montaje en taller del elemento se encuentra en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- b) en su caso, documento que demuestre que los productos de acero empleados en la elaboración de los elementos se encuentran en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido,
- c) en el caso de que se pretenda emplear procesos de soldadura:
  - a. Certificados de cualificación de los soldadores asociados a los tipos de soldadura que vayan a realizar, en taller u obra, según UNE-EN ISO 9606-1;
  - b. certificados de cualificación de los operadores de soldeo, según UNE-EN ISO 14732;
  - c. especificaciones de los procedimientos de soldeo, WPS, para cada tipo de unión especificada;
  - d. certificados de cualificación de los procedimientos de soldadura:
    - Para una clase de ejecución 3 o 4 la cualificación se hará acorde con las normas UNE-EN ISO 15613 y UNE-EN ISO 15614-1.
    - Adicionalmente, para la clase de ejecución 2, la cualificación podrá hacerse también acorde con las normas UNE-EN ISO 15610, UNE-EN ISO 15611 y UNE-EN ISO 15612.

En el caso de que la estructura de acero deba ostentar el marcado CE, acorde a la norma armonizada UNE-EN 1090-1, el constructor deberá presentar a la dirección facultativa la documentación relativa a dicho marcado CE, entre otros:

- a) Documentación relativa al plan de control de producción en fábrica acorde con la norma UNEEN 1090 (manual del plan de control, procedimientos de trabajo y/o fabricación, etc.).
- b) Documentación relativa al plan de control de calidad de las soldaduras.
- c) Declaración de prestaciones de la estructura.

La dirección facultativa deberá verificar que los procedimientos de fabricación, incluyendo los procedimientos cualificados de soldadura, previstos para la fabricación y montaje de la estructura son suficientes para cumplir tanto con todos los requisitos establecidos en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto como con lo indicado en el Capítulo 21 del Código Estructural sobre fabricación y montaje de las estructuras de acero.

Antes del inicio del proceso de fabricación en taller, el constructor deberá presentar a la dirección facultativa, para su aceptación, los planos de taller para la fabricación de la estructura metálica, que deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto e incluir la clasificación de todos los elementos de la estructura, según su ejecución, que es necesaria para garantizar el nivel de seguridad definido (apartado 91.2 del Código Estructural). Los planos de taller irán aprobados y firmados por un técnico del taller metálico responsable de su elaboración, así como por un representante del constructor, que se responsabilizará por parte de éste del cumplimiento de todas las exigencias requeridas, de conformidad con el proyecto y con la normativa de aplicación, en especial el Código Estructural.

La dirección facultativa deberá dar su aceptación a los planos de taller previamente al inicio de la fabricación, tras verificar, por parte de la entidad de control de calidad, en su caso, que cualquier modificación respecto a lo previsto en proyecto se haya justificado técnicamente, de manera que se demuestre que no supone ninguna merma apreciable en las garantías de seguridad, resistencia a fatiga, durabilidad o estética de la estructura.

Las posteriores tareas de control de la ejecución de la estructura metálica serán realizadas a partir de la definición de la estructura metálica en los planos de taller.

#### 3.10.1.2.- Comprobación de las instalaciones

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

La dirección facultativa valorará la conveniencia de efectuar, directamente o a través de una entidad de control de calidad, y preferiblemente antes del inicio del suministro, una visita de inspección al taller de fabricación, al objeto de comprobar su idoneidad para elaborar los elementos que se requieren para la obra. La inspección del taller de montaje incluirá la evaluación de los siguientes aspectos:

- a) Idoneidad de las instalaciones en función de los materiales base empleados y de los procedimientos de soldadura. Esta verificación incluirá tanto las instalaciones, como utillajes y herramientas que se prevé emplear en la fabricación.
- b) Verificación de los equipos, incluyendo los certificados de calibración de los instrumentos de control, por ejemplo, termómetros, pinzas amperimétricas, etc.
- c) Valorar la capacidad del taller para cumplir con las tolerancias establecidas en el Anejo 16 del Código Estructural que sean de aplicación en la fabricación y montaje de la estructura metálica.

Estas inspecciones serán preceptivas en el caso de instalaciones que pertenezcan a la obra, en las que se comprobará que se ha delimitado un espacio suficiente para las labores de montaje, espacios predeterminados para el acopio de los productos de acero y espacio fijo para la maquinaria, así como recintos específicos para acopiar los elementos antes de su entrega a la obra.

### 3.10.2.- Control de la fabricación en taller

#### 3.10.2.1.- Control documental durante el suministro

La dirección facultativa deberá comprobar que cada remesa de elementos que se suministre a la obra desde un taller va acompañada de la correspondiente hoja de suministro. Asimismo, deberá comprobar la coherencia entre las características de los elementos suministrados y los de la documentación de los productos de acero, declarada por el fabricante y facilitada por el constructor, verificando la adecuada trazabilidad de los mismos. En caso de detectarse algún problema de trazabilidad, se procederá al rechazo de los elementos afectados por el mismo. Para elementos elaborados en talleres propios de la obra, se comprobará que el constructor mantiene un registro de fabricación en el que se recoge, para cada partida de elementos fabricados, la misma información que en las hojas de suministro a las que hace referencia este apartado. La dirección facultativa aceptará la documentación de la remesa de elementos, tras comprobar que es conforme con lo especificado en el proyecto.

#### 3.10.2.2.- Comprobaciones experimentales durante el suministro

##### 3.10.2.2.1.- Control de los procedimientos de corte térmico y perforación

En el caso de empleo de procedimientos de corte térmico, previamente al inicio de la actividad, para cada tipo de elemento a cortar y para cada material se fabricarán, al menos, cuatro probetas, que deberán ser evaluadas por el control del constructor y por el control de contraste de la dirección facultativa, para evaluar la aptitud del procedimiento:

- Probeta 1: corte recto del elemento de mayor espesor.
- Probeta 2: corte recto del elemento de menor espesor.
- Probeta 3: corte en ángulo entrante con radio mínimo de acuerdo y sobre un elemento de espesor representativo.
- Probeta 4: corte en curva sobre un elemento de espesor representativo.

Las probetas tendrán una dimensión tal que permitan cortes de, al menos, 200 mm de longitud.

La calidad de las superficies de cada corte será acorde a lo establecido en la norma UNE-EN 1090-2 correspondiente a la clase de ejecución de la estructura y la de los cortes curvados será similar a la de los rectos.

Si los resultados de la inspección de los bordes cortados fuesen no conformes, la dirección facultativa rechazará el proceso, debiendo el constructor modificar el mismo definiendo un nuevo procedimiento, debiendo procederse a iniciar un nuevo proceso de comprobación.

Si el fabricante hubiera realizado previamente ensayos para la validación de su procedimiento de corte térmico, como parte de su plan de control de la producción y cuente con la evaluación documental positiva de una entidad de control independiente, la dirección facultativa podrá decidir no realizar los ensayos de nuevo, siempre que los ensayos que haya realizado el fabricante cubran los tipos de materiales y espesores que se prevé utilizar en la fabricación y siempre que el fabricante acredite que el procedimiento de corte no ha variado desde la realización de los ensayos y que realiza un mantenimiento adecuado de la maquinaria de corte.

En el caso de procedimientos de corte o perforación que puedan producir incrementos locales de la dureza del material (corte térmico, cizallado, punzonado, etc.), deberá controlarse ésta en los bordes, si así se especifica, para lo que la entidad de control actuará según se indica:

- 1) Se fabricarán cuatro probetas del material más susceptible al endurecimiento de entre todos los que vayan a ser utilizados en la fabricación de la estructura.
- 2) En cada una de las cuatro probetas se medirán las durezas en cuatro puntos elegidos de entre aquéllos en los que se suponga mayor incremento. La medida se realizará conforme a la norma UNE-EN ISO 6507-1.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- 3) El mayor de los valores medidos no excederá los valores máximos indicados en la tabla siguiente, en función del tipo de acero (Tabla 103.1 del Código Estructural).

| Norma de producto                  | Tipo de acero | Valor de dureza máxima |
|------------------------------------|---------------|------------------------|
| UNE-EN 10025-2 a<br>UNE-EN 10025-5 | S235 a S460   | 380 HV10               |
| UNE-EN10210-1,<br>UNE-EN 10219-1   |               |                        |
| UNE-EN 10149-2,<br>UNE-EN 10149-3  | S260 a S700   | 450 HV10               |
| UNE-EN 10025-6                     | S460 a S690   |                        |

Si los resultados de las medidas son no conformes, se modificará el proceso de corte y se repetirá el ensayo solo para aquellos casos en los que no ha habido conformidad.

Este apartado no cubre la comprobación de durezas en los cortes que vayan a ser soldados, los cuales serán ensayados conforme al procedimiento específico de soldadura.

Si el fabricante hubiera realizado previamente ensayos para la evaluación de las durezas máximas en bordes cortados y/o perforados, como parte de su Plan de control de la producción y cuente con la evaluación documental positiva de una entidad de control independiente, la dirección facultativa podrá decidir no realizar los ensayos de nuevo, siempre que los ensayos que haya realizado el fabricante cubran los tipos de materiales que se prevé utilizar en la fabricación y siempre que el fabricante acredite que los procedimientos de fabricación no han variado desde la realización de los ensayos y que realiza un mantenimiento adecuado de la maquinaria de corte y/o perforación.

Además, deberán comprobarse periódicamente los medios y procedimientos de perforación, para lo que la entidad de control deberá:

- 1) Fabricar ocho probetas para cada procedimiento a ensayar, cubriendo el rango de calidades de los materiales, diámetros de agujeros y espesores del material.
- 2) Medir el diámetro de los agujeros en cada extremo del espesor taladrado utilizando patrones (pasa/no pasa). El valor medido cumplirá las tolerancias correspondientes a la clase de ejecución de la estructura.

Si los resultados de las medidas son no conformes, se modificará el proceso de perforación y se repetirá el ensayo solo para aquellos casos en los que no ha habido conformidad.

### 3.10.2.2.2.- Control de las operaciones de conformado

Las operaciones de conformado en frío o en caliente, así como las operaciones de enderezado por llama aplicando calor, se controlarán acorde con lo establecido en la norma UNE-EN 1090-2.

### 3.10.2.2.3.- Control dimensional de los elementos

Se deberá comprobar que los elementos elaborados en el taller presentan las dimensiones reflejadas en los planos de taller, considerando las tolerancias indicadas en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.

Los medios de medida deberán estar incluidos en partes 1 y 2 de la norma ISO 7976. Por su parte, la precisión de la medida se ajustará a lo indicado en la norma ISO 17123.

Las medidas se referirán con respecto a las contraflechas especificadas en proyecto, y se corregirán para tener en cuenta las posibles deformaciones por temperatura o peso propio.

El taller dispondrá de los elementos necesarios (mesas de medida, bastidores, etc.) para la correcta ejecución de las medidas.

En el caso de aparición de no conformidades, se corregirán mediante alguno de los medios especificados en este Código, si ello fuera posible. En otro caso, se estudiará la posibilidad de modificar la geometría del resto de la estructura de forma que se compense la no conformidad, en cuyo caso dicho procedimiento deberá ser aprobado previamente por la dirección facultativa.

### 3.10.2.2.4.- Comprobación de la cualificación del personal para la soldadura

La dirección facultativa deberá comprobar que los soldadores están en posesión de la cualificación adecuada y que dicha cualificación es vigente. Los soldadores y operadores de soldeo deberán estar cualificados para las uniones que realicen, según la norma UNE-EN ISO 9606-1 o UNE-EN ISO 14732 respectivamente. Para los operadores de soldeo que aplican el proceso de soldeo 78 (soldeo de espárragos) solo se permite los métodos de cualificación descritos en los apartados 4.2.1 y 4.2.2 de la norma UNE-EN ISO 14732.

La documentación acreditativa de la cualificación de los soldadores deberá archivar y quedar disponible para verificación. La susodicha cualificación acorde con UNE-EN ISO 9606-1 para soldadores, o según UNE-EN ISO 14732 para operadores de soldeo, deberá estar certificada por un organismo con garantías suficientes a juicio de la dirección

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

facultativa. Los registros de los ensayos realizados en aplicación de la norma correspondiente para la cualificación de soldadores, deberán estar a disposición de la dirección facultativa o persona por ella designada, como es el coordinador de soldadura.

La dirección facultativa podrá establecer cualquier comprobación adicional sobre la cualificación de los soldadores, independientemente del lugar donde desarrollen su actividad (en taller u obra).

El taller mantendrá al día los correspondientes registros de identificación de sus soldadores de forma satisfactoria, en los que debe figurar:

- Nº de ficha.
- Copia de homologación.
- Marca personal.

Esta documentación estará en todo momento a disposición de la dirección facultativa y de la entidad de control de calidad.

Cada soldador identificará su propio trabajo con marcas personales que no serán transferibles.

Toda soldadura ejecutada por un soldador no cualificado será rechazada, procediéndose a su levantamiento. En caso de que esto pudiese producir efectos perniciosos, a juicio de la dirección facultativa, el conjunto soldado será rechazado y repuesto por el constructor de la estructura de acero.

### 3.10.2.2.5.- Control de los procedimientos de soldeo

Antes de iniciarse la fabricación, el control del constructor desarrollará cuantas pruebas y ensayos sean necesarios para la comprobación de los distintos métodos de soldeo a tope y en ángulo, para determinar cuáles son los más indicados y se obtengan los parámetros de soldeo más adecuados.

Se comprobará además que todos los procedimientos de soldadura, levantamiento de la misma y reparación de zonas por soldadura, son objeto de un procedimiento por escrito, con indicación, entre otros, de las características de materiales de aportación, las preparaciones de borde, incluyendo las temperaturas de precalentamiento, las temperaturas mínimas entre pasadas y el calor de aportación.

El soldeo debe realizarse con procedimientos cualificados utilizando una especificación del procedimiento de soldeo (WPS) de acuerdo con la parte correspondiente de las normas UNE-EN ISO 15609 o UNE-EN ISO 14555, según proceda. En el caso de chapas con imprimación, la cualificación debe realizarse con el mayor espesor de capa aceptado. La cualificación de procedimientos para el soldeo de espárragos se deberá realizar con la norma UNE-EN ISO 14555.

La entidad de control de la dirección facultativa deberá certificar documentalmente que, con los procedimientos cualificados de soldeo aportados por el constructor, quedan cubiertas todas las uniones soldadas a efectuar tanto en taller como en obra y deberá verificar que los soldadores sueldan aplicando dichos procedimientos.

### 3.10.2.2.6.- Comprobación de la ejecución de las soldaduras

Con anterioridad a la realización de la soldadura, se procederá a realizar una inspección visual de las piezas a unir, verificando su correcto ajuste y las soldaduras punteo conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.

En el caso de secciones huecas, la inspección se centrará en:

- Las partes centrales del talón y de los flancos, si se trata de secciones circulares, y
- Las cuatro esquinas, en el caso de secciones cuadradas o rectangulares.

Después del soldeo, se debe verificar también todas las soldaduras mediante inspección visual conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.

En general, las inspecciones visuales serán realizadas por un Inspector de soldadura de nivel 2, conforme a la norma UNE 14618, o por otra persona certificada como nivel 2 para inspección visual acorde con la norma UNE-EN ISO 9712 y que sea autorizada previamente por la dirección facultativa. En el caso de soldaduras en obras en las que sea de aplicación la clase de ejecución 2, la inspección visual la podría realizar el propio soldador cualificado bajo la supervisión de un inspector de soldadura de nivel 2, previa aprobación de la dirección facultativa. En todo caso, la dirección facultativa podrá exigir la certificación del inspector de soldadura.

De todos los controles que se efectúen, se registrará su correspondiente protocolo de inspección, donde además de la descripción, se adjuntarán fichas de control de soldadura que incluirán los resultados del ensayo y la posición exacta de dicho control.

Se controlarán todos los cordones. Cualquier ensayo se realizará una vez transcurrido el tiempo de retención o cadencia establecido en la norma UNE-EN 1090-2, en función del tipo de acero, el espesor de las chapas a unir, el tamaño de la soldadura, la aportación de calor del procedimiento, y de posibles riesgos de embridamiento que puedan producir la fisuración en frío de la soldadura.

Las soldaduras que a lo largo del proceso de fabricación resulten inaccesibles deberán inspeccionarse antes de que ello ocurra.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Cuando un elemento o una zona del mismo haya sido deformado para corregir desviaciones geométricas resultantes de la fabricación, todas las soldaduras situadas en las zonas afectadas serán inspeccionadas y, si procediera, ensayadas, como si no lo hubieran sido con anterioridad.

El control de las soldaduras incluirá una serie de comprobaciones que serán, como mínimo:

- Una inspección visual conforme a la norma UNE-EN ISO 17637, preceptiva para toda la longitud del 100% de los cordones,
- Unas comprobaciones adicionales mediante la realización de ensayos no destructivos, cuya frecuencia en función de la clase de ejecución, será la definida en el plan de control incluido en el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto. El apartado 3.8.3 se incluyen, de forma orientativa, las frecuencias de ensayos no destructivos para los diferentes tipos de soldaduras más habituales conforme al anejo 17 del Código Estructural.
- Se realizarán ensayos adicionales en los puntos donde se sospeche que puedan existir defectos.

Si del control se derivase alguna no conformidad, se rechazará el lote y se incrementará la frecuencia de ensayos. Para las cinco primeras soldaduras realizadas con un nuevo procedimiento de soldeo cualificado, se realizarán los correspondientes ensayos de producción, que deberán cumplir los requisitos siguientes:

- a) Las soldaduras cumplirán con el nivel de calidad B acorde con la norma UNE-EN ISO 5817,
- a) el % de cordones a ensayar será el doble de los valores propuestos en el Anejo 17, con un máximo del 100%, y
- b) la longitud mínima a inspeccionar será de 900 mm.

En el caso de pernos conectadores soldados solicitados a esfuerzo cortante para estructuras mixtas de acero y hormigón, la inspección y ensayos se realizarán de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14555. Además de la inspección visual para las soldaduras de unión del 100 % de los pernos, se realizarán ensayos de doblado de cómo mínimo el 3% del total de pernos para estructuras de clase de ejecución 2 y del 5% del total de pernos para estructuras de clase de ejecución 3 y 4.

La inspección visual de los cordones se desarrollará una vez completadas todas las soldaduras de un área de inspección y previamente a la realización de cualquier ensayo.

La inspección visual incluirá:

- La existencia y situación de todos los cordones.
- La inspección de los cordones conforme a la norma UNE-EN ISO 17637.
- Zonas de cebado y cierre.

La inspección de la forma y superficie de los cordones de los nudos entre secciones huecas prestará atención especial a los siguientes aspectos:

- En el caso de secciones circulares, a las partes centrales del talón y de los flancos.
- En el caso de secciones cuadradas o rectangulares: a las cuatro esquinas.
- La aceptación de los cordones en la inspección visual se efectuará según lo que establece el apartado 3.8.4 de este anejo.

Se realizarán los siguientes ensayos no destructivos según los principios generales establecidos en la norma UNE-EN ISO 17635 y conforme a las especificaciones particulares de cada método de ensayo:

- Líquidos penetrantes (LP), realizados según UNE-EN ISO 3452-1 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23277.
- Partículas magnéticas (PM), realizadas según UNE-EN ISO 17638 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 23278.
- Ultrasonidos (UT), realizados según UNE-EN ISO 17640 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 11666.
- Radiografías (RX), según UNE-EN ISO 17636-1 y UNE-EN ISO 17636-2 y con los criterios de aceptación de la norma UNE-EN ISO 10675-1.

Cuando se localice alguna imperfección "admisibles", acorde con la normativa que establezca su criterio de aceptación, no será precisa su reparación, pero se inspeccionará un tramo adicional del mismo cordón. Si en esta nueva inspección se encuentra una imperfección no admisible se repararán todos los defectos.

Si la imperfección es "no admisible", acorde con la normativa que establezca su criterio de aceptación, será necesaria su reparación, según un procedimiento establecido. Dicha reparación no afectará únicamente a la imperfección no admisible, sino también a todas aquellas imperfecciones calificadas como "admisibles" que se hayan detectado con anterioridad en la misma soldadura. Adicionalmente, se incrementará el nivel de control para las soldaduras realizadas por ese soldador en el porcentaje adicional indicado en el plan de control o según lo que establezca la dirección facultativa.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En todos los puntos donde existan cruces de cordones de soldadura se realizará una radiografía o ensayo por ultrasonidos adicional. Esta inspección será posterior a la visual y realizada por el mismo inspector, que seleccionará estas soldaduras, y siempre comprenderá los extremos (inicios y finales) de cordones.

Cuando la porosidad superficial sea excesiva a juicio de la dirección facultativa, será obligatorio realizar una inspección del interior del cordón.

Asimismo, en general, se realizará una inspección radiográfica o ultrasónica de las soldaduras a tope, tanto de chapas en continuación como de uniones en T, cuando estas sean a tope. Cuando coexistan la inspección visual y la realización de ensayos no destructivos en una misma costura, se simultanearán ambos cuando esto sea posible.

Las deformaciones provocadas por las soldaduras podrán ser corregidas por enderezado mediante la aplicación controlada de calor, siempre que se haga acorde con lo establecido en el apartado 91.3.2 del Código Estructural que establece lo siguiente:

- El constructor, antes de comenzar la ejecución en taller, entregará dos copias firmadas de los planos de taller a la dirección facultativa, que los revisará y devolverá una copia autorizada firmada en la que, si se precisan, señalará las correcciones que deben efectuarse. En este caso, el constructor entregará nuevas copias de los planos de taller corregidos para su aplicación definitiva.
- Cualquier modificación introducida a lo largo del proceso de fabricación y ejecución de la estructura de acero deberá incorporarse a los planos de taller, añadiendo las notas explicativas de las mismas, para que la obra terminada quede exactamente definida en dichos planos.
- No se aceptará, salvo autorización explícita por la dirección facultativa, ninguna modificación de detalles, tipos de soldadura, etc. con respecto a los planos de proyecto, ni la incorporación de ninguna fijación provisional que pudieran rebajar la resistencia o la categoría de detalle de fatiga respecto del proyecto original.
- Los planos de taller irán firmados por el técnico del taller metálico responsable de su elaboración, así como por un técnico competente, con experiencia probada en el ámbito de la construcción metálica, por parte del constructor.

No se empleará agua o cualquier otro proceso para enfriar bruscamente.

Si durante la inspección visual de las soldaduras se detectase algún defecto, éste será corregido conforme al criterio que figura en la tabla siguiente (tabla 103.2 del Código Estructural):

| Descripción del defecto   | Corrección  |
|---|---|
| Fisuras   | Saneado de las fisuras y nuevo cordón.  |
| Poros y desbordamientos   | Soldar de nuevo después de sanear con arco-aire. Longitud mínima de saneado 40 mm.        |
| Mordeduras  | Saneado y posterior depósito de material de aportación, longitud mínima de saneado 40 mm. |
| Concavidades y convexidades no previstas  | Amolado.  |
| Otros defectos: entallas y estrías superficiales con posterior depósito de material; hendiduras de límite de aportación, etc. | Amolado o saneado por arco-aire.  |

### 3.10.2.2.7.- Control de soldaduras reparadas

Las reparaciones de soldaduras deben realizarse conforme a procedimientos cualificados. Los cordones reparados se inspeccionarán y ensayarán de nuevo como si fueran nuevos.

### 3.10.2.2.8.- Control de uniones atornilladas

El programa de control del constructor deberá considerar, en su caso, la comprobación de las uniones mediante fijación con elementos mecánicos, a las que se refiere el Artículo 93 del Código Estructural.

Dichas comprobaciones deberán incluir las correspondientes a la aplicación de los pares de apriete adecuados, de acuerdo con lo especificado en el proyecto y en dicho Código. En el caso de tornillos pretensados se comprobará que el esfuerzo aplicado es superior al mínimo establecido en el proyecto.

Previamente a la ejecución de las uniones atornilladas, la dirección facultativa deberá aceptar, en su caso, el procedimiento de fijación con elementos mecánicos del constructor, que deberá incluir, entre otros, la secuencia de apriete, el método de apriete, los valores de referencia, la calibración periódica de las herramientas, etc.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Todas las uniones atornilladas se comprobarán visualmente después de que estén ajustadas con todos los tornillos colocados y antes de empezar el pretensado, si es el caso. En el caso de uniones con tornillos pretensados que trabajen por rozamiento, se deberá verificar visualmente el estado de las superficies a unir antes de su montaje. En el caso de uniones con tornillos pretensados, la inspección de uniones ya ejecutadas se realizará en función del método de apriete utilizado. En general, dichas inspecciones tendrán por objetivo verificar que el esfuerzo de pretensado aplicado al tornillo es el adecuado:

- En el caso del método del par torsor (o de la llave dinamométrica), la inspección sobre un conjunto de fijación se realizará acorde con lo establecido en el punto 12.5.2.5 de la norma UNE EN 1090-2.
- En el caso del método combinado, la inspección sobre un conjunto de fijación se realizará acorde con lo establecido en el punto 12.5.2.6 de la norma UNE-EN 1090-2.
- En el caso del método de la arandela con indicación directa de tensión, se seguirá la metodología de control indicada en el punto 12.5.2.8 de la norma UNE EN 1090-2 y en el apartado 5 de la norma UNE-EN 14399-9.

Los criterios de aceptación o rechazo serán los definidos al efecto en la norma UNE-EN 1090-2.

### 3.10.2.2.9.- Control del armado en taller

Antes de iniciarse la fabricación, el constructor propondrá, por escrito y con los planos necesarios, la secuencia de armado y soldeo, que a juicio de sus conocimientos y experiencia considere óptimas, en función de la máxima reducción de tensiones residuales y deformaciones previsibles. Estas secuencias se someterán a la dirección facultativa para su aprobación.

En el armado previo de taller se comprobará que la disposición y dimensiones de cada elemento se ajustan a las indicadas en los planos de taller. Se rectificarán o rechazarán todas las piezas que no permitan el acoplamiento mutuo, sin forzarlas, en la posición que hayan de tener, una vez efectuadas las uniones definitivas.

Para cada una de las piezas preparadas en taller se debe garantizar la trazabilidad, mediante algún procedimiento de marcado adecuado acorde con lo establecido en el apartado 91.3.1 del Código Estructural, identificando cada pieza con la marca que ha sido designada en los planos de taller.

Así mismo y de forma análoga, se debe garantizar la trazabilidad de cada uno de los elementos terminados en taller, identificando además su posición relativa en el conjunto de la obra.

La dirección facultativa efectuará las visitas e inspecciones que considere oportunas para comprobar el proceso de montaje.

El constructor realizará el control del armado en taller realizando las inspecciones que establezca el programa de control y el programa de puntos de inspección (PPI), que al menos serán las siguientes:

- Identificación de los elementos.
- Situación de los ejes de simetría.
- Situación de las zonas de sujeción a los elementos contiguos.
- Paralelismo de alas y platabandas.
- Perpendicularidad de alas y almas.
- Abollamiento, rectitud y planeidad de alas y almas.
- Contraflechas.

### 3.10.2.2.10.- Control del montaje en blanco

El correcto ajuste entre los diferentes tramos ejecutados en taller, antes de su envío a obra, debe ser verificado a través de un montaje en blanco en el propio taller, acorde con lo establecido en el artículo 91 del Código Estructural. Se debe hacer coincidir los tramos adyacentes de la estructura completa para comprobar que presentan idéntica configuración geométrica y que se respetan estrictamente las tolerancias admisibles para las uniones atornilladas o soldadas, principalmente a tope, a realizar posteriormente en obra.

Cuando, por razones de espacio o de ritmos de fabricación de la estructura, no sea posible el preensamblado de elementos completos adyacentes en taller, podrá recurrirse a métodos alternativos, siempre que permitan garantizar la misma precisión, y sean aceptados por el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto o, en su caso, la dirección facultativa, tales como el recurso a plantillas que reproduzcan fielmente la geometría del extremo del tramo enviado a obra previamente a su montaje en blanco, o procedimientos de medida por métodos tridimensionales.

El montaje en blanco deberá verificar:

- la continuidad de alineaciones verticales y en planta entre tramos, así como de las pendientes longitudinal y transversal, mucho más sensibles que las primeras a los procesos de fabricación y soldeo, controlando la ausencia de discontinuidades o puntos angulosos;
- la coincidencia entre los bordes de las secciones transversales a lo largo de todo el perímetro de la sección o, en caso de haberse previsto así en el proyecto, los eventuales contragiros a disponer entre extremos de vanos

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- adyacentes. Se exigirá una precisión de los controles acorde a las tolerancias admisibles por las uniones, atornilladas o soldadas, por las normativas de aplicación;
- en las superficies de cuñas de basas de apoyo, su geometría, planeidad, ortogonalidad y las nivelaciones en sentido longitudinal y transversal de su superficie inferior, pudiendo recurrirse al mecanizado para la corrección de ajustes;
  - en algunos casos, puede resultar necesario medir y controlar que las variaciones de longitud de tramos, respecto de las teóricas de proyecto, no sufren alteraciones sensibles como consecuencia de una incorrecta estimación por el taller de las retracciones por soldeo. Si los resultados de dichas mediciones no resultan aceptables, deberán preverse las oportunas demasías en los despieces de chapas, procediéndose al posterior corte y preparación de borde de los extremos de cada tramo, una vez contrastada la longitud real del mismo tras las citadas retracciones de soldeo.

En general, y salvo que el pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto establezca otros requisitos, el montaje en blanco se realizará con los tramos montados en las mismas bancadas de armado, que deben reflejar exactamente las contraflechas del proyecto.

En dicha situación de múltiple apoyo de las piezas, la geometría de las mismas puede enmascarar las eventuales deformaciones parásitas de soldeo, a las que resultan muy sensibles los contragiros verticales, así como las pendientes de las alineaciones longitudinal y transversal en los extremos de los tramos. Por ello, el proyecto podrá exigir la realización, en taller u obra, de medidas adicionales de la deformación de la pieza bajo la acción de su peso propio, en condiciones análogas a las de montaje, para verificar con precisión que se respetan las tolerancias de las uniones en situaciones de deformación análogas a las del momento de la realización de dicho montaje. Alternativamente podría recurrirse a demasías que permitan el posterior mecanizado de ajuste tras una presentación de las piezas previa al montaje en obra.

### 3.10.3.- Control del montaje en obra de los elementos elaborados en taller

#### 3.10.3.1.- Comprobaciones previas al montaje

Previamente al inicio del montaje en obra, la dirección facultativa comprobará la correspondencia con el proyecto de los elementos elaborados en taller, así como la conformidad de la documentación suministrada con los mismos. Asimismo, el constructor deberá preparar un procedimiento de montaje que deberá ser aprobado por la dirección facultativa, previamente al inicio de las operaciones de obra. El procedimiento de montaje constará, como mínimo, de los documentos, recogidos en los apartados siguientes.

#### 3.10.3.2.- Memoria de montaje

La memoria de montaje deberá incluir los procedimientos a emplear para el montaje de la estructura, considerando los requisitos técnicos relativos a la seguridad de los trabajos. Incluirá el cálculo de las tolerancias de posicionamiento de cada componente de forma coherente con el sistema general de tolerancias (en especial en lo que al replanteo de placas base se refiere), la descripción y definición de los elementos auxiliares necesarios para el montaje (casquillos provisionales de apoyo, orejetas de izado, elementos de guiado, etc.), los dispositivos de elevación necesarios, la secuencia de montaje, los arriostramientos provisionales y las condiciones para su retirada y la retirada de elementos auxiliares, la definición de las uniones en obra, los medios de protección de soldaduras, los procedimientos de apriete de tornillos, etc.

Asimismo, incluirá un apartado específico relativo a las comprobaciones de seguridad durante el montaje, comprobando además que, como consecuencia del proceso de montaje, no se generan solicitudes sobre la estructura que sean diferentes a las consideradas en el proyecto.

#### 3.10.3.3.- Planos de montaje

Se comprobará que recogen la posición y movimientos de las piezas durante el montaje, los medios de izado, elementos auxiliares necesarios soldados o fijados por medios mecánicos a la estructura, los sistemas de apuntalamiento o arriostramiento provisionales y, en general, toda la información necesaria para el correcto manejo, colocación y fijación de las piezas en su posición definitiva.

#### 3.10.3.4.- Programa de inspección

El programa de puntos de inspección (PPI) del montaje en obra reflejará el conjunto de controles, inspecciones y ensayos a realizar en la ejecución de la estructura de acero en obra por los diferentes agentes de control implicados, acorde con lo descrito en el apartado 102.1 del Código Estructural.

El PPI formará parte del programa de control y en él se detallará al menos:

- las unidades de inspección, tanto en taller como en obra,
- el tipo de inspección y comprobaciones a realizar,
- los procedimientos o normas que regularán la verificación de la conformidad de cada inspección, así como las especificaciones de aceptación,
- la ubicación y frecuencia o intensidad de las inspecciones,
- la forma de documentación de los resultados,
- la designación de la persona responsable de la realización y firma de los diferentes controles o inspecciones,
- los puntos de espera o parada a respetar durante el proceso de control, y

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- cualquier comentario u observación aclaratoria.

### 3.10.3.5.- Comprobaciones durante el montaje

Durante las operaciones de montaje se comprobará la conformidad de todas aquellas operaciones que se lleven a cabo, mediante la aplicación de criterios análogos a los establecidos por este Código para el montaje en taller.

En particular, se comprobará que cada operación se efectúa en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, que se mantiene el adecuado sistema de trazabilidad que permita identificar el origen de cada incumplimiento, etc.

Una vez que se haya montado en obra un tramo, dodela o elemento, se deberá inspeccionar para descartar cualquier indicio de que sus componentes hayan sido deformados o sobrecargados, y para garantizar que todas las fijaciones y arriostramientos provisionales se hayan retirado, una vez que estos no sean necesarios. Asimismo, se realizará un examen de la posición geométrica de los puntos de unión con otros tramos con el objetivo de detectar cualquier desalineación o desplome de la estructura o de alguno de sus componentes por encima de las tolerancias máximas permitidas.

## 4.- CIMENTACIONES

### 4.1.- Cimentaciones directas

#### 4.1.1.- Generalidades

Durante el período de ejecución se tomarán las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado de las cimentaciones.

En el caso de presencia de aguas ácidas, salinas, o de agresividad potencial se tomarán las oportunas medidas. No se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones, si no se han tenido en cuenta en el proyecto. En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua, por el posible descarnamiento que puedan dar lugar bajo las cimentaciones. En el caso en que se construyan edificaciones próximas, deben tomarse las oportunas medidas que permitan garantizar el mantenimiento intacto del terreno y de sus propiedades tenso-deformacionales.

La observación de asientos excesivos puede ser una advertencia del mal estado de las zapatas (ataques de aguas selenitosas, desmoronamiento por socavación, etc.); de la parte enterrada de pilares y muros o de las redes de agua potable y de saneamiento. En tales casos debe procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno.

En edificación cimentada de forma directa no se harán obras nuevas sobre la cimentación que pueda poner en peligro su seguridad, tales como:

- perforaciones que reduzcan su capacidad resistente;
- pilares u otro tipo de cargaderos que trasmitan cargas importantes;
- excavaciones importantes en sus proximidades u otras obras que pongan en peligro su estabilidad.

Las cargas a las que se sometan las cimentaciones, en especial las dispuestas sobre los sótanos, no serán superiores a las especificadas en el proyecto. Para ello los sótanos no deben dedicarse a otro uso que para el que fueran proyectados. No se almacenarán materiales que puedan ser dañinos para los hormigones.

Cualquier modificación de las prescripciones descritas de los dos párrafos anteriores debe ser autorizada por el Director de Obra e incluida en el proyecto.

En el caso de cimentaciones superficiales, deberán efectuarse al menos las siguientes comprobaciones:

- Comprobar que, en el caso de zapatas colindantes a medianerías, se han adoptado las precauciones adecuadas para evitar daños a las estructuras existentes.
- Comprobar que la compactación del terreno sobre el que apoyará la zapata es conforme con lo establecido en el proyecto.
- Comprobar, en su caso, que se han adoptado las medidas oportunas para la eliminación del agua.
- Comprobar, en su caso, que se ha vertido el hormigón de limpieza para que su espesor sea el definido en el proyecto.

#### 4.1.2.- Comprobaciones a realizar sobre el terreno de cimentación

Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, antes de proceder a la ejecución de la cimentación, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno. Se comprobará visualmente, o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra. Estos planos quedarán incorporados a la documentación de la obra acabada.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En particular se debe comprobar que:

- a) el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y apreciablemente la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico;
- b) el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas;
- c) el terreno presenta apreciablemente una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico;
- d) no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc;
- e) no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres;

#### 4.1.3.- Comprobaciones a realizar sobre los materiales de construcción

Se comprobará que:

- a) los materiales disponibles se ajustan a lo establecido en el proyecto de edificación y son idóneos para la construcción;
- b) las resistencias son las indicadas en el proyecto.

#### 4.1.4.- Comprobaciones durante la ejecución

Se dedicará especial atención a comprobar que:

- a) el replanteo es correcto;
- b) se han observado las dimensiones y orientaciones proyectadas;
- c) se están empleando los materiales objeto de los controles ya mencionados;
- d) la compactación o colocación de los materiales asegura las resistencias del proyecto;
- e) los encofrados están correctamente colocados, y son de los materiales previstos en el proyecto;
- f) las armaduras son del tipo, número y longitud fijados en el proyecto;
- g) las armaduras de espera de pilares u otros elementos se encuentran correctamente situadas y tienen la longitud prevista en el proyecto;
- h) los recubrimientos son los exigidos en proyecto;
- i) los dispositivos de anclaje de las armaduras son los previstos en el proyecto;
- j) el espesor del hormigón de limpieza es adecuado;
- k) la colocación y vibración del hormigón son las correctas;
- l) se está cuidando que la ejecución de nuevas zapatas no altere el estado de las contiguas, ya sean también nuevas o existentes;
- m) las vigas de atado y centradoras, así como sus armaduras, están correctamente situadas;
- n) los agotamientos entran dentro de lo previsto y se ajustan a las especificaciones del estudio geotécnico para evitar sifonamientos o daños a estructuras vecinas;
- o) las juntas se corresponden con las previstas en el proyecto;
- p) las impermeabilizaciones previstas en el proyecto se están ejecutando correctamente.

#### 4.1.5.- Comprobaciones finales

Antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- a) las zapatas se comportan en la forma prevista en el proyecto;
- b) no se aprecia que se estén superando las cargas admisibles;
- c) los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el Director de Obra;
- d) no se han plantado árboles, cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Si bien es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 y C-4 según el CTE DB SE C será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- a) el punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil, durante todo el periodo de observación;
- b) el número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm;
- c) la cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas de la edificación;
- d) el resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

#### 4.2.- Cimentaciones profundas

##### 4.2.2.- Condiciones constructivas y de control

##### 4.2.2.1.- Pilotes hormigonados "in situ"

Los pilotes hormigonados al amparo de entubaciones metálicas (camisas) recuperables deben avanzar la entubación hasta la zona donde el terreno presente paredes estables, debiéndose limpiar el fondo. La entubación se retirará al mismo tiempo que se hormigone el pilote, debiéndose mantener durante todo este proceso un resguardo de al menos 3 m de hormigón fresco por encima del extremo inferior de la tubería recuperable.

En los casos en los que existan corrientes subterráneas capaces de producir el lavado del hormigón y el corte del pilote o en terrenos susceptibles de sufrir deformaciones debidas a la presión lateral ejercida por el hormigón se debe considerar la posibilidad de dejar una camisa perdida.

Cuando las paredes del terreno resulten estables, los pilotes podrán excavar sin ningún tipo de entibación (excavación en seco), siempre y cuando no exista riesgo de alteración de las paredes ni del fondo de la excavación.

En el caso de paredes en terrenos susceptibles de alteración, la ejecución de pilotes excavados, con o sin entibación, debe contemplar la necesidad o no de usar lodos tixotrópicos para su estabilización.

El uso de lodos tixotrópicos podrá también plantearse como método alternativo o complementario a la ejecución con entubación recuperable siempre que se justifique adecuadamente.

En el proceso de hormigonado se debe asegurar que la docilidad y fluidez del hormigón se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación.

El cemento a utilizar en el hormigón de los pilotes se ajustará a los tipos definidos en la instrucción vigente para la Recepción de Cemento.

En los pilotes barrenados la entibación del terreno la produce el propio elemento de excavación (barrena o hélice continua). Una vez alcanzado el fondo, el hormigón se coloca sin invertir el sentido de la barrena y en un movimiento de extracción del útil de giro perforación. La armadura del pilotaje se introduce a posteriori, hincándola en el hormigón aún fresco hasta alcanzar la profundidad de proyecto, que será como mínimo de 6 m o 9D.

Seguendo el CTE DB SE C no se deben realizar pilotes de barrena continua cuando:

- se consideren pilotes aislados, salvo que se efectúen con registro continuo de parámetros de perforación y hormigonado, que aseguren la continuidad estructural del pilote;
- la inclinación del pilote sea mayor de 6º, salvo que se tomen medidas para controlar el direccionado de la perforación y la colocación de la armadura;
- existan capas de terreno inestable con un espesor mayor que 3 veces el diámetro del pilote, salvo que pueda demostrarse mediante pilotes de prueba que la ejecución es satisfactoria o se ejecuten pilotes con registro continuo de parámetros y tubo telescópico de hormigonado, que asegure la continuidad estructural del pilote.

En relación con el apartado anterior, se considerarán terrenos inestables los siguientes:

- terrenos uniformes no cohesivos con coeficiente de uniformidad (relación de diámetros correspondientes al 60 y al 10% en peso) inferior a 2 ( $D_{60}/D_{10} < 2$ ) por debajo del nivel freático;
- terrenos flojos no cohesivos con número de golpes en ensayo SPT,  $N < 7$
- terrenos muy blandos cohesivos con resistencia al corte, no drenada,  $c_u$ , inferior a 15 kPa.

No se considera recomendable ejecutar pilotes con barrena continua en zonas de riesgo sísmico o que trabajen a tracción salvo que se pueda garantizar el armado en toda su longitud y el recubrimiento de la armadura.

Para la ejecución de pilotes hormigonados "in situ" se consideran adecuadas las especificaciones constructivas con relación a este tipo de pilotes, recogidas en la norma UNE EN 1536:2011+A1:2016.

##### 4.2.2.1.1.- Materias primas

Tanto las materias primas como la dosificación de los hormigones se ajustarán a lo indicado en el Código Estructural.

##### a) Agua

El agua para la mezcla debe cumplir lo expuesto en el Código Estructural, de forma que no pueda afectar a los materiales constituyentes del elemento a construir.

##### b) Cemento

El cemento a utilizar en el hormigón de los pilotes se ajustará a los tipos definidos en la vigente instrucción para la Recepción de Cemento. Pueden emplearse otros cementos cuando se especifiquen y tengan una eficacia probada en condiciones determinadas.

No se recomienda la utilización de cementos de gran finura de molido y el alto calor de hidratación, debido a altas dosificaciones a emplear. No será recomendable el empleo de cementos de aluminato de calcio, siendo preferible el uso de cementos con adiciones (tipo CEM II), porque se ha manifestado que éstas mejoran la trabajabilidad y la durabilidad, reduciendo la generación de calor durante el curado.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En el caso de que el nivel de agresividad sea muy elevado, se emplearán cementos con la característica especial de resistencia a sulfatos o agua de mar (SR/MR)

c) Áridos

Los áridos cumplirán las especificaciones contenidas en el Código Estructural. A fin de evitar la segregación, la granulometría de los áridos será continua. Es preferible el empleo de áridos redondeados cuando la colocación del hormigón se realice mediante tubo Tremie. El tamaño máximo del árido se limitará a treinta y dos milímetros (32 mm), o a un cuarto (1/4) de la separación entre redondos longitudinales, eligiéndose la menor en ambas dimensiones. En condiciones normales se utilizarán preferiblemente tamaños máximos de árido de veinticinco milímetros (25 mm), si es rodado, y de veinte milímetros (20 mm), si procede de machaqueo.

d) Aditivos

Para conseguir las propiedades necesarias para la puesta en obra del hormigón, se podrán utilizar con gran cuidado reductores de agua y plastificantes, incluidos los superplastificantes, con el fin de evitar el rezume o segregación que podría resultar por una elevada proporción de agua. Se limitará, en general, la utilización de aditivos de tipo superfluidificante de duración limitada al tiempo de vertido, que afecten a una prematura rigidez de la masa, al tiempo de fraguado y a la segregación. En el caso de utilización se asegurará que su dosificación no provoque estos efectos secundarios y mantenga unas condiciones adecuadas en la fluidez del hormigón durante el periodo completo del hormigonado de cada pilote.

**4.2.2.1.2.- Dosificación y propiedades del hormigón**

El hormigón de los pilotes deberá poseer:

- a) alta capacidad de resistencia contra la segregación;
- b) alta plasticidad y buena cohesión;
- c) buena fluidez;
- d) capacidad de autocompactación;
- e) suficiente trabajabilidad durante el proceso de vertido, incluida la retirada, en su caso, de entubados provisionales.

En la tabla siguiente (Tabla 5.2 del CTE DB SE C) se recogen los criterios de contenido mínimo de cemento, relación agua/cemento y contenido mínimo de finos.

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Contenido de cemento</b>                                  |                         |
| - vertido en seco  | ≥ 325 Kg/m <sup>3</sup> |
| - hormigonado sumergido                                      | ≥ 375 Kg/m <sup>3</sup> |
| <b>Relación agua-cemento (A/C)</b>                           |                         |
|  | < 0,6                   |
| <b>Contenido de finos d &lt; 0,125 mm (cemento incluido)</b> |                         |
| - árido grueso d > 8 mm                                      | ≥ 400 kg/m <sup>3</sup> |
| - árido grueso d ≤ 8 mm                                      | ≥ 450 kg/m <sup>3</sup> |

En la tabla siguiente (Tabla 5.3 del CTE DB SE C) se recogen los valores de consistencia del hormigón, según diferentes condiciones de colocación.

| Asientos de cono de Abrams mm | Condiciones típicas de uso (ejemplos)  |
|-------------------------------|--|
| 130 ≤ H ≤ 180                 | Hormigón vertido en seco   |
| H ≥ 160                       | Hormigón bombeado o bien hormigón sumergido, vertido bajo agua con tubo tremie |
| H ≥ 180                       | Hormigón sumergido, vertido bajo fluido estabilizador con tubo tremie          |

Nota.- Los valores medidos del asiento (H) deben redondearse a los 10 mm

En el caso de que las dosificaciones de amasado y los valores de consistencia establecidos en las tablas anteriores no den una mezcla de alta densidad, se puede ajustar el contenido de cemento y la consistencia.

Se ha de asegurar que la docilidad y fluidez se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, discontinuidades en el hormigón o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación. Durante 4 horas y, al menos durante todo el periodo de hormigonado de cada pilote, la consistencia del hormigón dispuesto deberá mantenerse en un cono de Abrams no inferior a 100 mm.

Se debe proporcionar una adecuada protección a través del diseño de la mezcla o de camisas perdidas, contra la agresividad del suelo o de los acuíferos.

**4.2.2.1.3.- Control de ejecución de pilotes hormigonados in situ**

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

La correcta ejecución del pilote, incluyendo la limpieza y en su caso el tratamiento de la punta son factores fundamentales que afectan a su comportamiento, y que deben tomarse en consideración para asegurar la validez de los métodos de cálculo contemplados en el CTE.

Los pilotes ejecutados "in situ" se controlarán durante la ejecución, confeccionando un parte que contenga, al menos, los siguientes datos:

- a) datos del pilote (Identificación, tipo, diámetro, punto de replanteo, profundidad, etc.);
- b) longitud de entubación (caso de ser entubado);
- c) valores de las cotas: del terreno, de la cabeza del pilote, de la armadura, de la entubación, de los tubos sónicos, etc.;
- d) tipos de terreno atravesados (comprobación con el terreno considerado originalmente);
- e) niveles de agua;
- f) armaduras (tipos, longitudes, dimensiones, etc.);
- g) hormigones (tipo, características, etc.);
- h) tiempos (de perforación, de colocación de armaduras, de hormigonado);
- i) observaciones (cualquier incidencia durante las operaciones de perforación y hormigonado).

Durante la ejecución se consideran adecuados los controles siguientes, según la norma UNE EN 1536:2011+A1:2016 (tablas 6 a 11):

- a) control del replanteo;
- b) control de la excavación;
- c) control del lodo;
- d) control de las armaduras;
- e) control del hormigón.

En el control de vertido de hormigón, al comienzo del hormigonado, el tubo Tremie no podrá descansar sobre el fondo, sino que se debe elevar unos 20 cm para permitir la salida del hormigón.

En los pilotes de barrena continua se consideran adecuados los controles indicados en la tabla 12 de la norma UNE EN 1536:2011+A1:2016. Cuando estos pilotes se ejecuten con instrumentación, se controlarán en tiempo real los parámetros de perforación y de hormigonado, permitiendo conocer y corregir instantáneamente las posibles anomalías detectadas.

Se pueden diferenciar dos tipos de ensayos de control:

- a) ensayos de integridad a lo largo del pilote;
- b) ensayos de carga (estáticos o dinámicos).

Los ensayos de integridad tienen por objeto verificar la continuidad del fuste del pilote y la resistencia mecánica del hormigón.

Pueden ser, según los casos, de los siguientes tres tipos:

- a) transparencia sónica;
- b) impedancia mecánica;
- c) sondeos mecánicos a lo largo del pilote.

Además, se podrá realizar un registro continuo de parámetros en pilotes de barrena continua.

El número y la naturaleza de los ensayos se fijarán en el Pliego de condiciones del proyecto y se establecerán antes del comienzo de los trabajos. El número de ensayos no debe ser inferior a 1 por cada 20 pilotes, salvo en el caso de pilotes aislados con diámetros entre 45 y 100 cm que no debe ser inferior a 2 por cada 20 pilotes. En pilotes aislados de diámetro superior a 100 cm no debe ser inferior a 5 por cada 20 pilotes.

#### 4.2.2.2.- Pilotes prefabricados hincados

Para la ejecución de los pilotes prefabricados se consideran adecuadas las especificaciones constructivas recogidas con relación a este tipo de pilotes en la norma UNE EN 12699:2016.

##### 4.2.2.2.1.- Control de ejecución de pilotes prefabricados hincados

Los controles de todos los trabajos de realización de las diferentes etapas de ejecución de un pilote se deben ajustar al método de trabajo y al plan de ejecución establecidos en el proyecto.

Se deben controlar los efectos de la hinca de pilotes en la proximidad de obras sensibles o de pendientes potencialmente inestables. Los métodos pueden incluir la medición de vibraciones, de presiones intersticiales, deformaciones y medición de la inclinación. Estas medidas se deben comparar con los criterios de prestaciones aceptables.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

La frecuencia de los controles debe estar especificada y aceptada antes de comenzar los trabajos de hincado de los pilotes.

Los informes de los controles se deben facilitar en plazo convenido y conservarlos en obra hasta la terminación de los trabajos de hincado de los pilotes.

Todos los instrumentos utilizados para el control de la instalación de los pilotes o de los efectos derivados de esta instalación deben ser adecuados al objetivo previsto y deben estar calibrados.

Debe reseñarse cualquier no conformidad.

Se debe registrar la curva completa de la hinca de un cierto número de pilotes. Dicho número debe fijarse en el Pliego de condiciones del proyecto.

De forma general se debe reseñar:

- a) sobre las mazas: la altura de caída del pistón y su peso o la energía de golpeo, así como el número de golpes de la maza por unidad de penetración;
- b) sobre los pilotes hincados por vibración: la potencia nominal, la amplitud, la frecuencia y la velocidad de penetración;
- c) sobre los pilotes hincados por presión: la fuerza aplicada al pilote.

Cuando los pilotes se hinquen hasta rechazo, se debe medir la energía y avance.

Si los levantamientos o los desplazamientos laterales son perjudiciales para la integridad o la capacidad del pilote, se debe medir, respecto a una referencia estable, el nivel de la parte superior del pilote y su implantación, antes y después de la hinca de los pilotes próximos o después de excavaciones ocasionales.

Los pilotes prefabricados que se levanten por encima de los límites aceptables se deben volver a hincar hasta que se alcancen los criterios previstos en el proyecto en un principio (cuando no sea posible rehincar el pilote, se debe realizar un ensayo de carga para determinar sus características carga-penetración, que permitan establecer las prestaciones globales del grupo de pilotes).

No se debe interrumpir el proceso de hinca de un pilote hasta alcanzar el rechazo previsto que asegure la resistencia señalada en el proyecto. En suelos arcillosos, y para edificios de categoría C-3 y C-4, debe comprobarse el rechazo alcanzado, transcurrido un período mínimo de 24 horas, en una muestra representativa de pilotes.

## 5.- ELEMENTOS DE CONTENCIÓN

### 5.1.- Generalidades

Los elementos de contención se calcularán en la hipótesis de que el suelo afectado por éstos se halla aproximadamente en el mismo estado en que fue encontrado durante los trabajos de reconocimiento geotécnico. Si el suelo presenta irregularidades no detectadas por dichos reconocimientos o si se altera su estado durante las obras, su comportamiento geotécnico podrá verse alterado. Si en la zona de afección de la estructura de contención aparecen puntos especialmente discordantes con la información utilizada en el proyecto, debe comprobarse y en su caso calcular de nuevo la estructura de contención.

### 5.2.- Pantallas

#### 5.2.1.- Características generales

Para la ejecución de pantallas continuas se consideran aceptables las especificaciones constructivas recogidas en la norma UNE EN 1538:2011+A1:2016.

Cuando se disponga una pantalla en el perímetro de una excavación, se analizarán con detalle los siguientes aspectos de la obra:

- a) ejecución de la pantalla;
- b) fases de la excavación;
- c) introducción de los elementos de sujeción o de los anclajes, si los hubiera;
- d) disposición de los elementos de agotamiento, si la excavación se realizase en parte bajo el nivel freático;
- e) sujeción de la pantalla mediante los forjados del edificio;
- f) eliminación de los elementos provisionales de sujeción o de los anclajes, si los hubiera.

Debe atenderse especialmente a evitar que, en alguna fase de la ejecución, puede encontrarse la pantalla en alguna situación no contemplada en el cálculo y que entrañe un mayor riesgo de inestabilidad de la propia pantalla, de edificios u otras estructuras próximas o del fondo de la excavación o esfuerzos en la pantalla o en los elementos de sujeción superiores a aquellos para los que han sido dimensionados.

El diseño de la pantalla debe garantizar que no se producen pérdidas de agua no admisibles a través o por debajo de la estructura de contención, así como que no se producen afecciones no admisibles a la situación del agua freática en el entorno.

Los muretes guía tienen por finalidad garantizar el alineamiento de la pantalla hormigonada, guiar los útiles de excavación, evitar cualquier desprendimiento del terreno de la zanja en la zona de fluctuación del fluido de excavación, así como servir de soporte para las jaulas de armadura, elementos prefabricados u otros a introducir en la excavación

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

hasta que endurezca el hormigón. Deben resistir los esfuerzos producidos por la extracción de los encofrados de juntas.

Habitualmente son de hormigón armado y construidos “in situ”. Su profundidad, normalmente comprendida entre medio metro y metro y medio (0,5 y 1,5 m), dependiendo de las condiciones del terreno.

Los muretes guía deben permitir que se respeten las tolerancias especificadas para los paneles de pantalla.

Será recomendable apuntalar los muretes guía hasta la excavación del panel correspondiente.

La distancia entre muretes guía debe ser entre veinte y cincuenta milímetros (20 y 50 mm) superior al espesor de la pantalla proyectada.

En caso de pantallas poligonales o de forma irregular, podrá ser necesario aumentar la distancia entre muretes guía. Salvo indicación en contrario del Director de Obra, la parte superior de los muretes guía será horizontal, y estará a la misma cota a cada lado de la zanja.

Es conveniente que la cara superior del murete guía se encuentre, al menos, 1,5 m sobre la máxima cota prevista del nivel freático.

Las condiciones especiales de puesta en obra del hormigón en cimentaciones especiales, generalmente en perforaciones profundas, bajo agua o fluido estabilizador, y con cuantías de armadura importantes, hacen necesario exigir al material una serie de características específicas que permitan garantizar la calidad del proceso y del producto terminado.

El hormigón a utilizar cumplirá lo establecido en el Código Estructural.

El hormigón utilizado debe poseer las siguientes cualidades:

- alta capacidad de resistencia a la segregación;
- alta plasticidad y buena compacidad;
- buena fluidez;
- capacidad de autocompactación;
- suficiente trabajabilidad durante todo el proceso de puesta en obra.

### 5.2.2.- Materias primas

Para las materias primas se consideran válidas las indicaciones dadas para pilotes.

### 5.2.3.- Dosificación y propiedades del Hormigón

Los hormigones para pantallas deben ajustar su dosificación a lo que se indica a continuación, salvo indicación en contra en el proyecto.

El contenido mínimo de cemento, así como la relación agua/cemento respetarán las prescripciones sobre durabilidad indicadas en el Código Estructural.

En pantallas continuas de hormigón armado, se recomienda que el contenido de cemento sea mayor o igual de trescientos veinticinco kilogramos por metro cúbico (325 kg/m<sup>3</sup>) para hormigón vertido en seco en terrenos sin influencia del nivel freático, o mayor o igual de trescientos setenta y cinco kilogramos por metro cúbico (375 kg/m<sup>3</sup>) para hormigón sumergido.

En la tabla siguiente se recoge el contenido mínimo de cemento recomendado en función de la dimensión máxima de los áridos (UNE EN 1538:2011+A1:2016):

| <b>Dimensión máxima de los áridos (mm)</b> | <b>Contenido mínimo de cemento (kg/m<sup>3</sup>)</b> |
|--|---|
| 32   | 350   |
| 25   | 370   |
| 20   | 385   |
| 16   | 400   |

El contenido de partículas de tamaño inferior a ciento veinticinco micras (0,125 mm), incluido el cemento, debe ser igual o inferior a cuatrocientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (450 kg/m<sup>3</sup>) para tamaños máximos de árido inferiores o iguales a 16 milímetros, y cuatrocientos kilogramos por metro cúbico (400 kg/m<sup>3</sup>) para el resto de los casos.

La relación agua/cemento será la adecuada para las condiciones de puesta en obra, y debe ser aprobada explícitamente por el Director de Obra. El valor de la relación agua cemento debe estar comprendido entre cero con cuarenta y cinco (0,45) y cero con seis (0,6).

La resistencia característica mínima del hormigón será la indicada en el proyecto o, en su defecto, por el Director de Obra, y nunca inferior a lo especificado en el Código Estructural.

El hormigón no será atacable por el terreno circundante, o por las aguas que a través de él circulen, debiéndose cumplir la relación agua/cemento y contenido mínimo de cemento especificados en el Código Estructural para cada tipo de ambiente.

La consistencia del hormigón fresco justo antes del hormigonado debe corresponder a un asiento del cono de Abrams entre ciento sesenta milímetros (160 mm) y doscientos veinte milímetros (220 mm). Se recomienda un valor no inferior a ciento ochenta milímetros (180 mm).

La docilidad será suficiente para garantizar una continuidad en el hormigonado, y para lograr una adecuada compactación por gravedad.

Se ha de asegurar que la docilidad y fluidez se mantiene durante todo el proceso de hormigonado, para garantizar que no se produzcan fenómenos de atascos en el tubo Tremie, discontinuidades en el hormigón o bolsas de hormigón segregado o mezclado con el lodo de perforación. Durante 4 horas y, al menos, durante todo el periodo de hormigonado de cada panel, la consistencia del hormigón dispuesto debe mantenerse en un cono de Abrams no inferior a 100 mm

#### 5.2.4.- Fabricación y transporte

El hormigón debe ser fabricado en central, con un sistema implantado de control de producción, con almacenamiento de materias primas, sistema de dosificación, equipos de amasado, y en su caso, equipos de transporte.

Dicha central podrá estar en obra, o ser una central de hormigón preparado. En cualquier caso, la dosificación a utilizar debe contar con los ensayos previos pertinentes, así como con ensayos característicos que hayan puesto de manifiesto que, con los equipos y materiales empleados, se alcanzan las características previstas del hormigón.

#### 5.2.5.- Puesta en obra

Se procederá al hormigonado cuando la perforación esté limpia y las armaduras se encuentren en la posición prevista en los planos de proyecto.

En la tabla siguiente se recogen las características recomendadas para el lodo tixotrópico.

*Características de suspensión de lodo tixotrópico (Tabla 6.6 del CTE DB SE C)*

| Parámetro            | Caso de uso |                           |                          |
|----------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|
|                      | Lodo fresco | Lodo listo para reemplazo | Lodo antes de hormigonar |
| Densidad (g/ml)      | < 1,10      | < 1,20                    | < 1,15                   |
| Viscosidad Marsh (s) | 32 a 50     | 32 a 60                   | 32 a 50                  |
| Filtrado (ml)        | < 30        | < 50                      | No ha lugar              |
| PH                   | 7 a 11      | 7 a 12                    | No ha lugar              |
| Contenido en arena % | No ha lugar | No ha lugar               | < 3                      |
| Cake (mm)            | < 3         | < 6                       | No ha lugar              |

Durante el hormigonado se pondrá el mayor cuidado en conseguir que el hormigón rellene la sección completa en toda su longitud, sin vacíos, bolsas de aire o agua, coqueas, etc. Se debe evitar también el lavado y la segregación del hormigón fresco.

Para una correcta colocación del hormigón y para una perfecta adherencia del mismo a las armaduras es conveniente tener una separación mínima entre barras no inferior a cinco veces el diámetro del árido.

El tubo Tremie es el elemento indispensable para el hormigonado de pantallas con procedimiento de hormigón vertido, especialmente en presencia de aguas o lodos de perforación. Dicho tubo es colocado por tramos de varias longitudes para su mejor acoplamiento a la profundidad del elemento a hormigonar, y está provisto de un embudo en su parte superior, y de elementos de sujeción y suspensión.

El tubo Tremie será estanco, de diámetro constante, y cumplirá las siguientes condiciones:

- el diámetro interior será mayor de seis veces (6) el tamaño máximo del árido y en cualquier caso, mayor de ciento cincuenta milímetros (150 mm);
- el diámetro exterior no podrá exceder del mínimo de 0,50 veces la anchura de la pantalla y 0,80 veces la anchura interior de la jaula de armaduras de pantallas;
- se mantendrá en la parte interior liso y libre de incrustaciones de mortero, hormigón o lechada.

El número de tubos Tremie a utilizar a lo largo de un panel de pantalla debe ser determinado de tal manera que se limite el recorrido horizontal a dos metros y cincuenta centímetros (2,50 m).

Cuando se utilicen varios tubos de hormigonado, será preciso alimentarlos de forma que el hormigón se distribuya de manera uniforme.

Para empezar el hormigonado, el tubo Tremie debe colocarse sobre el fondo de la perforación, y después se levantará de diez a veinte centímetros (10 a 20 cm). Siempre se colocará al inicio del hormigonado un tapón o "pelota" en el tubo Tremie, que evite el lavado del hormigón en la primera colocación.

Durante el hormigonado, el tubo Tremie debe estar siempre inmerso en el hormigón por lo menos tres metros (3 m). En caso de conocerse con precisión el nivel de hormigón, la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros (2 m). En caso necesario, y sólo cuando el hormigón llegue cerca de la superficie del suelo, se podrá reducir la profundidad mencionada para facilitar el vertido.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Es conveniente que el hormigonado se lleve a cabo a un ritmo superior a veinticinco metros cúbicos por hora (25 m<sup>3</sup>/h).

El hormigonado debe realizarse sin interrupción, debiendo el hormigón que circula hacerlo dentro de un período de tiempo equivalente al setenta y cinco por ciento (75%) del comienzo de fraguado. Cuando se prevea un período mayor, deben utilizarse retardadores de fraguado.

El hormigonado se prolongará hasta que supere la cota superior prevista en proyecto en una magnitud suficiente para que, al demolerse el exceso, constituido por un hormigón de mala calidad, el hormigón al nivel de la viga de coronación o de la cara inferior del encepado sea de la calidad adecuada.

Después del hormigonado se rellenarán de hormigón pobre, u otro material adecuado, las excavaciones que hubieran quedado en vacío por encima de la cota superior de hormigonado y hasta el murete guía.

#### 5.2.6.- Control de Calidad

Se debe controlar que la docilidad y fluidez del hormigón se mantienen durante todo el proceso de hormigonado efectuando ensayos de consistencia sobre muestras de hormigón fresco para definir su evolución en función del tiempo. Este control tiene especial importancia en caso de emplear aditivos superplastificantes.

Los elementos de contención de hormigón cumplirán los condicionantes definidos en el CTE DB SE C y en el Código Estructural.

Durante el período de ejecución se tomarán las precauciones oportunas para asegurar el buen estado de los elementos de contención.

En el caso de presencia de aguas ácidas, salinas, o de agresividad potencial se tomarán las oportunas medidas. No se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones si no se han tenido en cuenta en el proyecto. En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua.

En caso de observarse movimientos excesivos, debe procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno.

Las cargas a las que se sometan las estructuras de contención, no serán superiores a las especificadas en el proyecto. Antes de proceder a la ejecución de la cimentación se realizará la confirmación del estudio geotécnico. Se comprobará visualmente, o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra. Estos planos quedarán incorporados a la documentación de la obra acabada.

En particular se debe comprobar que:

- el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y apreciablemente la estratigrafía
- coincide con la estimada en el estudio geotécnico;
- el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas;
- el terreno presenta apreciablemente una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico;
- no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc;
- no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres;

Se comprobará que:

- los materiales disponibles se ajustan a lo establecido en el proyecto de edificación y son idóneos para la construcción;
- las resistencias son las indicadas en el proyecto.

Se dedicará especial atención a comprobar que:

- el replanteo es correcto;
- se han observado las dimensiones y orientaciones proyectadas;
- se están empleando los materiales objeto de los controles ya mencionados;
- la compactación o colocación de los materiales asegura las resistencias del proyecto;
- los encofrados están correctamente colocados, y son de los materiales previstos en el proyecto;
- las armaduras son del tipo, número y longitud fijados en el proyecto;
- las armaduras de espera de pilares u otros elementos se encuentran correctamente situadas y tienen la longitud prevista en el proyecto;
- los recubrimientos son los exigidos en proyecto;
- los dispositivos de anclaje de las armaduras son los previstos en el proyecto;
- el espesor del hormigón de limpieza es adecuado;
- la colocación y vibración del hormigón son las correctas;
- se está cuidando que la ejecución de nuevas zapatas no altere el estado de las contiguas, ya sean también nuevas o existentes;

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- m) las vigas de atado y centradoras, así como sus armaduras, están correctamente situadas;
- n) los agotamientos entran dentro de lo previsto y se ajustan a las especificaciones del estudio geotécnico para evitar sifonamientos o daños a estructuras vecinas;
- o) las juntas corresponden con las previstas en el proyecto;
- p) las impermeabilizaciones previstas en el proyecto se están ejecutando correctamente.

Antes de la puesta en servicio se debe comprobar que:

- a) las zapatas se comportan en la forma prevista en el proyecto;
- b) no se aprecia que se estén superando las cargas admisibles;
- c) los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el Director de Obra;
- d) no se han plantado árboles, cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Si bien es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 y C-4 será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- a) el punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil, durante todo el periodo de observación;
- b) el número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm;
- c) la cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura al final de la misma, y al terminar cada dos plantas;
- d) el resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

### 5.3.- Muros

#### 5.3.1.- Condiciones constructivas

La cimentación de los muros se efectuará tomando en consideración las recomendaciones constructivas definidas en los capítulos 4 y 5. 2 de CTE DB SE C.

La excavación debe efectuarse con sumo cuidado para que la alteración de las características geotécnicas del suelo sea la mínima posible.

Las excavaciones provisionales o definitivas deben hacerse de modo que se evite todo deslizamiento de las tierras. Esto es especialmente importante en el caso de muros ejecutados por bataches.

En el caso de suelos permeables que requieran agotamiento del agua para realizar las excavaciones, el agotamiento se mantendrá durante toda la duración de los trabajos.

El agotamiento debe realizarse de tal forma que no comprometa la estabilidad de los taludes o de las obras vecinas. Las juntas de hormigonado y los procesos de hormigonado, vibrado y curado se efectuarán con los criterios definidos en el Código Estructural.

#### 5.3.2.- Control de calidad

Los elementos de contención de hormigón cumplirán los condicionantes definidos en el CTE DB SE C y en el Código Estructural.

Durante el período de ejecución se tomarán las precauciones oportunas para asegurar el buen estado de los elementos de contención.

En el caso de presencia de aguas ácidas, salinas, o de agresividad potencial se tomarán las oportunas medidas. No se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones si no se han tenido en cuenta en el proyecto. En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua.

En caso de observarse movimientos excesivos, debe procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno.

Las cargas a las que se sometan las estructuras de contención no serán superiores a las especificadas en el proyecto. Es especialmente importante controlar las características de los elementos de impermeabilización y del material de relleno del trasdós.

Antes de proceder a la ejecución de la cimentación se realizará la confirmación del estudio geotécnico. Se comprobará visualmente, o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra. Estos planos quedarán incorporados a la documentación de la obra acabada.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En particular se debe comprobar que:

- a) el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y apreciablemente la estratigrafía
- b) coincide con la estimada en el estudio geotécnico;
- c) el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas;
- d) el terreno presenta apreciablemente una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico;
- e) no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc;
- f) no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres;

Se comprobará que:

- a) los materiales disponibles se ajustan a lo establecido en el proyecto de edificación y son idóneos para la construcción;
- b) las resistencias son las indicadas en el proyecto.

Se dedicará especial atención a comprobar que:

- a) el replanteo es correcto;
- b) se han observado las dimensiones y orientaciones proyectadas;
- c) se están empleando los materiales objeto de los controles ya mencionados;
- d) la compactación o colocación de los materiales asegura las resistencias del proyecto;
- e) los encofrados están correctamente colocados, y son de los materiales previstos en el proyecto;
- f) las armaduras son del tipo, número y longitud fijados en el proyecto;
- g) las armaduras de espera de pilares u otros elementos se encuentran correctamente situadas y tienen la longitud prevista en el proyecto;
- h) los recubrimientos son los exigidos en proyecto;
- i) los dispositivos de anclaje de las armaduras son los previstos en el proyecto;
- j) el espesor del hormigón de limpieza es adecuado;
- k) la colocación y vibración del hormigón son las correctas;
- l) se está cuidando que la ejecución de nuevas zapatas no altere el estado de las contiguas, ya sean también nuevas o existentes;
- m) las vigas de atado y centradoras, así como sus armaduras, están correctamente situadas;
- n) los agotamientos entran dentro de lo previsto y se ajustan a las especificaciones del estudio geotécnico para evitar sifonamientos o daños a estructuras vecinas;
- o) las juntas corresponden con las previstas en el proyecto;
- p) las impermeabilizaciones previstas en el proyecto se están ejecutando correctamente.

Antes de la puesta en servicio se debe comprobar que:

- a) las zapatas se comportan en la forma prevista en el proyecto;
- b) no se aprecia que se estén superando las cargas admisibles;
- c) los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el Director de Obra;
- d) no se han plantado árboles, cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Si bien es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 y C-4 será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- a) el punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil, durante todo el periodo de observación;
- b) el número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm;
- c) la cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura al final de la misma, y al terminar cada dos plantas;
- d) el resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

## 6.- ACONDICIONAMIENTO Y REFUERZO DEL TERRENO

### 6.1.- Excavaciones

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Será preceptivo el seguimiento de movimientos en fondo y entorno de la excavación, utilizando una adecuada instrumentación si:

- no es posible descartar la presencia de estados límite de servicio en base al cálculo o a medidas prescriptivas;
- las hipótesis de cálculo no se basan en datos fiables.

La posible aparición de estados límite de servicio debe evitarse:

- limitando la movilización de resistencia a cortante del terreno.
- observando los movimientos que se producen y adoptando medidas que los reduzcan o lleguen a eliminarlos en caso necesario.

Este seguimiento debe planificarse de modo que permita establecer:

- la evolución de presiones intersticiales en el terreno con objeto de poder deducir las presiones efectivas que se van desarrollando en el mismo;
- movimientos verticales y horizontales en el terreno para poder definir el desarrollo de deformaciones;
- en el caso de producirse deslizamiento, la localización de la superficie límite para su análisis retrospectivo, del que resulten los parámetros de resistencia utilizables para el proyecto de las medidas necesarias de estabilización;
- el desarrollo de movimientos en el tiempo, para alertar de la necesidad de adoptar medidas urgentes de estabilización.

Los taludes deben ser estables o haber dispuesto un sistema de contención adecuado.

En aquellos casos en que el marco donde se inscribe la excavación dificulte los análisis de estabilidad global, deben preverse investigaciones adicionales.

La realización de una excavación debe asegurar que las actividades constructivas previstas en el entorno de la misma puedan llevarse a cabo sin llegar a las condiciones de los estados límite último ni de servicio. Si el talud proyectado es permanente, estas mismas garantías se extenderán al periodo de vida útil de la obra que se realice.

Los taludes expuestos a erosión potencial deben protegerse debidamente para garantizar la permanencia de su adecuado nivel de seguridad.

Será preceptivo disponer un adecuado sistema de protección de escorrentías superficiales que pudieran alcanzar al talud y de drenaje interno que evite la acumulación de agua en trasdós del talud.

### 6.2.- Rellenos

El control de un relleno debe asegurar que el material, su contenido de humedad en la colocación y su grado final de compacidad obedece a lo especificado en el Pliego de Condiciones de proyecto.

Habitualmente, el grado de compacidad se especificará como porcentaje del obtenido como máximo en un ensayo de referencia como el Proctor.

En escolleras o en rellenos que contengan una proporción alta de tamaños gruesos no son aplicables los ensayos Proctor. En este caso se comprobará la compacidad por métodos de campo, tales como definir el proceso de compactación a seguir en un relleno de prueba, comprobar el asentamiento de una pasada adicional del equipo de compactación, realización de ensayos de carga con placa o el empleo de métodos sísmicos o dinámicos.

La sobrecompactación puede producir efectos no deseables tales como:

- altas presiones de contacto sobre estructuras enterradas o de contención;
- modificación significativa de la granulometría en materiales blandos o quebradizos.

Normalmente no se utilizarán los suelos expansivos o solubles. Tampoco los susceptibles a la helada o que contengan, en alguna proporción, hielo, nieve o turba si van a emplearse como relleno estructural.

Los procedimientos de colocación y compactación del relleno deben asegurar su estabilidad en todo momento evitando además cualquier perturbación del subsuelo natural.

El relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones. Se comprobará que no se han producido este tipo de daños.

Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente.

### 6.3.- Control de la mejora o refuerzo del terreno

En el proyecto se establecerán las especificaciones de los materiales a emplear, las propiedades del terreno tras su mejora y las condiciones constructivas y de control.

Los criterios de aceptación, fijados en el proyecto para el método que pueda adoptarse de mejora del terreno, consistirán en unos valores mínimos de determinadas propiedades del terreno tras su mejora.

La consecución de estos valores o de valores superiores a los mínimos, tras el proceso de mejora, debe ser adecuadamente contrastada.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

#### 6.4.- Control de los anclajes al terreno

En las pruebas de carga sobre anclajes se diferencia:

- ensayo de aceptación: prueba de carga in situ para confirmar que cada anclaje cumple las condiciones previstas en el proyecto;
- ensayo de adecuación: prueba de carga "in situ" destinada a confirmar que el tipo de anclaje correspondiente se adecua a las condiciones particulares del terreno existente;
- ensayo de investigación: prueba de carga "in situ" destinada a establecer el estado límite último de un anclaje instalado por un procedimiento determinado en el terreno en estudio, así como el comportamiento del anclaje en el intervalo de cargas previsto en servicio.

Para la ejecución de los anclajes, así como para la realización de ensayos de control y su supervisión, se consideran válidas las especificaciones contenidas en la norma UNE EN 1537:2015.

#### 7.- ELEMENTOS DE FABRICA

##### 7.1.- Recepción de materiales (artículo 8.1 del CTE DB SE F)

La recepción de cementos, de hormigones, y de la ejecución y control de éstos, se encuentra regulado en documentos específicos.

Las piezas se suministrarán a obra con una declaración del suministrador sobre su resistencia y la categoría de fabricación.

Para bloques de piedra natural se confirmará la procedencia y las características especificadas en el proyecto, constatando que la piedra está sana y no presenta fracturas.

Las piezas de categoría I tendrán una resistencia declarada, con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. El fabricante aportará la documentación que acredita que el valor declarado de la resistencia a compresión se ha obtenido a partir de piezas muestreadas según UNE EN 771 y ensayadas según UNE-EN 772-1:2011+A1:2016, y la existencia de un plan de control de producción en fábrica que garantiza el nivel de confianza citado.

Las piezas de categoría II tendrán una resistencia a compresión declarada igual al valor medio obtenido en ensayos con la norma antedicha, si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.

El valor medio de la compresión declarada por el suministrador, multiplicado por el factor  $\delta$  de la tabla siguiente debe ser no inferior al valor usado en los cálculos como resistencia normalizada. Si se trata de piezas de categoría I, en las cuales el valor declarado es el característico, se convertirá en el medio, utilizando el coeficiente de variación y se procederá análogamente.

Valores del factor  $\delta$  (Tabla 8.1 del CTE DB SE F)

| Altura de pieza (mm) | Menor dimensión horizontal de la pieza (mm) |      |      |      |            |
|----------------------|---|------|------|------|------------|
|                      | 50  | 100  | 150  | 200  | $\geq 250$ |
| 50                   | 0,85  | 0,75 | 0,70 | —    | —          |
| 65                   | 0,95  | 0,85 | 0,75 | 0,70 | 0,65       |
| 100                  | 1,15  | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75       |
| 150                  | 1,30  | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,95       |
| 200                  | 1,45  | 1,35 | 1,25 | 1,15 | 1,10       |
| $\geq 250$           | 1,55  | 1,45 | 1,35 | 1,25 | 1,15       |

Cuando en proyecto se haya especificado directamente el valor de la resistencia normalizada con esfuerzo paralelo a la tabla, en el sentido longitudinal o en el transversal, se exigirá al fabricante, a través en su caso, del suministrador, el valor declarado obtenido mediante ensayos, procediéndose según los puntos anteriores.

Si no existe valor declarado por el fabricante para el valor de resistencia a compresión en la dirección de esfuerzo aplicado, se tomarán muestras en obra según UNE EN 771 y se ensayarán según UNEEN 772-1:2011+A1:2016, aplicando el esfuerzo en la dirección correspondiente. El valor medio obtenido se multiplicará por el valor  $\delta$  de la tabla anterior, no superior a 1,00 y se comprobará que el resultado obtenido es mayor o igual que el valor de la resistencia normalizada especificada en el proyecto.

Si la resistencia a compresión de un tipo de piezas con forma especial tiene influencia predominante en la resistencia de la fábrica, su resistencia se podrá determinar con la última norma citada.

El acopio en obra se efectuará evitando el contacto con sustancias o ambientes que perjudiquen física o químicamente a la materia de las piezas.

Cada remesa de arena que llegue a obra se descargará en una zona de suelo seco, convenientemente preparada para este fin, en la que pueda conservarse limpia.

Las arenas de distinto tipo se almacenarán por separado.

Se realizará una inspección ocular de características y, si se juzga preciso, se realizará una toma de muestras para la comprobación de características en laboratorio.

Se puede aceptar arena que no cumpla alguna condición, si se procede a su corrección en obra por lavado, cribado o mezcla, y después de la corrección cumple todas las condiciones exigidas.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| TH Ingenieros           |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Durante el transporte y almacenaje se protegerán los aglomerantes (cementos y cales) frente al agua, la humedad y el aire.

Los distintos tipos de aglomerantes se almacenarán por separado.

En la recepción de las mezclas preparadas se comprobará que la dosificación y resistencia que figuran en el envase corresponden a las solicitadas.

La recepción y el almacenaje de morteros secos preparados y hormigones preparados se ajustará a lo señalado para el tipo de material.

Los morteros preparados y los secos se emplearán siguiendo las instrucciones del fabricante, que incluirán el tipo de amasadora, el tiempo de amasado y la cantidad de agua.

El mortero preparado, se empleará antes de que transcurra el plazo de uso definido por el fabricante. Si se ha evaporado agua, podrá añadirse ésta sólo durante el plazo de uso definido por el fabricante.

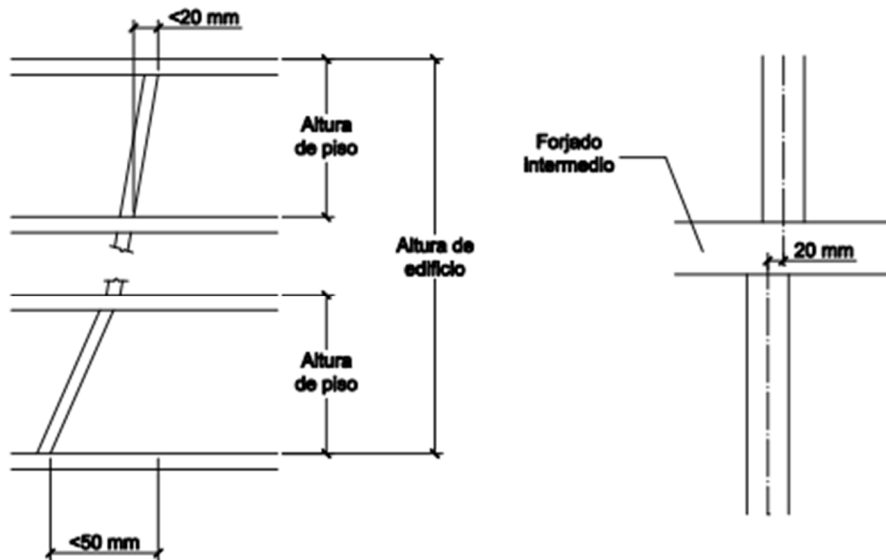
**7.2.- Control de la fábrica (artículo 8.2 del CTE DB SE F)**

En cualquier caso, o cuando se haya especificado directamente la resistencia de la fábrica podrá acudir a determinar directamente esa variable a través de la UNE EN 1052-1:1999

Si alguna de las pruebas de recepción de piezas falla, o no se dan las condiciones de categoría de fabricación supuestas, o no se alcanza el tipo de control de ejecución previsto en el proyecto, debe procederse a un recálculo de la estructura a partir de los parámetros constatados, y en su caso del coeficiente de seguridad apropiado al caso.

Cuando en el proyecto no defina tolerancias de ejecución de muros verticales, se emplearán los valores de la tabla siguiente, que se han tenido en cuenta en las fórmulas de cálculo.

*Tolerancia de muros verticales*



**a) Desplome** **a) Axialidad**  
Tolerancia para elementos de fábrica (Tabla 8.2 del CTE DB SE F)

|                          | Posición                           | Tolerancia, en mm |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Desplome                 | En la altura del piso              | 20                |
|                          | En la altura total del edificio    | 50                |
| Axialidad                |                                    | 20                |
| Planeidad <sup>(1)</sup> | En 1 metro                         | 5                 |
|                          | En 10 metros                       | 20                |
| Espesor                  | De la hoja del muro <sup>(2)</sup> | $\pm 25$ mm       |
|                          | Del muro capuchino completo        | +10               |

<sup>(1)</sup> La planeidad se mide a partir de una línea recta que une dos puntos cualesquiera del elemento de fábrica.

<sup>(2)</sup> Excluyendo el caso en que el espesor de la hoja está directamente vinculada a las tolerancias de fabricación de las piezas (en fábricas a soga o a tizón). Puede llegar al +5% del espesor de la hoja.

Según el CTE DB SE F se establecen tres categorías de ejecución: A, B y C, según las reglas siguientes.

Categoría A:

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| TH Ingenieros           |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- a) Se usan piezas que dispongan certificación de sus especificaciones sobre tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, succión, y retracción o expansión por humedad.
- b) El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 7 y 28 días.
- c) La fábrica dispone de un certificado de ensayos previos a compresión según la norma UNE EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4:2001.
- d) Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

**Categoría B:**

- a) Las piezas están dotadas de las especificaciones correspondientes a la categoría A, excepto en lo que atañe a las propiedades de succión, de retracción y expansión por humedad.
- b) Se dispone de especificaciones del mortero sobre sus resistencias a compresión y a flexotracción, a 28 días.
- c) Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

**Categoría C:**

Cuando no se cumpla alguno de los requisitos establecidos para la categoría B.

**7.3.- Morteros y hormigones de relleno**

Se admite la mezcla manual únicamente en proyectos con categoría de ejecución C. El mortero no se ensuciará durante su manipulación posterior.

El mortero y el hormigón de relleno se emplearán antes de iniciarse el fraguado. El mortero u hormigón que haya iniciado el fraguado se desechará y no se reutilizará.

Al dosificar los componentes del hormigón de relleno se considerará la absorción de las piezas de la fábrica y de las juntas de mortero, que pueden reducir su contenido de agua.

El hormigón tendrá docilidad suficiente para rellenar completamente los huecos en que se vierta y sin segregación.

Al mortero no se le añadirán aglomerantes, áridos, aditivos ni agua después de su amasado.

Cuando se establezca la determinación mediante ensayos de la resistencia del mortero, se usará la UNE-EN 1015-11:2000.

Antes de rellenar de hormigón la cámara de un muro armado, se limpiará de restos de mortero y escombros. El relleno se realizará por tongadas, asegurando que se macizan todos los huecos y no se segrega el hormigón. La secuencia de las operaciones conseguirá que la fábrica tenga la resistencia precisa para soportar la presión del hormigón fresco.

**7.4.- Armaduras en la fábrica**

Las barras y las armaduras de tendel se almacenarán, se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños que las inutilicen para su función (posibles erosiones que causen discontinuidades en la película autoprotectora, ya sea en el revestimiento de resina epoxídica o en el galvanizado).

Toda armadura se examinará superficialmente antes de colocarla, y se comprobará que esté libre de sustancias perjudiciales que puedan afectar al acero, al hormigón, al mortero o a la adherencia entre ellos.

Se evitarán los daños mecánicos, rotura en las soldaduras de las armaduras de tendel, y depósitos superficiales que afecten a la adherencia.

Se emplearán separadores y estribos cuando se precisen para mantener las armaduras en su posición con el recubrimiento especificado.

Cuando sea necesario, se atará la armadura con alambre para asegurar que no se mueva mientras se vierte el mortero u el hormigón de relleno.

Las armaduras se solaparán sólo donde lo permita la dirección facultativa, bien de manera expresa o por referencia a indicaciones reflejadas en planos.

En muros con pilastras armadas, la armadura principal se fijará con antelación suficiente para ejecutar la fábrica sin entorpecimiento. Los huecos de fábrica en que se incluye la armadura se irán rellenando con mortero u hormigón al levantarse la fábrica.

**7.5.- Protección de fábricas en ejecución**

Las fábricas recién construidas se protegerán contra daños físicos, (por ejemplo, colisiones), y contra acciones climáticas.

La coronación de los muros se cubrirá para impedir el lavado del mortero de las juntas por efecto de la lluvia y evitar eflorescencias, desconchados por caliches y daños en los materiales higroscópicos.

Se tomarán precauciones para mantener la humedad de la fábrica hasta el final del fraguado, especialmente en condiciones desfavorables, tales como baja humedad relativa, altas temperaturas o fuertes corrientes de aire.

Se tomarán precauciones para evitar daños a la fábrica recién construida por efecto de las heladas.

Si fuese necesario, aquellos muros que queden temporalmente sin arriostrar y sin carga estabilizante pero que puedan estar sometidos a cargas de viento o de ejecución, se acodalarán provisionalmente, para mantener su estabilidad.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Se limitará la altura de la fábrica que se ejecute en un día para evitar inestabilidades e incidentes mientras el mortero está fresco. Para determinar el límite adecuado se tendrán en el espesor del muro, el tipo de mortero, la forma y densidad de las piezas y el grado de exposición al viento.

## 8.- ESTRUCTURAS DE MADERA

### 8.1.- Contenido de humedad de la madera

Antes de su utilización en la construcción, la madera debe secarse, en la medida que sea posible, hasta alcanzar contenidos de humedad adecuados a la obra acabada (humedad de equilibrio higroscópico).

Si los efectos de las contracciones o mermas no se consideran importantes, o si han sido reemplazadas las partes dañadas de la estructura, pueden aceptarse contenidos más elevados de humedad durante el montaje siempre que se asegure que la madera podrá secarse al contenido de humedad deseado.

### 8.2.- Calidad de los detalles constructivos

De cara a la formalización de juntas entre elementos, y para elementos formados con madera de conífera, se considerarán las siguientes variaciones dimensionales de origen higrotérmico:

- Para tableros contrachapados y de OSB, y en su plano, serán como máximo de valor 0,02% por cada 1% de variación de contenido de humedad del mismo.
- Para madera aserrada, laminada o microlaminada se podrá tomar, por cada 1% de variación de contenido de humedad, un valor de 0,01% en dirección longitudinal y 0,2% en la transversal (esta última corresponde en realidad a la tangencial, y la radial se podrá tomar como 0,1%).

A continuación, se enumeran una serie de buenas prácticas que mejoran notablemente la durabilidad de la estructura:

- evitar el contacto directo de la madera con el terreno, manteniendo una distancia mínima de 20 cm y disponiendo un material hidrófugo (barrera antihumedad);
- evitar que los arranques de soportes y arcos queden embebidos en el hormigón u otro material de fábrica. Para ello se protegerán de la humedad colocándolos a una distancia suficiente del suelo o sobre capas impermeables;
- ventilar los encuentros de vigas en muros, manteniendo una separación mínima de 15 mm entre la superficie de la madera y el material del muro. El apoyo en su base debe realizarse a través de un material intermedio, separador, que no transmita la posible humedad del muro;
- evitar uniones en las que se pueda acumular el agua;
- proteger la cara superior de los elementos de madera que estén expuestos directamente a la intemperie y en los que pueda acumularse el agua. En el caso de utilizar una albardilla (normalmente de chapa metálica), esta albardilla debe permitir, además, la aireación de la madera que cubre;
- evitar que las testas de los elementos estructurales de madera queden expuestas al agua de lluvia ocultándolas, cuando sea necesario, con una pieza de remate protector;
- facilitar, en general, al conjunto de la cubierta la rápida evacuación de las aguas de lluvia y disponer sistemas de desagüe de las condensaciones en los lugares pertinentes.

Los posibles cambios de dimensiones, producidos por la hinchazón o merma de la madera, no deben quedar restringidos por los elementos de unión:

- en general, en piezas de canto superior a 80 cm, no deben utilizarse empalmes ni nudos rígidos realizados con placas de acero que coarten el movimiento de la madera;
- las soluciones con placas de acero y pernos quedan limitadas a situaciones en las que se esperan pequeños cambios de las condiciones higrotérmicas del ambiente y el canto de los elementos estructurales no supera los 80 cm. Igualmente acontece en uniones de tipo corona en los nudos de unión de pilar/dintel en pórticos de madera laminada.

### 8.3.- Tolerancias

Las exigencias relativas a las dimensiones y a las tolerancias de fabricación de los elementos estructurales pueden establecerse en el proyecto, de forma específica, en función de las condiciones de fabricación y montaje. De no especificarse en el proyecto el fabricante o suministrador deberá cumplir lo indicando a continuación.

### 8.4.- Tolerancias en elementos estructurales

Las tolerancias dimensionales, o desviaciones admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera aserrada, se ajustarán a los límites de tolerancia de la clase 1 definidos en la norma UNE-EN 336:2014 para coníferas y chopo. Esta norma se aplicará, también, para maderas de otras especies de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma correspondientes, en tanto no exista norma propia.

Las tolerancias dimensionales, o desviaciones admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera laminada encolada, se ajustarán a los límites de tolerancia definidos en la norma UNE-EN 14080:2013.

La combadura de columnas y vigas medida en el punto medio del vano, en aquellos casos en los que puedan presentarse problemas de inestabilidad lateral, o en barras de pórticos, debe limitarse a 1/500 de la longitud del vano en piezas de madera laminada y microlaminada o a 1/300 en piezas de madera maciza.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

### 8.5.- Tolerancias en celosías con uniones de placas dentadas

Durante la fabricación, las piezas deben estar libres de distorsiones dentro de los límites definidos en la norma UNE-EN 14250:2010. Sin embargo, si las piezas se distorsionan durante el periodo de tiempo que transcurre entre la fabricación y el montaje pueden enderezarse sin causar daño a la madera o a las uniones. En este caso las cerchas pueden considerarse válidas para su uso.

Después del montaje, se admite una combadura máxima de 10 mm en cualquier pieza de la cercha siempre que se afiance de manera segura en la cubierta terminada de forma que se evite el momento provocado por dicha distorsión. Después del montaje, la desviación máxima de una cercha respecto a la vertical no debe exceder el valor de  $10 + 5 \cdot (H - 1)$  mm, con un valor máximo de 25 mm; donde H es la altura (diferencia de cota entre apoyos y punto más alto), expresada en metros.

### 8.6.- Identificación del suministro de productos de estructuras de madera

En el albarán de suministro o, en su caso, en documentos aparte, el suministrador facilitará, al menos, la siguiente información para la identificación de los materiales y de los elementos estructurales:

- a) con carácter general:
  - nombre y dirección de la empresa suministradora;
  - nombre y dirección de la fábrica o del aserradero, según corresponda;
  - fecha del suministro;
  - cantidad suministrada;
  - distintivo de calidad del producto, en su caso.
- b) con carácter específico:
  - i. madera aserrada:
    - especie botánica y clase resistente (la clase resistente puede declararse indirectamente mediante la calidad con indicación de la norma de clasificación resistente empleada);
    - dimensiones nominales;
    - contenido de humedad o indicación de acuerdo con la norma de clasificación correspondiente.
  - ii. tablero:
    - tipo de tablero estructural según norma UNE-EN 312 y/o UNE-EN 12369 (con declaración de los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas al tipo de tablero estructural);
    - dimensiones nominales.
  - iii. elemento estructural de madera laminada encolada:
    - tipo de elemento estructural y clase resistente (de la madera laminada encolada empleada);
    - dimensiones nominales;
    - marcado según UNE-EN 14080:2013.
  - iv. otros elementos estructurales realizados en taller:
    - tipo de elemento estructural y declaración de la capacidad portante del elemento con indicación de las condiciones de apoyo (o los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de los materiales que lo conforman);
    - dimensiones nominales.
  - v. madera y productos derivados de la madera tratados con productos protectores:
    - certificado del tratamiento en el que debe figurar:
      - o la identificación del aplicador;
      - o la especie de madera tratada;
      - o el protector empleado y su número de registro;
      - o el método de aplicación empleado;
      - o la clase de uso que cubre;
      - o la retención del producto protector
      - o la fecha del tratamiento;
      - o precauciones a tomar ante mecanizaciones posteriores al tratamiento;
      - o informaciones complementarias, en su caso.
  - vi. elementos mecánicos de fijación:
    - tipo (clavo sin o con resaltes, tirafondo, pasador, perno o grapa) y resistencia característica a tracción del acero y tipo de protección contra la corrosión;
    - dimensiones nominales;
    - declaración, cuando proceda, de los valores característicos de resistencia al aplastamiento y momento plástico para uniones madera-madera, madera-tablero y madera-acero.

### 8.7.- Control de recepción en obra de productos de estructuras madera

A la llegada de los productos a la obra, el director de la ejecución de la obra comprobará:

- a) con carácter general:

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- aspecto y estado general del suministro;
  - que el producto es identificable (cumple con el apartado anterior sobre identificación del suministro de productos), y se ajusta a las especificaciones del proyecto.
- b) con carácter específico:
- c) se realizarán, también, las comprobaciones que en cada caso se consideren oportunas de las que a continuación se establecen salvo, en principio, las que estén avaladas por los procedimientos reconocidos en el CTE;
- madera aserrada:
    - i. especie botánica: La identificación anatómica se realizará, si fuera necesario, en laboratorio especializado;
    - ii. Clase Resistente: La propiedad o propiedades de resistencia, rigidez y densidad, se especificarán según notación y ensayos del apartado 4.1 del CTE DB SE M
    - iii. tolerancias en las dimensiones: Se ajustarán a la norma UNE-EN 336:2014 para maderas de coníferas. Esta norma, en tanto no exista norma propia, se aplicará también para maderas de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma de la especie de frondosa utilizada;
    - iv. contenido de humedad: Salvo especificación en contra debe ser  $\leq 20\%$ , valor medido con xilohigrómetro según norma UNE-EN 13183-2:2002.
  - tableros:
    - i. propiedades de resistencia, rigidez y densidad: Se determinarán según notación y ensayos del apartado 4.4 del CTE DB SE M;
    - ii. tolerancias en las dimensiones: Según UNE-EN 312:2010 para tableros de partículas, UNE-EN 300:2007 para tablero de virutas orientadas (OSB), UNE-EN 622- 1:2004 para tableros de fibras y UNE-EN 315:2001 para tableros contrachapados;
  - elementos estructurales de madera laminada encolada:
    - i. Clase Resistente: La propiedad o propiedades de resistencia, de rigidez y la densidad, se especificarán según notación del apartado 4.2 del CTE DB SE M;
    - ii. tolerancias en las dimensiones: Según UNE-EN 14080:2013.
  - otros elementos estructurales realizados en taller.
  - Tipo, propiedades, tolerancias dimensionales, planeidad, contraflechas (en su caso): Comprobaciones según lo especificado en la documentación del proyecto.
  - madera y productos derivados de la madera, tratados con productos protectores. Tratamiento aplicado: Se comprobará la certificación del tratamiento.
  - elementos mecánicos de fijación. Se comprobará la certificación del tipo de material utilizado y del tratamiento de protección.

### 8.8.- Criterio general de no-aceptación del producto

El incumplimiento de alguna de las especificaciones de un producto, salvo demostración de que no suponga riesgo apreciable, tanto de las resistencias mecánicas como de la durabilidad, será condición suficiente para la no-aceptación del producto y en su caso de la partida.

### 9.- PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

#### 9.1.- Características exigibles a los productos

El comportamiento de los edificios frente al agua se caracteriza mediante las propiedades hídricas de los productos de construcción que componen sus cerramientos.

Los parámetros y propiedades de estos elementos se definen en el apartado 4.1.1 de CTE DB HS1

#### 9.1.1.- Componentes de la hoja principal de fachadas

Cuando la hoja principal sea de bloque de hormigón, salvo de bloque de hormigón curado en autoclave, el valor de absorción de los bloques medido según el ensayo de UNE 41 170:1989 debe ser como máximo  $0,32 \text{ g/cm}^3$ .

Cuando la hoja principal sea de bloque de hormigón visto, el valor medio del coeficiente de succión de los bloques medido según el ensayo de UNE EN-772 11:2011 y para un tiempo de 10 minutos debe ser como máximo  $3 \text{ [g/(m}^2\cdot\text{s)]}$  y el valor individual del coeficiente debe ser como máximo  $4,2 \text{ [g/(m}^2\cdot\text{s)]}$ .

Cuando la hoja principal sea de ladrillo o de bloque sin revestimiento exterior, los ladrillos y los bloques deben ser caravista.

#### 9.1.2.- Aislante térmico

Cuando el aislante térmico se disponga por el exterior de la hoja principal, debe ser no hidrófilo.

#### 9.2.- Control de recepción en obra de productos

En el pliego de condiciones del proyecto deben indicarse las condiciones de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

Debe comprobarse que los productos recibidos:

- a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- b) disponen de la documentación exigida;
- c) están caracterizados por las propiedades exigidas;
- d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.

En el control deben seguirse los criterios indicados en el artículo 7.2 de la parte I del CTE.

### 9.3.- Ejecución

Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones de ejecución de los cerramientos.

#### 9.3.1.- Ejecución de muros

Los pasatubos deben ser estancos y suficientemente flexibles para absorber los movimientos previstos.

Las láminas impermeabilizantes deben aplicarse en unas condiciones ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

Las láminas impermeabilizantes deben aplicarse cuando el muro esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.

Las láminas impermeabilizantes deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.

En las uniones de las láminas deben respetarse los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

El paramento donde se va aplicar la lámina no debe tener rebabas de mortero en las fábricas de ladrillo o bloques ni ningún resalto de material que pueda suponer riesgo de punzonamiento.

Cuando se utilice una lámina impermeabilizante adherida deben aplicarse imprimaciones previas y cuando se utilice una lámina impermeabilizante no adherida deben sellarse los solapos.

Cuando la impermeabilización se haga por el interior, deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección.

El paramento donde se va aplicar el revestimiento hidrófugo de mortero debe estar limpio. Deben aplicarse al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no debe ser mayor que 2 cm.

No debe aplicarse el revestimiento hidrófugo de mortero cuando la temperatura ambiente sea menor que 0 °C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación.

En los encuentros deben solaparse las capas del revestimiento hidrófugo de mortero al menos 25 cm.

#### 9.3.2.- Condiciones de los productos líquidos de impermeabilización

##### 9.3.2.1.- Revestimientos sintéticos de resinas

Las fisuras grandes deben cajearse mediante rozas de 2 cm de profundidad y deben rellenarse éstas con mortero pobre.

Las coqueas y las grietas deben rellenarse con masillas especiales compatibles con la resina.

Antes de la aplicación de la imprimación debe limpiarse el paramento del muro.

No debe aplicarse el revestimiento cuando la temperatura sea menor que 5 °C o mayor que 35 °C. Salvo que en las especificaciones de aplicación se fijen otros límites.

El espesor de la capa de resina debe estar comprendido entre 300 y 500 µm de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo.

Cuando existan fisuras de espesor comprendido entre 100 y 250 µm debe aplicarse una imprimación en torno a la fisura. Luego debe aplicarse una capa de resina a lo largo de toda la fisura, en un ancho mayor que 12 cm y de un espesor que no sea mayor que 50 µm. Finalmente deben aplicarse tres manos consecutivas, en intervalos de seis horas como mínimo, hasta alcanzar un espesor total que no sea mayor que 1 mm.

Cuando el revestimiento esté elaborado a partir de poliuretano y esté total o parcialmente expuesto a la intemperie debe cubrirse con una capa adecuada para protegerlo de las radiaciones ultravioleta.

##### 9.3.2.2.- Polímeros Acrílicos

El soporte debe estar seco, sin restos de grasa y limpio.

El revestimiento debe aplicarse en capas sucesivas cada 12 horas aproximadamente. El espesor no debe ser mayor que 100 µm.

##### 9.3.2.3.- Caucho acrílico y resinas acrílicas

El soporte debe estar seco y exento de polvo, suciedad y lechadas superficiales.

#### 9.3.3.- Condiciones del sellado de juntas

##### 9.3.3.1.- Masillas a base de poliuretano

En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para limitar la profundidad. La junta debe tener como mínimo una profundidad de 8 mm. La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.

##### 9.3.3.2.- Masillas a base de siliconas

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.

#### 9.3.3.3.- Masillas a base de resinas acrílicas

Si el soporte es poroso y está excesivamente seco deben humedecerse ligeramente los bordes de la junta. En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.

La junta debe tener como mínimo una profundidad de 10 mm. La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.

#### 9.3.3.4.- Masillas asfálticas

Deben aplicarse directamente en frío sobre las juntas.

#### 9.3.4.- Condiciones de los sistemas de drenaje

El tubo drenante debe rodearse de una capa de árido y ésta, a su vez, envolverse totalmente con una lámina filtrante. Si el árido es de aluvión el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 1,5 veces el diámetro del dren. Si el árido es de machaqueo el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 3 veces el diámetro del dren.

#### 9.4.- Suelos

Los pasatubos deben ser flexibles para absorber los movimientos previstos y estancos.

Las láminas impermeabilizantes deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Deben aplicarse cuando el suelo esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación. Las láminas impermeabilizantes deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente. Deben respetarse en las uniones de las láminas los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. La superficie donde va a aplicarse la impermeabilización no debe presentar algún tipo de resaltes de materiales que puedan suponer un riesgo de punzonamiento.

Al colocar láminas impermeabilizantes deben aplicarse imprimaciones sobre los hormigones de regulación o limpieza y las cimentaciones en el caso de aplicar láminas adheridas y en el perímetro de fijación en el caso de aplicar láminas no adheridas.

En la aplicación de las láminas impermeabilizantes deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección. Deben sellarse todas las tapas de arquetas al propio marco mediante bandas de caucho o similares que permitan el registro.

El terreno inferior de las soleras y placas drenadas debe compactarse y tener como mínimo una pendiente del 1%. Cuando deba colocarse una lámina impermeabilizante sobre el hormigón de limpieza del suelo o de la cimentación, la superficie de dicho hormigón debe allanarse.

#### 9.5.- Fachadas

Cuando la hoja principal sea de ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación, excepto los ladrillos hidrofugados y aquellos cuya succión sea inferior a 1 kg/(m<sup>2</sup>.min) según el ensayo descrito en UNE EN 772 11:2011. Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o media, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.

En la hoja principal deben dejarse enjarjes en todas las hiladas de los encuentros y las esquinas para trabar la fábrica. Cuando no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los pilares.

Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.

El revestimiento intermedio debe disponerse adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.

El aislante térmico debe colocarse de forma continua y estable. Cuando el aislante térmico sea a base de paneles o mantas y no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el aislante térmico debe disponerse en contacto con la hoja interior y deben utilizarse elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.

En cámaras de aire ventiladas, durante la construcción de la fachada, debe evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire y en las llagas que se utilicen para su ventilación.

El revestimiento exterior debe disponerse adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Las juntas de dilatación deben ejecutarse aplomadas y deben dejarse limpias para la aplicación del relleno y del sellado.

#### 9.6.- Cubiertas

Cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie debe ser uniforme y limpia.

La barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico. Debe aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

El aislante térmico debe colocarse de forma continua y estable.

Las láminas de impermeabilización deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Cuando se interrumpan los trabajos deben protegerse adecuadamente los materiales. La impermeabilización debe colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Las distintas capas de la impermeabilización deben colocarse en la misma dirección y a cubrejuntas. Los solapos deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

En las cámaras de aire ventiladas, durante la construcción de la cubierta, debe evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire.

#### 9.7.- Control de la ejecución

El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en la normativa de aplicación.

#### 10.- INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA

En este apartado se tiene en cuenta lo establecido por el RITE (Real Decreto 1027/2007) cuyo ámbito de aplicación son las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

##### 10.1.- Generalidades

La ejecución de las instalaciones sujetas al RITE se realizará por empresas instaladoras habilitadas. La ejecución de las instalaciones térmicas que requiera la realización de un proyecto, de acuerdo con el artículo 15 del RITE, debe efectuarse bajo la dirección de un técnico titulado competente, en funciones de director de la instalación.

##### 10.2.- Recepción en obra de equipos y materiales.

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto o memoria técnica mediante:

- control de la documentación de los suministros;
- control mediante distintivos de calidad;
- control mediante ensayos y pruebas.

Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

El instalador habilitado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, deben comprobar que los equipos y materiales recibidos:

- corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto o en la memoria técnica;
- disponen de la documentación exigida;
- cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto o memoria técnica;
- han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

El instalador habilitado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto o memoria técnica. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- a) Documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias
- c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, etiquetado energético cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

El instalador habilitado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto o memoria técnica sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

Para verificar el cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE, puede ser necesario, en determinados casos y para aquellos materiales o equipos que no estén obligados al marcado CE correspondiente, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto o memoria técnica u ordenado por el instalador habilitado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.

### 10.3 Control de la ejecución de la instalación.

El control de la ejecución de las instalaciones se realizará de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto o memoria técnica, y las modificaciones autorizadas por el instalador habilitado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.

Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones técnicas.

Cualquier modificación o replanteo a la instalación que pudiera introducirse durante la ejecución de su obra, debe ser reflejada en la documentación de la obra.

## 11.- PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

### 11.1.- Barrera tipo lámina

La barrera se colocará sobre una superficie limpia y uniforme, de tal forma que no se produzcan fisuras que permitan la entrada del gas radón.

Cuando la lámina se vaya a colocar sobre el terreno o sobre una capa de material granular, será necesario garantizar la uniformidad y limpieza de la superficie de asiento, asegurando la ausencia de elementos que puedan dañar la barrera. Para ello se deberá disponer una capa de hormigón de limpieza o mortero de cal hidráulico.

Si la barrera no tiene características de antipunzonamiento se colocarán capas de protección antipunzonamiento.

La barrera se reforzará en las esquinas, los rincones, los puntos en los que atraviesa los muros, en el paso de conducciones y en otros puntos débiles en los que se pueda prever una reducción de sus propiedades, salvo que en las especificaciones de la barrera se establezcan condiciones particulares.

Los encuentros con otros elementos, los puntos de paso de conducciones, los solapes y las uniones entre distintas partes de la barrera se sellarán convenientemente según las especificaciones de la barrera para evitar las discontinuidades entre los diferentes tramos. El sellado debe realizarse con productos que garanticen la estanquidad al gas radón, como pinturas aislantes, recubrimientos de capas plásticas, masillas flexibles, perfiles de goma u otra solución que produzca el mismo efecto.

La barrera horizontal deberá prolongarse por los paramentos verticales (muros, fachadas) hasta 20 cm por encima de la cota exterior del terreno.

Los pozos de registro, arquetas de acometida, huecos o patinillos en contacto con el terreno y todos aquellos elementos que supongan una discontinuidad de la barrera, serán en la medida de lo posible estancos a los gases y se realizarán:

- a) con hormigón armado impermeable al agua;
- b) con una capa de material impermeable al agua; o
- c) disponiendo de una barrera frente al radón.

### 11.2.- Cámaras de aire ventiladas

En el caso de cámara de aire horizontal la superficie del terreno bajo la cámara es conveniente que disponga de una capa de hormigón de limpieza.

Como cámara de aire vertical ventilada podría considerarse una cámara bufa exterior o un patio inglés continuos, aunque no estén totalmente abiertos por la parte superior.

### 11.3.- Sistemas de despresurización

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Los elementos de captación, tanto arquetas como tubos perforados, deben situarse centrados en el espesor de la capa de relleno especificada en el apartado 3.3 del CTE DB HS6, para que se utilice toda su superficie en la extracción del aire.

Cuando se vierta directamente el hormigón de la solera sobre la capa de relleno, ésta se protegerá, por ejemplo, mediante una capa de geotextil, para evitar que sus huecos se saturen, así como que se inutilicen las arquetas o los tubos perforados.

#### 11.4.- Control de la ejecución

El control de la ejecución de las obras debe realizarse de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Debe comprobarse que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra debe quedar en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas exigidas por el CTE DB HS6

#### 12.- PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

##### 12.1.- Control de recepción en obra de productos

Deberá comprobarse que los productos recibidos:

- corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
- disponen de la documentación exigida;
- están caracterizados por las propiedades exigidas;
- han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.

##### 12.2.- Elementos de separación verticales y tabiquería

Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes. Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, excepto cuando se interponga entre ambos una hoja de fábrica o una placa de yeso laminado.

Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos deben ser estancas, para ello se sellarán o se emplearán cajas especiales para mecanismos en el caso de los elementos de separación verticales de entramado autoportante.

En los elementos de fábrica o paneles prefabricados pesados y trasdosados de fábrica:

- Deben rellenarse las llagas y los tendeles con mortero ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas.
- Deben retacarse con mortero las rozas hechas para paso de instalaciones de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto.
- En el caso de elementos de separación verticales formados por dos hojas de fábrica separadas por una cámara, deben evitarse las conexiones rígidas entre las hojas que puedan producirse durante la ejecución del elemento, debidas, por ejemplo, a rebabas de mortero o restos de material acumulados en la cámara. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones situado en la cámara debe cubrir toda su superficie. Si éste no rellena todo el ancho de la cámara, debe fijarse a una de las hojas, para evitar el desplazamiento del mismo dentro de la cámara.
- Cuando se empleen bandas elásticas, éstas deben quedar adheridas al forjado y al resto de particiones y fachadas, para ello deben usarse los morteros y pastas adecuadas para cada tipo de material.
- En el caso de elementos de separación verticales con bandas elásticas (tipo 2) cuyo acabado superficial sea un enlucido, deben evitarse los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido del techo en su encuentro con el forjado superior, para ello, se prolongará la banda elástica o se ejecutará un corte entre ambos enlucidos. Para rematar la junta, podrán utilizarse cintas de celulosa microperforada.
- De la misma manera, deben evitarse:
  - los contactos entre el enlucido del tabique o de la hoja interior de fábrica de la fachada que lleven bandas elásticas en su encuentro con un elemento de separación vertical de una hoja de fábrica (Tipo 1 según el CTE DB HR) y el enlucido de ésta;
  - los contactos entre el enlucido de la hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro y el enlucido de la hoja principal de las fachadas de una sola hoja, ventiladas o con el aislamiento por el exterior.

Los elementos de separación verticales de entramado autoportante y los trasdosados de entramado autoportante y adheridos deben:

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

1. Montarse en obra según las especificaciones de la UNE 102043. En ambos casos deben utilizarse los materiales de anclaje, tratamiento de juntas y bandas de estanquidad establecidos por el fabricante de los sistemas.
2. Las juntas entre las placas de yeso laminado y de las placas con otros elementos constructivos deben tratarse con pastas y cintas para garantizar la estanquidad de la solución.
3. En el caso de elementos formados por varias capas superpuestas de placas de yeso laminado, deben contraponerse las placas, de tal forma que no coincidan las juntas entre placas ancladas a un mismo lado de la perfilería autoportante.
4. El material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones puesto en la cámara debe rellenarla en toda su superficie, con un espesor de material adecuado al ancho de la perfilería utilizada.
5. En el caso de trasdosados autoportantes aplicados a un elemento base de fábrica, se cepillará la fábrica para eliminar rebabas y se dejarán al menos 10 mm de separación entre la fábrica y los canales de la perfilería.

### 12.3.- Elementos de separación horizontales

En los suelos flotantes:

1. Previamente a la colocación del material aislante a ruido de impactos, el forjado debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.
2. El material aislante a ruido de impactos cubrirá toda la superficie del forjado y no debe interrumpirse su continuidad, para ello se solaparán o sellarán las capas de material aislante, conforme a lo establecido por el fabricante del aislante a ruido de impactos.
3. En el caso de que el suelo flotante estuviera formado por una capa de mortero sobre un material aislante a ruido de impactos y este no fuera impermeable, debe protegerse con una barrera impermeable previamente al vertido del hormigón.
4. Los encuentros entre el suelo flotante y los elementos de separación verticales, tabiques y pilares deben realizarse de tal manera que se eliminen contactos rígidos entre el suelo flotante y los elementos constructivos perimétricos.

En los techos suspendidos y suelos registrables:

1. Cuando discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido o por el suelo registrable, debe evitarse que dichos conductos conecten rígidamente el forjado y las capas que forman el techo o el suelo.
2. En el caso de que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deben formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no debe disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.
3. En el caso de techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste debe rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante.
4. Deben sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.

### 12.4.- Fachadas y cubiertas

La fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como la fijación de las cajas de persiana, debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

### 12.5.- Instalaciones

Deben utilizarse elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.

### 12.6.- Acabados superficiales

Los acabados superficiales, especialmente pinturas, aplicados sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

### 12.7.- Control de la ejecución

El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y las modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones del proyecto y con la frecuencia indicada en el mismo.

Se incluirá en la documentación de la obra ejecutada cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en el CTE DB HR.

## 13.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

### 13.1.- Requisitos de los productos de protección contra incendios.

Los equipos, sistemas y componentes que conforman las instalaciones de protección activa contra incendios deberán cumplir las condiciones y los requisitos que se establecen en las normas de la Unión Europea, en la Ley 21/1992, de Industria y sus normas de desarrollo, así como con el Real Decreto 513/2017 por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

Los productos (equipos, sistemas o sus componentes) de protección contra incendios, incluidos en el ámbito de aplicación del Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, de productos de la construcción, u otras directivas europeas que les sean de aplicación, llevarán el marcado CE siempre que dispongan de una especificación técnica armonizada, ya sea norma armonizada o documento de evaluación europeo.

Los productos (equipos, sistemas o sus componentes) de protección contra incendios no incluidos en el ámbito de aplicación del Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, u otras directivas europeas de aplicación, o que, estando incluidos en dicho ámbito de aplicación, no dispongan de especificación técnica armonizada, deberán justificar el cumplimiento de las exigencias establecidas el Real Decreto 513/2017.

Esta justificación se realizará mediante la correspondiente marca de conformidad a norma, concedida por un organismo de certificación acreditado por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), que cumpla las exigencias establecidas en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

Los productos (equipos, sistemas o componentes) de protección contra incendios no tradicionales o innovadores para los que no existe norma y exista riesgo, deberán justificar el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Reglamento mediante una evaluación técnica favorable de la idoneidad para su uso previsto, realizada por los organismos habilitados para ello por las Administraciones públicas competentes.

No será necesaria la marca de conformidad a norma o el certificado de evaluación técnica favorable de la idoneidad de equipos y sistemas de protección contra incendios cuando éstos se diseñen y fabriquen como modelo único para una instalación determinada.

No obstante, habrá de presentarse ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma del lugar de instalación, antes de la puesta en funcionamiento del equipo o el sistema, un proyecto firmado por técnico titulado competente, en el que se especifiquen sus características técnicas de diseño, de funcionamiento, de instalación y de mantenimiento, y se acredite el cumplimiento de todas las prescripciones de seguridad exigidas por el Reglamento, en su caso mediante la realización de los ensayos y pruebas que correspondan. Los servicios competentes en materia de industria antes citados dictarán, en su caso, resolución en la que se considere acreditado el cumplimiento de los requisitos correspondientes.

### 13.2.- Instalación

La instalación de los equipos y sistemas de protección contra incendios requerirá la presentación de un proyecto o documentación técnica, elaborado por un técnico competente, ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Debiendo indicar los equipos y sistemas o sus componentes que ostenten el marcado CE, los sujetos a marca de conformidad a normas o los que dispongan de una evaluación técnica de la idoneidad para su uso previsto.

### 14.- CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

Una vez finalizada la estructura, en su conjunto o alguna de sus fases, la dirección facultativa velará para que se realicen las comprobaciones y pruebas de carga exigidas en su caso por la reglamentación vigente que le fuera aplicable, además de las que pueda establecer voluntariamente el proyecto o decidir la propia dirección facultativa; determinando la validez, en su caso, de los resultados obtenidos.

#### 14.1.- Documentación generada para la comprobación de la conformidad.

La conformidad de la estructura requiere de la consecución de una trazabilidad adecuada entre los productos que se colocan en la obra con carácter permanente citados en el Código Estructural, y cualquier otro producto que se haya empleado para su elaboración, de acuerdo con los niveles siguientes:

| Nivel de trazabilidad | Nivel de control de ejecución de estructuras de hormigón | Clase de ejecución de estructuras de acero |
|-----------------------|--|--|
| Nivel A               | Intenso  | Clase 3 o 4                                |
| Nivel B               | Normal   | Clase 2                                    |

Todas las actividades relacionadas con el control establecido en este anejo deberán quedar documentadas en los correspondientes registros, físicos o electrónicos, que permitan disponer de las evidencias documentales de todas las comprobaciones, actas de ensayo y partes de inspección que se hayan llevado a cabo, han de ser incluidas, una vez finalizada la obra, en la documentación final de la misma.

#### 14.2.- Control de aspectos medioambientales

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

La dirección facultativa velará para que se observen las condiciones específicas de carácter medioambiental que, en su caso, haya definido el proyecto para la ejecución de la estructura.

En el caso de que la propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, de conformidad con el Capítulo 2 del Código Estructural, la dirección facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisfacen las condiciones indicadas en el proyecto.

#### 14.3.- Pruebas de carga.

En general, las pruebas de carga pueden agruparse de acuerdo con su finalidad en:

##### a) Pruebas de carga reglamentarias.

Son todas aquellas fijadas por el pliego de prescripciones técnicas particulares o instrucciones o reglamentos, y que tratan de realizar un ensayo que constate el comportamiento de la estructura ante situaciones representativas de sus acciones de servicio. Estas pruebas tienen por objeto comprobar la adecuada concepción y la buena ejecución de las obras frente a las cargas normales de explotación, comprobando si la obra se comporta según los supuestos de proyecto, garantizando con ello su funcionalidad.

Estas pruebas no deben realizarse antes de que el hormigón haya alcanzado la resistencia de proyecto. Pueden contemplar diversos sistemas de carga, tanto estáticos como dinámicos.

Las pruebas dinámicas son preceptivas en puentes de ferrocarril y en puentes de carretera y estructuras en las que se prevea un considerable efecto de vibración. El proyecto y realización de este tipo de ensayos deberá estar encomendado a equipos técnicos con experiencia en este tipo de pruebas.

La evaluación de las pruebas de carga reglamentarias requiere la previa preparación de un proyecto de prueba de carga, que debe contemplar la diferencia de actuación de acciones (dinámica o estática) en cada caso. De forma general, y salvo justificación especial, se considerará el resultado satisfactorio cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- En el transcurso del ensayo no se producen fisuras que no se correspondan con lo previsto en el proyecto y que puedan comprometer la durabilidad y seguridad de la estructura.
- Las flechas medidas no exceden los valores establecidos en proyecto como máximos compatibles con la correcta utilización de la estructura.
- Las medidas experimentales determinadas en las pruebas (giros, flechas, frecuencias de vibración) no superan las máximas calculadas en el proyecto de prueba de carga en más de un 15 % en caso de hormigón armado y en 10 % en caso de hormigón pretensado.
- La flecha residual después de retirada la carga, habida cuenta del tiempo en que esta última se ha mantenido, es lo suficientemente pequeña como para estimar que la estructura presenta un comportamiento esencialmente elástico. Esta condición deberá satisfacerse tras un primer ciclo carga-descarga, y en caso de no cumplirse, se admite que se cumplan los criterios tras un segundo ciclo.

##### b) Pruebas de carga como información complementaria.

En ocasiones es conveniente realizar pruebas de carga como ensayos para obtener información complementaria, en el caso de haberse producido cambios o problemas durante la construcción. Salvo que lo que se cuestione sea la seguridad de la estructura, en este tipo de ensayos no deben sobrepasarse las acciones de servicio, siguiendo unos criterios en cuanto a la realización, análisis e interpretación semejantes a los descritos en el caso anterior.

##### c) Pruebas de carga para evaluar la capacidad resistente.

En algunos casos las pruebas de carga pueden utilizarse como medio para evaluar la seguridad de estructuras. En estos casos la carga a materializar deberá ser una fracción de la carga de cálculo superior a la carga de servicio. Estas pruebas requieren siempre la redacción de un plan de ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, la realización de la misma por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, y ser dirigida por un técnico competente.

El plan de prueba recogerá, entre otros, los siguientes aspectos:

- Viabilidad y finalidad de la prueba.
- Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.
- Procedimientos de medida.
- Escalones de carga y descarga.
- Medidas de seguridad.

Este último punto es muy importante, dado que por su propia naturaleza en este tipo de pruebas se puede producir algún fallo o rotura parcial o total del elemento ensayado.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión. Para su realización deberán seguirse los siguientes criterios:

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- Los elementos estructurales que sean objeto de ensayo deberán tener al menos 56 días de edad, o haberse comprobado que la resistencia real del hormigón de la estructura ha alcanzado los valores nominales previstos en proyecto.
- Siempre que sea posible, y si el elemento a probar va a estar sometido a cargas permanentes aún no materializadas, 48 horas antes del ensayo deberían disponerse las correspondientes cargas sustitutorias que gravitarán durante toda la prueba sobre el elemento ensayado.
- Las lecturas iniciales deberán efectuarse inmediatamente antes de disponer la carga de ensayo.
- La zona de estructura objeto de ensayo deberá someterse a una carga total, incluyendo las cargas permanentes que ya actúen, equivalente a  $0,85 \cdot (1,35 \cdot G + 1,5 \cdot \gamma_{sc})$ , siendo G la carga permanente que se ha determinado actúa sobre la estructura, Q las sobrecargas previstas y  $\gamma_{sc}=1,35$ , salvo que la reglamentación específica vigente indique otro valor.

Las cargas de ensayo se dispondrán en al menos cuatro etapas aproximadamente iguales, evitando impactos sobre la estructura y la formación de arcos de descarga en los materiales empleados para materializar la carga.

- 24 horas después de que se haya colocado la carga total de ensayo, se realizarán las lecturas en los puntos de medida previstos. Inmediatamente después de registrar dichas lecturas se iniciará la descarga, registrándose las lecturas existentes hasta 24 horas después de haber retirado la totalidad de las cargas.
- Se realizará un registro continuo de las condiciones de temperatura y humedad existentes durante el ensayo con objeto de realizar las oportunas correcciones si fuera pertinente.
- Durante las pruebas de carga deberán adoptarse las medidas de seguridad adecuadas para evitar un posible accidente en el transcurso de la prueba. Las medidas de seguridad no interferirán la prueba de carga ni afectarán a los resultados.

El resultado del ensayo podrá considerarse satisfactorio cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- Ninguno de los elementos de la zona de estructura ensayada presenta fisuras no previstas y que comprometan la durabilidad o seguridad de la estructura.
- La flecha máxima obtenida es inferior de  $l^2/20.000 \cdot h$ , siendo l la luz de cálculo y h el canto del elemento. En el caso de que el elemento ensayado sea un voladizo, l será dos veces la distancia entre el apoyo y el extremo.
- Si la flecha máxima supera  $l^2/20.000 \cdot h$ , la flecha residual una vez retirada la carga, y transcurridas 24 horas, deberá ser inferior al 25 % de la máxima en elementos de hormigón armado e inferior al 20 % de la máxima en elementos de hormigón pretensado. Esta condición deberá satisfacerse tras el primer ciclo de carga-descarga. Si esto no se cumple, se permite realizar un segundo ciclo de carga-descarga después de transcurridas 72 horas de la finalización del primer ciclo. En tal caso, el resultado se considerará satisfactorio si la flecha residual obtenida es inferior al 20 % de la flecha máxima registrada en ese ciclo de carga, para todo tipo de estructuras.

#### 14.4.- Controles de la estructura de hormigón mediante ensayos de información complementaria

##### 14.4.1.- Generalidades

De las estructuras proyectadas y construidas con arreglo al Código Estructural, en las que los materiales y la ejecución hayan alcanzado la calidad prevista, comprobada mediante los controles preceptivos, sólo necesitan someterse a ensayos de información y en particular a pruebas de carga, las incluidas en los supuestos que se relacionan a continuación:

- a. Cuando así lo dispongan las instrucciones, reglamentos específicos de un tipo de estructura o el pliego de prescripciones técnicas particulares,
- b. Cuando debido al carácter particular de la estructura convenga comprobar que la misma reúne ciertas condiciones específicas. En este caso el pliego de prescripciones técnicas particulares establecerá los ensayos oportunos que deben realizar, indicando con toda precisión la forma de realizarlos y el modo de interpretar los resultados;
- c. Cuando a juicio de la dirección facultativa existan dudas razonables sobre la seguridad, funcionalidad o durabilidad de la estructura.

##### 14.4.2.- Pruebas de carga en estructuras de hormigón

Además de las pruebas de carga que puedan ser preceptivas en aplicación de la reglamentación vigente que sea de aplicación, la dirección facultativa podrá disponer la realización de pruebas de carga adicionales, según lo indicado en el apartado 23.2 del Código Estructural, siempre que se hayan presentado no conformidades en las operaciones normales de control de la conformidad de la estructura y, en particular, cuando se hayan presentado no

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

conformidades relativas a los productos o a los procesos de ejecución en obra que puedan ser relevantes para la seguridad de la estructura durante su vida de servicio.

#### 14.4.3.- Otros ensayos no destructivos en estructuras de hormigón

Este tipo de ensayos se empleará para estimar en la estructura otras características del hormigón diferentes de su resistencia, o de las armaduras que pueden afectar a su seguridad o durabilidad.

#### 14.5.- Instalaciones térmicas (climatización y agua caliente sanitaria)

En la instalación terminada, bien sobre la instalación en su conjunto o bien sobre sus diferentes partes, deben realizarse las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto o memoria técnica u ordenadas por el instalador habilitado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, las previstas en la Instrucción Técnica 2 del RITE y las exigidas por la normativa vigente.

Las pruebas de la instalación se efectuarán por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, de acuerdo a los requisitos de la IT 2 del RITE.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador habilitado o del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, quien debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará, a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas por el instalador habilitado o por el director de la instalación a los que se refiere este reglamento, y bajo su responsabilidad.

Una vez finalizada la instalación, realizadas las pruebas de puesta en servicio de la instalación que se especifica en la Instrucción Técnica 2 del RITE, con resultado satisfactorio, el instalador habilitado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de la instalación.

##### 14.5.1.- Pruebas de equipos

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.

Los quemadores se ajustarán a las potencias de los generadores, verificando, al mismo tiempo los parámetros de la combustión; se medirán los rendimientos de los conjuntos caldera-quemador.

Se ajustarán las temperaturas de funcionamiento del agua de las plantas enfriadoras y se medirá la potencia absorbida en cada una de ellas.

##### 14.5.2.- Pruebas de estanqueidad

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante. Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a la norma UNE-EN 14336, para tuberías metálicas o a UNE-CEN/TR 12108:2015 para tuberías plásticas. El procedimiento a seguir para las pruebas de estanqueidad hidráulica, en función del tipo de tubería y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación:

- a) Preparación: Antes de realizar la prueba de estanqueidad y de efectuar el llenado definitivo, las redes de tuberías de agua deben ser limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje. Las pruebas de estanqueidad requerirán el cierre de los terminales abiertos. Deberá comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales aparatos y accesorios deben quedar excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones. Para ello, una vez completada la instalación, la limpieza podrá efectuarse llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante. El uso de productos detergentes no está permitido para redes de tuberías destinadas a la distribución de agua para usos sanitarios. Tras el llenado, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación. En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito. Si el pH resultara menor que 7,5 se

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación, se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.
- b) Prueba preliminar de estanquidad: Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad de la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica; se empleará el mismo fluido transportado o, generalmente, agua a la presión de llenado. La prueba preliminar tendrá la duración suficiente para verificar la estanquidad de todas las uniones.
  - c) Prueba de resistencia mecánica: Esta prueba se efectuará a continuación de la prueba preliminar: una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba. En el caso de circuitos cerrados de agua refrigerada o de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar; para circuitos de agua caliente sanitaria, la presión de prueba será equivalente a dos veces la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bar. Para los circuitos primarios de las instalaciones de energía solar, la presión de la prueba será de una vez y media la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobándose el funcionamiento de las líneas de seguridad. Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba. La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.
  - d) Reparación de fugas: La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se haya originado la fuga y sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo. Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que la red sea estanca.

#### 14.5.3.- Pruebas de estanquidad de los circuitos frigoríficos

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones realizadas en obra serán sometidos a las pruebas especificadas en la normativa vigente. No es necesario someter a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos, cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.

#### 14.5.4.- Pruebas de libre dilatación

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. En el caso de instalaciones con captadores solares se llevará a la temperatura de estancamiento.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

#### 14.5.5.- Pruebas de recepción de redes de conductos de aire

La limpieza interior de las redes de conductos de aire se efectuará una vez se haya completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y de montar los elementos de acabado y los muebles.

En las redes de conductos se cumplirá con las condiciones que prescribe la norma UNE 100012.

Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por la instalación de aislamiento térmico o el cierre de obras de albañilería y de falsos techos, se realizarán pruebas de resistencia mecánica y de estanquidad para establecer si se ajustan al servicio requerido, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o memoria técnica.

Para la realización de las pruebas las aperturas de los conductos, donde irán conectados los elementos de difusión de aire o las unidades terminales, deben cerrarse rígidamente y quedar perfectamente selladas.

Las redes de conductos deben someterse a pruebas de resistencia estructural y estanquidad.

El caudal de fuga admitido se ajustará a lo indicado en el proyecto o memoria técnica, de acuerdo con la clase de estanquidad elegida.

#### 14.5.6.- Pruebas de estanquidad de chimeneas

La estanquidad de los conductos de evacuación de humos se ensayará según las instrucciones de su fabricante.

#### 14.5.7.- Pruebas finales

Se consideran válidas las pruebas finales que se realicen siguiendo las instrucciones indicadas en la norma UNE-EN 12599 en lo que respecta a los controles y mediciones funcionales, indicados en los capítulos 5 y 6 del RITE.

Las pruebas de libre dilatación y las pruebas finales del subsistema solar se realizarán en un día soleado y sin demanda.

En el subsistema solar se llevará a cabo una prueba de seguridad en condiciones de estancamiento del circuito primario, a realizar con este lleno y la bomba de circulación parada, cuando el nivel de radiación sobre la apertura del captador sea superior al 80 % del valor de irradiancia fijada como máxima, durante al menos una hora.

#### 14.5.8.- Ajuste y equilibrado

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Las instalaciones térmicas deben ser ajustadas a los valores de las prestaciones que figuren en el proyecto o memoria técnica, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia. La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

En sistemas de distribución y difusión de aire, la empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución y difusión de aire, de acuerdo con lo siguiente:

- a) De cada circuito se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- b) El punto de trabajo de cada ventilador, del que se debe conocer la curva característica, deberá ser ajustado al caudal y la presión correspondiente de diseño.
- c) Las unidades terminales de impulsión y retorno serán ajustadas al caudal de diseño mediante sus dispositivos de regulación.
- d) Para cada local se debe conocer el caudal nominal del aire impulsado y extraído previsto en el proyecto o memoria técnica, así como el número, tipo y ubicación de las unidades terminales de impulsión y retorno.
- e) El caudal de las unidades terminales deberá quedar ajustado al valor especificado en el proyecto o memoria técnica.
- f) En unidades terminales con flujo direccional, se deben ajustar las lamas para minimizar las corrientes de aire y establecer una distribución adecuada del mismo.
- g) En locales donde la presión diferencial del aire respecto a los locales de su entorno o el exterior sea un condicionante del proyecto o memoria técnica, se deberá ajustar la presión diferencial de diseño mediante actuaciones sobre los elementos de regulación de los caudales de impulsión y extracción de aire, en función de la diferencia de presión a mantener en el local, manteniendo a la vez constante la presión en el conducto. El ventilador adaptará, en cada caso, su punto de trabajo a las variaciones de la presión diferencial mediante un dispositivo adecuado.

La empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua, de acuerdo con lo siguiente:

- a) De cada circuito hidráulico se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- b) Se comprobará que el fluido anticongelante contenido en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos especificados en el proyecto o memoria técnica.
- c) Cada bomba, de la que se debe conocer la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y frío a los caudales y temperaturas de diseño.
- d) Las unidades terminales, o los dispositivos de equilibrado de los ramales, serán equilibradas al caudal de diseño.
- e) En circuitos hidráulicos equipados con válvulas de control de presión diferencial, se deberá ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado.
- f) Cuando exista más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales, mediante el procedimiento previsto en el proyecto o memoria técnica.
- g) De cada intercambiador de calor se deben conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.
- h) Cuando exista más de un grupo de captadores solares en el circuito primario del subsistema de energía solar, se deberá probar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales de la instalación mediante el procedimiento previsto en el proyecto o memoria técnica.
- i) Cuando exista riesgo de heladas se comprobará que el fluido de llenado del circuito primario del subsistema de energía solar cumple con los requisitos especificados en el proyecto o memoria técnica.
- j) Se comprobará el mecanismo del subsistema de energía solar en condiciones de estancamiento, así como el retorno a las condiciones de operación nominal sin intervención del usuario con los requisitos especificados en el proyecto o memoria técnica.

A efectos del control automático:

- a) Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto o memoria técnica y se comprobará el funcionamiento de los componentes que configuran el sistema de control.
- b) Para ello, se establecerán los criterios de seguimiento basados en la propia estructura del sistema, para los niveles del proceso siguientes: nivel de unidades de campo, nivel de proceso, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y telegestión.
- c) Los niveles de proceso serán verificados para constatar su adaptación a la aplicación, de acuerdo con la base de datos especificados en el proyecto o memoria técnica. Son válidos a estos efectos los protocolos establecidos en la norma UNE-EN-ISO 16484-3.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

- d) Cuando la instalación disponga de un sistema de control, mando y gestión o telegestión basado en la tecnología de la información, su mantenimiento y la actualización de las versiones de los programas deberá ser realizado por personal cualificado o por el mismo suministrador de los programas.

#### 14.5.9.- Eficiencia energética

La empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen;
- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor y frío en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no debe ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.
- Comprobación de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica;
- Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de energía de origen renovable;
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control;
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen;
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica;
- Comprobación del funcionamiento y de la potencia absorbida por los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo;
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

#### 14.6.- Protección frente al ruido

Si la normativa de aplicación a la zona donde se realiza el proyecto lo exige se realizará el correspondiente estudio acústico, con las características que la misma exija.

Los recintos ruidosos quedan excluidos de la aplicación del CTE DB HR, según establece en su apartado II (Ámbito de aplicación). En el CTE DB HR no se establece la obligatoriedad de realizar mediciones acústicas como comprobación de que se han cumplido las exigencias. Sin embargo, sí se establece el tipo de ensayos y la normativa conforme a la que se deben realizar dichas mediciones, en el caso de que se realicen.

En el caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las UNE-EN ISO 16283-1 y UNE-EN ISO 16283-3 para ruido aéreo, en la UNE-EN ISO 16283-2 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H del CTE DB HR.

#### 14.7.- Protección contra incendios

##### 14.7.1.- Puesta en servicio.

Para la puesta en servicio de las instalaciones de protección activa contra incendios se requiere:

- La presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de industria, antes de la puesta en funcionamiento de las mismas de un certificado de la empresa instaladora, emitido por un técnico titulado competente designado por la misma, en el que se hará constar que la instalación se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y de acuerdo al proyecto o documentación técnica.
- Tener suscrito un contrato de mantenimiento con una empresa mantenedora debidamente habilitada, que cubra, al menos, los mantenimientos de los equipos y sistemas sujetos al Reglamento, según corresponda.

Excepcionalmente, si el titular de la instalación se habilita como mantenedor y dispone de los medios y organización necesarios para efectuar su propio mantenimiento, y asume su ejecución y la responsabilidad del mismo, será eximido de su contratación.

##### 14.7.2.- BIEs

El sistema de BIEs se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y, como mínimo, a 980 kPa (10 kg/cm<sup>2</sup>), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

En el caso de las BIE de alta presión, el sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo máxima, manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Los sistemas de columna seca, se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiéndolo a una presión estática igual a la máxima de servicio y, como mínimo de 1470 kPa (15 kg/cm<sup>2</sup>) en columnas de hasta 30 m y de 2450 kPa (25 kg/cm<sup>2</sup>) en columnas de más de 30 m de altura, durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

#### 14.7.3.- Sistemas de rociadores automáticos

La tubería seca se debe probar neumáticamente a una presión de no menos de 2,5 bar durante no menos de 24 h. Cualquier fuga que resulte en una pérdida de presión mayor que 0,15 bar durante las 24 h se debe corregir. Si las condiciones climáticas no permiten llevar a cabo inmediatamente después de la prueba neumática, la prueba hidrostática especificada en el párrafo siguiente se debería llevar a cabo tan pronto como las condiciones lo permitan. Todas las tuberías de la instalación se deben probar hidrostáticamente durante no menos de 2 h, a una presión de no menos de 15 bar, o 1,5 veces la presión máxima a la que el sistema se someterá (ambas medidas en los puestos de control de la instalación), la que sea mayor.

Cualesquiera fallos descubiertos, tales como deformación permanente, rotura o fugas, se deben corregir, y la prueba se debe repetir.

Se debe tener cuidado de no someter ningunos componentes del sistema a presión mayor que aquellas recomendadas por el suministrador.

Lo siguiente se debe comprobar y registrar:

- Todas las lecturas de manómetro de agua y aire en instalaciones, colectores generales y depósitos de presión.
- La presión en la tubería en instalaciones secas, alternas y de acción previa no debería caer a una velocidad de más de 1,0 bar por semana.
- Todos los niveles de agua en embalses privados elevados, ríos, canales, lagos, depósitos de almacenamiento de agua (incluyendo depósitos de agua de cebado de bombas y depósitos de presión).
- La posición correcta de todas las válvulas de cierre principales.

Cada alarma hidráulica se debe hacer sonar durante no menos de 30 s.

Las pruebas sobre bombas automáticas deben incluir lo siguiente:

- se deben comprobar los niveles de combustible y aceite lubricante de motor en motores diésel;
- se debe reducir la presión de agua en el dispositivo de arranque, simulando así la condición de arranque automático;
- cuando la bomba arranca, la presión de arranque se debe comprobar y registrar;
- la presión de aceite en bombas diésel se debe comprobar, además del flujo del agua de refrigeración a través de los sistemas de refrigeración de circuito abierto.

Inmediatamente después de la prueba de arranque de la bomba, los motores diésel se deben probar como sigue:

- el motor debe funcionar durante 20 min, o durante el tiempo recomendado por el suministrador. El motor se debe entonces parar e inmediatamente vuelto a arrancar usando el botón de prueba de arranque manual;
- el nivel de agua en el circuito primario de los sistemas de refrigeración de circuito cerrado se debe comprobar.

La presión de aceite (donde hay manómetros instalados), las temperaturas del motor y el caudal de refrigerante se deben supervisar durante toda la prueba. Las mangueras de aceite deben comprobarse y se debe hacer una inspección general para detectar fugas de combustible, refrigerante o humos de escape.

Debe comprobarse el correcto funcionamiento de los sistemas de calefacción para impedir la congelación en el sistema de rociadores.

Deben comprobarse el nivel y la densidad del electrolito de todas las celdas de plomo-ácido (incluyendo las baterías de arranque de motor diésel y aquellas para suministros de energía de cuadros de control). Si la densidad es baja, el cargador de batería se debe comprobar y, si este funciona con normalidad, la batería o baterías afectadas se deben reemplazar.

En la sala de bombas tiene que haber un dispositivo de medición de caudal que debe estar instalado permanentemente y debe ser capaz de comprobar cada abastecimiento de agua. Si el aparato de prueba no está instalado permanentemente, debe estar disponible en el lugar en todo momento. Cada abastecimiento a la instalación se debe probar independientemente, con todos los otros abastecimientos aislados. Se debe probar al menos al caudal de demanda máxima de la instalación.

Las válvulas de cierre que controlan el caudal desde el abastecimiento de agua a la instalación se deben abrir completamente. El arranque automático de la bomba se debe comprobar abriendo completamente la válvula de desagüe y prueba de la instalación. El caudal y presión se deben verificar de acuerdo con el capítulo 7 UNE-EN 12845.

Las válvulas de cierre que controlan el caudal desde el abastecimiento a la instalación se deben abrir completamente. Se debe comprobar el arranque automático de la bomba abriendo completamente la válvula de desagüe y prueba de la instalación. La válvula de desagüe y prueba se debe ajustar para dar el caudal especificado en el capítulo 7 de la

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

norma UNE-EN 12845. Cuando el caudal es estable, se debe verificar que la presión de abastecimiento medida en el manómetro «C» es al menos el valor apropiado especificado en el capítulo 7 de la norma UNE-EN 12845.

#### 14.7.4.- Sistemas de detección y de alarma de incendios

Para su puesta en servicio se tendrá en cuenta la Norma UNE 23007-14

Cuando se haya completado el trabajo en la instalación, pero antes de que ésta sea recibida por el usuario, el instalador debe inspeccionar el trabajo empleando personal que haya sido entrenado y sea competente para realizar este trabajo.

Debe realizarse una inspección visual exhaustiva para asegurarse que el trabajo ha sido realizado de manera satisfactoria, que los métodos, materiales y componentes usados cumplen con esta norma y que los planos adjuntos a la documentación y las instrucciones de operación son fiel reflejo del sistema instalado.

El instalador debe probar y verificar que la instalación funciona correctamente, y en particular:

- que funcionan todos los detectores y pulsadores de alarma;
- que la información dada por el equipo de señalización y control es correcta y cumple los requisitos determinados en el apartado 5.2 de la UNE 23007-14;
- que cualquier conexión con una estación receptora de alarma de incendios o estación receptora de aviso de avería se encuentra operativa y que los mensajes son correctos y claros;
- que los timbre/sirenas de alarma funcionan como se indica en esta norma;
- que se pueden activar todas las funciones auxiliares;
- que se han suministrado los documentos e instrucciones requeridos en el apartado 7.5 y 8.4 de la UNE 23007-14.

Antes de proceder a la verificación de la instalación, debe preverse un período preliminar con objeto de observar la estabilidad del sistema instalado en las condiciones ambientales habituales.

La verificación y aceptación del sistema de detección y alarma será realizada por el instalador y por el comprador o su agente. Si se requiere que la inspección sea realizada por un tercero, debe seguirse lo establecido en el capítulo 9 de la UNE 23007-14.

La prueba de aceptación consta de:

- a) verificación de que se han suministrado los documentos exigidos por esta norma;
- b) comprobaciones visuales, incluidas todas las evaluaciones que puedan hacerse mediante inspección visual para comprobar que el sistema instalado cumple lo dispuesto en la norma;
- c) pruebas del funcionamiento correcto del sistema, incluidas las interfaces con los equipos auxiliares y la red de transmisión, realizadas mediante el funcionamiento de un número acordado de dispositivos del sistema de detección;
- d) también se pueden realizar pruebas de rendimiento del sistema, utilizando usualmente simulacros de incendio (que pueden ser generadores de humo) o utilizando hogares de prueba. Si el método usado representa cualquier riesgo o daño al edificio o su contenido, debe avisarse al propietario/usuario de la instalación y obtener su consentimiento previo.

#### 14.7.5.- Sistemas para el control de humos y de calor (SCTEH)

Para su puesta en servicio se tendrá en cuenta la Norma UNE 23584.

Una vez instalado el SCTEH, debe comprobarse en su totalidad para confirmar el cumplimiento con lo indicado en el proyecto de ingeniería detallado. Esta comprobación debe incluir:

- Cantidad, tamaño, situación y características de los aireadores naturales o mecánicos, de las entradas de aire y del resto de componentes.
- La fijación de los diferentes componentes.
- Accesibilidad a los elementos o componentes de control.
- Protección mecánica de los componentes.
- Señalización e identificación en la medida que sea necesario.

Las fuentes de alimentación de energía deben probarse para confirmar que suministran la potencia eléctrica o presión y caudal de aire de acuerdo con lo especificado. La estanquidad de los sistemas neumáticos debe probarse de acuerdo con lo indicado en el anexo A.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Los componentes deben colocarse en disposición de funcionamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Esto puede suponer realizar pruebas para, por ejemplo, la comprobación de caudales de aire.

Debe comprobarse el sistema para asegurar que cada entrada (input) ya sea manual o automática y cada una de sus posibles combinaciones generan las respuestas (output) especificadas.

Cuando se haya especificado una secuencia específica de respuesta (arranque en cascada de ventiladores, retardo en la puesta en marcha de ventiladores para permitir la apertura de compuertas, etc.), debe probarse la operación de dicha secuencia.

Las pruebas de funcionamiento deben incluir las mediciones de:

- Tiempo de respuesta para la iniciación del sistema.
- Caudales de aire de los ventiladores mecánicos a temperatura ambiente.
- Tiempo de respuesta de la fuente secundaria de alimentación de energía.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anexo 5: Estudio Básico de Seguridad y Salud**

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

**JUSTIFICACIÓN DE ESTUDIO BÁSICO** para la obra que se ha denominado Proyecto Básico y de ejecución de instalación de locales de descanso prefabricados en explotación agrícola, en Chañe (Segovia)

El Presupuesto de Ejecución Material de la Obra, según el proyecto correspondiente, es menor de 450.000 €

Se estima una duración aproximada de cuatro meses para la conclusión de los trabajos.

Se estima, además, un máximo de trabajadores simultáneamente en número de 3.

Con estos datos, los distintos capítulos del Proyecto, los días estimados en cada capítulo, así como el número de operarios trabajando simultáneamente, se obtiene el número de jornadas totales:

| Capítulo | Designación                | Duración (nº días) | Nº operarios | Total jornadas |
|----------|----------------------------|--------------------|--------------|----------------|
| 1        | Actuaciones previas        | 5                  | 2            | 10             |
| 2        | Soleras                    | 5                  | 3            | 15             |
| 3        | Saneamiento                | 10                 | 3            | 30             |
| 4        | Cerrajería                 | 3                  | 2            | 6              |
| 5        | Fontanería                 | 10                 | 2            | 20             |
| 6        | Electricidad               | 10                 | 2            | 20             |
| 7        | Locales prefabricados      | 15                 | 4            | 60             |
| 8        | Control de calidad         | 1                  | 1            | 1              |
| 9        | Seguridad y salud          | 59                 |              | 0              |
|          | RESUMEN                    | 59                 | 19           | 162            |
|          | TOTAL                      |                    |              | 162            |
|          | nº Operarios trabajo medio |                    |              | 2,3703704      |
|          | Jornadas/mes               |                    |              | 22             |
|          | operarios simultáneos      |                    |              | 3              |
|          | Total meses                |                    |              | 4              |

No existen obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas ni presas. Teniendo en cuenta todo lo anterior, y de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra, dada su pequeña dimensión y sencillez de ejecución, no se incluye en ninguno de los supuestos contemplados en el art. 4 del R.D. 1627/1997, puesto que:

- El presupuesto de contrata es inferior a 450.759 euros.
- No se ha previsto emplear a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimado es inferior a 500 días de trabajo.

De acuerdo con el art. 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079           | www.thingenieros.es |

**INDICE**

|  |    |
|--|----|
| <b>1.- ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES</b> .....  | 2  |
| <b>1.2.- PROYECTO AL QUE SE REFIERE</b> .....  | 2  |
| <b>1.3.- DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO Y LA OBRA</b> .....                                 | 3  |
| <b>1.4.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA</b> .....                      | 4  |
| <b>1.5.- MAQUINARIA DE OBRA</b> .....  | 5  |
| <b>1.6.- MEDIOS AUXILIARES</b> .....   | 5  |
| <b>2.- RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE</b> .....                                 | 6  |
| <b>3.- RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE</b> .....                            | 7  |
| <b>4.- RIESGOS LABORALES ESPECIALES</b> .....  | 12 |
| <b>5.- PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS.</b> .....  | 12 |
| <b>5.1.- ELEMENTOS PREVISTOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.</b> ..... | 12 |
| <b>6.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.</b> .....                                 | 13 |
| <b>7. OTRAS INFORMACIONES (R.D. 1627/1997)</b> .....                                       | 15 |
| <b>7.1 AVISO PREVIO</b> .....  | 15 |
| <b>7.2 INFORMACIÓN A LA AUTORIDAD LABORAL.</b> .....                                       | 16 |

**1.- ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES.**

**1.1.- OBJETO Y AUTOR DEL ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Su autor es Mario Luis Tabanera Herrero, y su elaboración ha sido encargada por EL PROMOTOR

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabora el correspondiente Plan de Seguridad y Salud el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

**1.2.- PROYECTO AL QUE SE REFIERE.**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto cuyos datos generales son:

| PROYECTO DE REFERENCIA                |   |
|---------------------------------------|---|
| Proyecto de Ejecución de              | Adaptación de edificio existente e instalación de locales prefabricados |
| Ingeniero Agrónomo autor del proyecto | Mario Luis Tabanera Herrero   |
| Titularidad del encargo               | Viveros Campiñas  |
| Emplazamiento                         | Polígono 11 Parcelas 5020, 5021, Chañe                                  |
| Plazo de ejecución previsto           | 59 días   |
| Número máximo de operarios            | 4 operarios   |
| Total, aproximado de jornadas         | 162   |
| OBSERVACIONES:                        |   |

|                         |               |   |
|-------------------------|---------------|---|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net              |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079<br>www.thingenieros.es |

### 1.3.- DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO Y LA OBRA.

En la tabla siguiente se indican las principales características y condicionantes del emplazamiento donde se realizará la obra:

| DATOS DEL EMPLAZAMIENTO  |  |
|--|--|
| Accesos a la obra  | Camino de servicio                         |
| Topografía del terreno   | Llana                                      |
| Edificaciones colindantes  | No existen, edificaciones a más de 8 m     |
| Suministro de energía eléctrica  | Conexión a red eléctrica                   |
| Suministro de agua   | Suministro red municipal de abastecimiento |
| Sistema de saneamiento   | Separativa, fecales y pluviales,           |
| Servidumbres y condicionantes  | Retranqueos a linderos                     |
| OBSERVACIONES:<br>Se trata de una parcela agroganadera con todos los servicios |  |

En la tabla siguiente se indican las características generales de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta:

| DESCRIPCION DE LA OBRA Y SUS FASES |   |
|------------------------------------|---|
| Demoliciones                       |   |
| Movimiento de tierras              | Consiste en la explanación del terreno, mediante ligeros desmontes y terraplenados. Realización de la red de saneamiento y de la instalación eléctrica                    |
| Solera                             | A base de solera de hormigón, con lámina impermeable, en edificación existente, sobre la que se aplica el solado. Para las edificaciones prefabricadas solera de hormigón |
| Cubiertas                          | Existente   |
| Albañilería y cerramientos         | Zócalo, en una fachada longitudinal, a base de encofrado de hormigón armado h=100 cm, y luego panel sándwich hasta entronque con cubierta                                 |
| Acabados                           | Remates de chapa en aleros, juntas, etc. Acabados en la terminación de la solera.   |
| Instalaciones                      | Fontanería, tubería PE 63 mm y derivación 3/4" a cada local   |
| OBSERVACIONES:                     |   |

#### 1.4.- INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA.

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

| SERVICIOS HIGIENICOS   |   |
|--|---|
| X  | Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave. |
| X  | Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.                       |
| X  | Duchas con agua fría y caliente.                                      |
| X  | Retretes.   |
| OBSERVACIONES:   |   |
| 1.- Se utilizarán los servicios e instalaciones existentes en la explotación |   |

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

| PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA   |                              |                       |
|--|------------------------------|-----------------------|
| NIVEL DE ASISTENCIA  | NOMBRE Y UBICACION           | DISTANCIA APROX. (Km) |
| Primeros auxilios  | Botiquín portátil            | En la obra            |
| Asistencia Primaria (Urgencias)  | Centro Salud Rural (Cuéllar) | 15                    |
| Asistencia Especializada (Hospital)  | Hospital general de Segovia  | 50                    |
| OBSERVACIONES:   |                              |                       |
| Estos centros sanitarios se encuentran a 16 - 40 minutos, en vehículo, del centro de trabajo |                              |                       |

|                         |               |   |
|-------------------------|---------------|---|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net              |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079<br>www.thingenieros.es |

**1.5.- MAQUINARIA DE OBRA.**

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) de tabla adjunta:

| MAQUINARIA PREVISTA |                                       |   |                        |
|---------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
|                     | Grúas-torre                           | X | Hormigoneras           |
|                     | Montacargas                           | X | Camiones               |
| X                   | Maquinaria para movimiento de tierras | X | Cabrestantes mecánicos |
|                     | Sierra circular                       |   |                        |
| OBSERVACIONES:      |                                       |   |                        |

Pág. 141 de 264

**1.6.- MEDIOS AUXILIARES.**

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

| MEDIOS AUXILIARES |   |
|-------------------|---|
| MEDIOS            | CARACTERISTICAS   |
|                   | Andamios colgados móviles   |
|                   | <p>Deben someterse a una prueba de carga previa.</p> <p>Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos.</p> <p>Los pescantes serán preferiblemente metálicos.</p> <p>Los cabrestantes se revisarán trimestralmente.</p> <p>Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié.</p> <p>Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.</p>   |
| X                 | Andamios tubulares apoyados   |
|                   | <p>Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente.</p> <p>Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente.</p> <p>Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas.</p> <p>Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados.</p> <p>Correcta disposición de las plataformas de trabajo.</p> <p>Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié.</p> <p>Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo.</p> <p>Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje.</p> |
| X                 | Andamios s/ borriquetas   |
|                   | La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.   |
| X                 | Escaleras de mano   |
|                   | <p>Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar.</p> <p>Separación de la pared en la base = ¼ de la altura total.</p>  |
| X                 | Instalación eléctrica   |
|                   | Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a h>1m:  |
|                   | I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza.  |
|                   | I. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión > 24V.   |
|                   | I. magnetotérmico general onipolar accesible desde el exterior.   |
|                   | I. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado.  |
|                   | La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro.   |
|                   | La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será ≤ 80 ohmios.  |
| OBSERVACIONES:    |   |

VISADO Nº: 119788 Fecha: 11/08/2025. Colegiado Nº: 2446 - Cód.Verif.: SEFRR-DKFC83

Colegio de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias

**2.- RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.**

La tabla siguiente contiene la relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se incluyen:

| RIESGOS EVITABLES |  | MEDIDAS TECNICAS ADOPTADAS                                      |
|-------------------|--|---|
|                   | Derivados de la rotura de instalaciones existentes                   | X Neutralización de las instalaciones existentes                |
|                   | Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas | Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito de los cables |

### 3.- RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales afectan a toda la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

| TODA LA OBRA   |   |                          |
|--|---|--------------------------|
| <b>RIESGOS</b>   |   |                          |
| X  | Caídas de operarios al mismo nivel  |                          |
| X  | Caídas de operarios a distinto nivel  |                          |
| X  | Caídas de objetos sobre operarios   |                          |
| X  | Caídas de objetos sobre terceros  |                          |
| X  | Choques o golpes contra objetos   |                          |
|  | Fuertes vientos   |                          |
|  | Trabajos en condiciones de humedad  |                          |
| X  | Contactos eléctricos directos e indirectos                                  |                          |
| X  | Cuerpos extraños en los ojos  |                          |
| X  | Sobreesfuerzos  |                          |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>   |   | <b>GRADO DE ADOPCION</b> |
| X  | Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra                      | permanente               |
| X  | Orden y limpieza de los lugares de trabajo                                  | permanente               |
| X  | Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.    | permanente               |
| X  | Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)                       | permanente               |
| X  | No permanecer en el radio de acción de las máquinas                         | permanente               |
| X  | Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento          | permanente               |
| X  | Señalización de la obra (señales y carteles)                                | permanente               |
| X  | Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia                   | alternativa al vallado   |
| X  | Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura $\geq 2m$ | permanente               |
|  | Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra                                 | permanente               |
|  | Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o colindantes   | permanente               |
| X  | Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B                              | permanente               |
| X  | Evacuación de escombros   | frecuente                |
| X  | Escaleras auxiliares  | ocasional                |
| X  | Información específica  | para riesgos concretos   |
| X  | Cursos y charlas de formación   | frecuente                |
|  | Grúa parada y en posición veleta  | con viento fuerte        |
|  | Grúa parada y en posición veleta  | final de cada jornada    |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIS)</b>         |   | <b>EMPLEO</b>            |
| X  | Cascos de seguridad   | permanente               |
| X  | Calzado protector   | permanente               |
| X  | Ropa de trabajo   | permanente               |
| X  | Ropa impermeable o de protección  | con mal tiempo           |
| X  | Gafas de seguridad  | frecuente                |
| X  | Cinturones de protección del tronco   | ocasional                |
| <b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b> |   | <b>GRADO DE EFICACIA</b> |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                  |   |                          |

|                         |               |   |
|-------------------------|---------------|---|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net              |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079<br>www.thingenieros.es |

 Pág. 43 de 264  
 Cód. Verif.: SERR-DKFC83  
 Colegiado Nº: 2946 - Cód. Verif.: 11/08/2025  
 VISADO Nº: 119788 Fecha: 11/08/2025  
 Colegio de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias

| FASE: MOVIMIENTO DE TIERRAS                            |  |                          |
|--|--|--------------------------|
| <b>RIESGOS</b>   |  |                          |
| X  | Desplomes, hundimientos y desprendimientos del terreno         |                          |
|  | Desplomes en edificios colindantes                             |                          |
| X  | Caídas de materiales transportados                             |                          |
| X  | Atrapamientos y aplastamientos                                 |                          |
| X  | Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de máquinas |                          |
|  | Contagios por lugares insalubres                               |                          |
| X  | Ruidos   |                          |
| X  | Vibraciones  |                          |
| X  | Ambiente pulvígeno   |                          |
|  | Interferencia con instalaciones enterradas                     |                          |
|  | Electrocuciones  |                          |
|  | Condiciones meteorológicas adversas                            |                          |
|  |  |                          |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>   |  | <b>GRADO DE ADOPCION</b> |
| X  | Observación y vigilancia del terreno                           | diaria                   |
| X  | Talud natural del terreno                                      | permanente               |
|  | Entibaciones   | frecuente                |
| X  | Limpieza de bolos y viseras                                    | frecuente                |
|  | Observación y vigilancia de los edificios colindantes          | diaria                   |
| X  | Apuntalamientos y apeos  | ocasional                |
|  | Achique de aguas   | frecuente                |
| X  | Pasos o pasarelas  | permanente               |
| X  | Separación de tránsito de vehículos y operarios                | permanente               |
|  | Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas (Rops y Fops)      | permanente               |
| X  | No acopiar junto al borde de la excavación                     | permanente               |
| X  | Plataformas para paso de personas, en bordes de excavación     | ocasional                |
| X  | No permanecer bajo el frente de excavación                     | permanente               |
|  | Barandillas en bordes de excavación (0,9 m)                    | permanente               |
|  | Rampas con pendientes y anchuras adecuadas                     | permanente               |
| X  | Acotar las zonas de acción de las máquinas                     | permanente               |
|  | Topes de retroceso para vertido y carga de vehículos           | permanente               |
|  |  |                          |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)</b>         |  | <b>EMPLEO</b>            |
| X  | Botas de seguridad   | permanente               |
| X  | Botas de goma  | ocasional                |
| X  | Guantes de cuero   | ocasional                |
| X  | Guantes de goma  | ocasional                |
|  |  |                          |
| <b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b> |  | <b>GRADO DE EFICACIA</b> |
|  |  |                          |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                  |  |                          |
|  |  |                          |

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

| FASE: SOLERAS  |  |                          |
|--|--|--------------------------|
| <b>RIESGOS</b>   |  |                          |
| X  | Desplomes y hundimientos del terreno                                       |                          |
|  | Desplomes en edificios colindantes   |                          |
|  | Caídas de operarios al vacío   |                          |
| X  | Caídas de materiales transportados   |                          |
| X  | Atrapamientos y aplastamientos   |                          |
| X  | Atropellos, colisiones y vuelcos   |                          |
|  | Contagios por lugares insalubres   |                          |
| X  | Lesiones y cortes en brazos y manos  |                          |
| X  | Lesiones, pinchazos y cortes en pies                                       |                          |
| X  | Dermatitis por contacto con hormigones y morteros                          |                          |
| X  | Ruidos   |                          |
| X  | Vibraciones  |                          |
| X  | Quemaduras producidas por soldadura  |                          |
|  | Radiaciones y derivados de la soldadura                                    |                          |
|  | Ambiente pulvígeno   |                          |
| X  | Electrocuciones  |                          |
|  |  |                          |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>   |  | <b>GRADO DE ADOPCION</b> |
| X  | Apuntalamientos y apeos  | permanente               |
|  | Achique de aguas   | frecuente                |
|  | Pasos o pasarelas  | permanente               |
| X  | Separación de tránsito de vehículos y operarios                            | ocasional                |
|  | Cabinas o pórticos de seguridad en máquinas (Rops y Fops)                  | permanente               |
| X  | No acopiar junto al borde de la excavación                                 | permanente               |
|  | Observación y vigilancia de los edificios colindantes                      | diaria                   |
| X  | No permanecer bajo el frente de excavación                                 | permanente               |
|  | Redes verticales perimetrales (correcta colocación y estado)               | permanente               |
| X  | Redes horizontales (interiores y bajo los forjados)                        | frecuente                |
| X  | Andamios y plataformas para encofrados                                     | permanente               |
|  | Plataformas de carga y descarga de material                                | permanente               |
|  | Barandillas resistentes (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié) | permanente               |
| X  | Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales                         | permanente               |
| X  | Escaleras peldañeadas y protegidas, y escaleras de mano                    | permanente               |
|  |  |                          |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIS)</b>         |  | <b>EMPLEO</b>            |
| X  | Gafas de seguridad   | ocasional                |
| X  | Guantes de cuero o goma  | frecuente                |
| X  | Botas de seguridad   | permanente               |
| X  | Botas de goma o P.V.C. de seguridad  | ocasional                |
| X  | Pantallas faciales, guantes, manguitos, mandiles y polainas para soldar    | en estructura metálica   |
| X  | Cinturones y arneses de seguridad  | frecuente                |
| X  | Mástiles y cables fiadores   | frecuente                |
|  |  |                          |
| <b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b> |  | <b>GRADO DE EFICACIA</b> |
|  |  |                          |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                  |  |                          |
|  |  |                          |

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

| FASE: ALBAÑILERIA Y CERRAMIENTOS                       |  |                          |
|--|--|--------------------------|
| <b>RIESGOS</b>   |  |                          |
|  | Caídas de operarios al vacío   |                          |
| X  | Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores     |                          |
| X  | Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios |                          |
| X  | Atrapamientos por los medios de elevación y transporte                 |                          |
| X  | Lesiones y cortes en manos   |                          |
| X  | Lesiones, pinchazos y cortes en pies                                   |                          |
| X  | Dermatitis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales    |                          |
|  | Incendios por almacenamiento de productos combustibles                 |                          |
| X  | Golpes o cortes con herramientas                                       |                          |
|  | Electrocuciones  |                          |
| X  | Proyecciones de partículas al cortar materiales                        |                          |
|  |  |                          |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>   |  | <b>GRADO DE ADOPCION</b> |
| X  | Apuntalamientos y apeos  | permanente               |
|  | Pasos o pasarelas  | permanente               |
|  | Redes verticales   | permanente               |
| X  | Redes horizontales   | frecuente                |
| X  | Andamios (constitución, arriostramiento y accesos correctos)           | permanente               |
|  | Plataformas de carga y descarga de material en cada planta             | permanente               |
|  | Barandillas rígidas (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié) | permanente               |
|  | Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales                     | permanente               |
| X  | Escaleras peldañeadas y protegidas                                     | permanente               |
| X  | Evitar trabajos superpuestos   | permanente               |
|  | Bajante de escombros adecuadamente sujetas                             | permanente               |
|  | Protección de huecos de entrada de material en plantas                 | permanente               |
|  |  |                          |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIS)</b>         |  | <b>EMPLEO</b>            |
| X  | Gafas de seguridad   | frecuente                |
| X  | Guantes de cuero o goma  | frecuente                |
| X  | Botas de seguridad   | permanente               |
| X  | Cinturones y arneses de seguridad                                      | frecuente                |
| X  | Mástiles y cables fiadores   | frecuente                |
|  |  |                          |
| <b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION</b> |  | <b>GRADO DE EFICACIA</b> |
|  |  |                          |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                  |  |                          |
|  |  |                          |

|                         |               |   |
|-------------------------|---------------|---|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net              |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079<br>www.thingenieros.es |

#### 4.- RIESGOS LABORALES ESPECIALES.

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que, siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97. También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

| TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES     |  | MEDIDAS ESPECIALES PREVISTAS  |
|-------------------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/>            | Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos  |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión                       | Señalizar y respetar la distancia de seguridad (5m).<br>Pórticos protectores de 5 m de altura.<br>Calzado de seguridad. |
| <input type="checkbox"/>            | Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión                     |   |
| <input type="checkbox"/>            | Que impliquen el uso de explosivos                                       |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados | Concretamente pórticos y correas de hormigón prefabricado   |
| <input type="checkbox"/>            |  |   |
| OBSERVACIONES:                      |  |   |

#### 5.- PREVISIONES PARA TRABAJOS FUTUROS.

##### 5.1.- ELEMENTOS PREVISTOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO.

En el Proyecto de Ejecución a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Estos elementos son los que se relacionan en la tabla siguiente:

| UBICACION      | ELEMENTOS  | PREVISION |
|----------------|--|-----------|
| Cubiertas      | Ganchos de servicio                                  |           |
|                | Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas) |           |
|                | Barandillas en cubiertas planas                      |           |
|                | Grúas desplazables para limpieza de fachadas         |           |
| Fachadas       | Ganchos en ménsula (pescantes)                       |           |
|                | Pasarelas de limpieza                                |           |
| OBSERVACIONES: |  |           |

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079           | www.thingenieros.es |

**6.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.**

A) Ley de prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995 (B.O.E. 10-11-95)

En la normativa básica sobre prevención de riesgos en el trabajo en base al desarrollo de la correspondiente directiva, los principios de la Constitución y el Estatuto de los Trabajadores.

Contiene, operativamente, la base para:

- Servicios de prevención de las empresas.
- Consulta y participación de los trabajadores.
- Responsabilidades y sanciones.

B) R.D. 485/1997, de 14 de Abril, sobre Disposiciones Mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.

C) R.D. 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los centros de trabajo.

D) R.D. 487/1997, de 14 de Abril, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

E) Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de Marzo de 1971.

Sigue siendo válido el Título II que comprende los artículos desde el nº13 al nº51.

Los artículos anulados (Comités de Seguridad, Vigilantes de Seguridad y otras obligaciones de las participaciones en obra) quedan sustituidos por la Ley de riesgos laborales 31/1995 (Delegados de Prevención, Art. 35)

En cuanto a disposiciones de tipo técnico, las relacionadas con los capítulos de la obra indicados en la Memoria de este Estudio de Seguridad son las siguientes:

-Directiva 92/57/CEE de 24 de junio (DO:26/08/92)

Disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles.

-RD 1627/1997 de 24 de octubre (BOE: 25/10/97)

Disposiciones mínimas de Seguridad en las obras de construcción Deroga el RD. 555/86 sobre obligatoriedad de inclusión de estudio de seguridad e higiene en proyectos de edificaciones y obras públicas.

-Ley 31/1995 de 8 de noviembre (BOE: 10/11/95)

Prevención de Riesgos Laborales

Desarrollo de la ley a través de las siguientes disposiciones:

1. RD. 39/1997 de 17 de enero (BOE: 31/01/97)

Reglamento de los servicios de prevención

2. RD. 485/1997 de 14 de abril (BOE: 23/4/97)

Disposiciones mínimas de seguridad en materia de señalización, de seguridad y salud en el trabajo.

3. RD. 486/97 de 14 abril (BOE: 23/04/97)

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

En el capítulo 1 se excluyen las obras de construcción.

Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo (O. 09/03/1971)

4. RD. 487/1997 de 14 de abril (BOE: 23/04/97)

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

5. RD. 664/1997 de 12 de mayo (BOE: 24/05/97)

Protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

6. RD. 665/1997 de 12 de mayo (BOE: 24/05/97)  
Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
7. RD. 773/1997 de 30 de mayo (BOE: 12/06/97)  
Disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de protección individual.
8. RD. 1215/1997 de 18 de julio (BOE: 07/08/97)  
Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Modifica y deroga algunos capítulos de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo O. 09/03/1971)
- O. de 20 de mayo de 1952 (BOE: 15/06/52)  
Reglamento de Seguridad e Higiene del Trabajo en la industria de la construcción  
Modificaciones: O. de 10 de septiembre de 1953 (BOE: 22/12/53)  
O. de 23 de septiembre de 1966 (BOE: 01/10/66)  
Art. 100 a 105 derogados por O. de 20 de enero de 1956.
- O. de 31 de enero de 1940. Andamios: Cap. VII, art. 66º a 74º (BOE: 03/02/40)  
Reglamento general sobre Seguridad e Higiene
- O. de 28 de agosto de 1970. Art. 1º a 4º, 183º a 291º y anexos I y II (BOE: 05/09/70; 09/09/70)  
Ordenanza del trabajo para las industrias de la construcción, vidrio y cerámica  
Corrección de errores: BOE: 17/10/70
- O. de 20 de septiembre de 1986 (BOE: 13/10/86)  
Modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio el estudio de Seguridad e Higiene.  
Corrección de errores: BOE: 31/10/86
- O. de 16 de diciembre de 1987 (BOE: 29/12/87)  
Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento y tramitación.
- O. de 31 de agosto de 1987 (BOE: 18/09/87)  
Señalización, balizamiento, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- O. de 23 de mayo de 1977 (BOE: 14/06/81)  
Reglamentación de aparatos elevadores para obras  
Modificación: O. de 7 de marzo de 1981 (BOE: 14/03/81)
- O. de 28 de junio de 1988 (BOE: 07/07/88)  
Introducción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de Aparatos de elevación y Manutención referente a grúas-torre desmontables para obras.  
Modificación: O. de 16 de abril de 1990 (BOE: 24/04/90)
- O. de 31 de octubre de 1984 (BOE: 07/11/84)  
Reglamento sobre seguridad de los trabajos con riesgo de amianto.
- RD. 1435/92 de 27 de noviembre de 1992 (BOE: 11/12/92), reformado por RD. 56/1995 de 20 de enero (BOE: 08/02/95)  
Disposiciones de aplicación de la directiva 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- RD. 1495/1986 de 26 de mayo (BOE: 21/07/86)  
Reglamento de seguridad en las máquinas.
- O. de 7 de enero de 1987 (BOE: 15/01/87)

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

Normas Complementarias de Reglamento sobre seguridad de los trabajadores con riesgo de amianto.

- RD. 1316/1989 de 27 de octubre (BOE: 02/11/89)

Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

- O. de 9 de marzo de 1971 (BOE: 16 i 17/03/71)

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo

Corrección de errores: BOE: 06/04/71

Modificación: BOE: 02/11/89

Derogados algunos capítulos por: Ley 31/1995, RD 485/1997, RD 486/1997, RD 664/1997, RD 665/1997, RD 773/1997, RD 1215/1997

-Resoluciones aprobatorias de Normas Técnicas Reglamentarias para distintos medios de protección personal de trabajadores:

1.- R. de 14 de diciembre de 1974 (BOE: 30/12/74): N.R. MT-1: Cascos no metálicos

2.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 01/09/75): N.R. MT-2: Protectores auditivos

3.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 02/09/75): N.R. MT-3: Pantallas para soldadores

Modificación: BOE: 24/10/7

4.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 03/09/75): N.R. MT-4: Guantes aislantes de electricidad

5.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 04/09/75): N.R. MT-5: Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos

Modificación: BOE: 27/10/75

6.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 05/09/75): N.R. MT-6: Banquetas aislantes de maniobras.

Modificaciones: BOE: 28/10/75.

7.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 06/09/75): N.R. MT-7: Equipos de protección personal de vías respiratorias.

Normas comunes y adaptadores faciales.

Modificaciones: BOE: 29/10/75

8.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 08/09/75): N.R. MT-8: Equipos de protección personal de vías respiratorias:

Filtros mecánicos.

Modificación: BOE: 30/10/75

9.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 09/09/75): N.R.MT-9: Equipos de protección personal de vías respiratorias:

Mascarillas autofiltrantes

Modificación: BOE: 31/10/75

10.- R. de 28 de julio de 1975 (BOE: 10/09/75): N.R. MT-10: Equipos de protección personal de vías respiratorias: filtros químicos y mixtos contra amoníaco

Modificación: BOE: 01/11/75

## **7. OTRAS INFORMACIONES (R.D. 1627/1997)**

### **7.1 AVISO PREVIO**

1. En las obras incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto, el promotor deberá efectuará aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de los trabajos.

2. El aviso previo se redactará con arreglo a lo dispuesto en el anexo III del Real Decreto y deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándose si fuera necesario.

### **7.2 INFORMACIÓN A LA AUTORIDAD LABORAL.**

1. La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá incluir el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7 del Real Decreto.

2. El plan de seguridad y salud estará a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y de los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en las Administraciones públicas competentes.

|                         |               |                    |                              |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                    | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413.079 | www.thingenieros.es          |

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo 6: Cumplimiento CTE**

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

## 1.- CUMPLIMIENTO DEL CTE.

### 1.1.- SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

#### 1.1.1.- EXIGENCIA BÁSICA SE 1: RESISTENCIA Y ESTABILIDAD.

La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

#### 1.1.2.- EXIGENCIA BÁSICA SE 2: APTITUD AL SERVICIO.

La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

#### • COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL.

- Se determinarán las situaciones de dimensionado que resulten determinantes.
- Se establecerán las acciones que deben tenerse en cuenta y los modelos adecuados para la estructura.
- Se realizará el análisis estructural, adoptando métodos de cálculo adecuados.
- Se verificará que, para las situaciones de dimensionado correspondientes, no se sobrepasan los estados límite.

En las verificaciones se tendrán en cuenta los efectos del paso del tiempo (acciones químicas, físicas y biológicas; acciones variables repetidas) que pueden incidir en la capacidad portante o en la aptitud al servicio, en concordancia con el periodo de servicio.

Las situaciones de dimensionado englobarán todas las condiciones y circunstancias previsibles durante la ejecución y la utilización de la obra, teniendo en cuenta la diferente probabilidad de cada una. Para cada situación de dimensionado, se determinarán las combinaciones de acciones que deban considerarse.

Las situaciones de dimensionado se clasifican en:

- Persistentes, que se refieren a las condiciones normales de uso;
- Transitorias, que se refieren a unas condiciones aplicables durante un tiempo limitado (no se incluyen las acciones accidentales);
- Extraordinarias, que se refieren a unas condiciones excepcionales en las que se puede encontrar, o a las que puede estar expuesto el edificio (acciones accidentales).

#### • ACCIONES.

Las acciones para considerar en el cálculo se clasifican por su variación en el tiempo en:

- Acciones permanentes
- Acciones variables
- Acciones accidentales

Las deformaciones impuestas (asientos, retracción, etc.) se considerarán como acciones permanentes o variables, atendiendo a su variabilidad.

### 1.2.- SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

En lo referente a Seguridad de Utilización y Accesibilidad, el proyecto cumplirá las siguientes exigencias básicas impuestas por el CTE:

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

### 1.2.1.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 1: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAIDAS.

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

- **RESBALABILIDAD DE SUELOS.**

A fin de reducir el riesgo de resbaladidad de suelos, se adoptarán las siguientes medidas:

En zonas interiores secas, cuya superficie, en este caso, tendrá una pendiente menor que el 6%, se dispondrán suelos de clase 1 o superior.

En las zonas interiores húmedas, siempre con pendiente menor que el 6 %, se dispondrán suelos de clase 2 o superior.

- **DISCONTINUIDAD DE SUELOS.**

El suelo no presentará juntas con resalto de más de 4 mm.

El suelo no presentará irregularidades que supongan una diferencia de nivel de más de 6 mm.

Los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;

En las zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

En las zonas de circulación no se dispondrá un escalón aislado, ni dos consecutivos, excepto en el acceso al edificio.

La distancia entre el plano de una puerta de acceso a un edificio y el escalón más próximo a ella será mayor que 1200 mm y que la anchura de la hoja.

- **DESNIVELES**

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 550 mm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

- **ESCALERAS Y RAMPAS**

La escalera de entrada al edificio cumplirá las siguientes condiciones:

La huella medirá 280 mm. como mínimo, y la contrahuella 130 mm. como mínimo y 185 mm. como máximo.

En la escalera de acceso al altillo técnico se cumplirán con las condiciones a aplicar a las escaleras de servicio y uso restringido.

- **LIMPIEZA DE LOS ACRISTALAMIENTOS EXTERIORES.**

No procede.

### 1.2.2.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 2: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O ATRAPAMIENTO.

- **IMPACTO**

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio. La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2100 mm. en zonas de uso restringido y 2200 mm. en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm., como mínimo.

Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2200 mm., como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que vuelen más de 150 mm. en la zona de altura comprendida entre 1000 mm. y 2200 mm. medida a partir del suelo.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2000 mm., tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos. Las puertas de paso situadas en el lateral de los pasillos se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo. Las superficies acristaladas dispondrán de barrera de protección con una altura igual o superior a 900 mm.

- **ATRAPAMIENTO**

Los elementos de funcionamiento automático dispondrán de dispositivos de protección adecuados de al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

### 1.2.3.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 3: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO.

- **APRISIONAMIENTO**

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

Las puertas de un recinto con dispositivo para su bloqueo desde el interior, como son las puertas de aseos, dispondrán de sistema de desbloqueo desde el exterior del recinto.

La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 150 N, como máximo.

### 1.2.4.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 4: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA.

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

- **ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN.**

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece a continuación, medido a nivel de suelo:

Iluminación exterior exclusiva para personas, 10 lux.

Iluminación exterior para vehículos o mixtas, 10 lux.

Iluminación interior exclusiva para personas, 75 lux.

Iluminación interior para vehículos o mixtas, 50 lux.

- **ALUMBRADO DE EMERGENCIA.**

El edificio proyectado dispondrá de un sistema de alumbrado de emergencia. que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.

b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:

- En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
- En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
- En cualquier otro cambio de nivel.
- En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la iluminancia horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.
- c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la iluminancia máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
- d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
- e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes.
- b) La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.
- c) La relación entre la luminancia Lblanca, y la luminancia Lcolor >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- d) Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

#### **1.2.5.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 5: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES CON ALTA OCUPACIÓN.**

En este proyecto no se prevé la existencia de zonas ni situaciones con posibilidad de alta ocupación.

#### **1.2.6.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 6: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO.**

Se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

Los pozos, depósitos, o conducciones abiertas que sean accesibles a personas y presenten riesgo de ahogamiento estarán equipados con sistemas de protección, tales como tapas o rejillas, con la suficiente rigidez y resistencia, así como con cierres que impidan su apertura por personal no autorizado.

#### **1.2.7.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 7: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO.**

Se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

Esta exigencia básica es aplicable a las zonas de uso Aparcamiento y vías de circulación de vehículos existentes en los edificios.

#### **1.2.8.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 8: SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO.**

Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ , y siempre que el tipo de eficiencia requerida en la instalación  $E$  sea mayor de 0,80 (Nivel de protección 4).

La frecuencia esperada de impactos, " $N_e$ ", puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

$N_g$ : densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km<sup>2</sup>)

$A_e$ : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

$C_1$ : coeficiente relacionado con el entorno.

En este caso, el valor de estos coeficientes es el siguiente:

$$N_g = 2,5$$

$$A_e = 4.523 \text{ m}^2$$

$$C_1 = 1 \text{ (edificio aislado)}$$

Por lo tanto, el valor de " $N_e$ ", en este caso es:  **$N_e = 0,0113075$**

El riesgo admisible, " $N_a$ ", puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 * C_3 * C_4 * C_5} * 10^{-3}$$

$C_2$ : coeficiente en función del tipo de construcción.

$C_3$ : coeficiente en función del tipo de edificio.

$C_4$ : coeficiente en función del uso del edificio.

$C_5$ : coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

En este caso, el valor de estos coeficientes es el siguiente:

$$C_2 = 0,5 \text{ (Cubierta y estructura metálicas)}$$

$$C_3 = 1 \text{ (Edificio sin contenido inflamable)}$$

$$C_4 = 1 \text{ (resto de edificios)}$$

$$C_5 = 1 \text{ (Resto de edificios)}$$

Por lo tanto, el valor de " $N_a$ ", en este caso es:  **$N_a = 0,011$**

En consecuencia, la frecuencia esperada de impactos, " $N_e$ ", es mayor que el riesgo admisible, " $N_a$ ", y por lo tanto, es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo.

### Descripción de la instalación.

Conforme a lo establecido en el apartado anterior, se determina el valor mínimo de la eficiencia 'E' de dicha instalación mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

$$N_a = 0,0110 \text{ impactos/año}$$

$$N_e = 0,0113075 \text{ impactos/año}$$

$$E = 0,027$$

Como:

$$0,00 \leq 0,027 < 0,80$$

Nivel de protección: 4

Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

### 1.2.9.- EXIGENCIA BÁSICA SUA 9: ACCESIBILIDAD.

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

Se trata de un edificio de otros usos (uso industrial) con planta baja de uso privado.

#### 1.2.9.1.- CONDICIONES FUNCIONALES

- **ACCESIBILIDAD EN EL EXTERIOR DEL EDIFICIO**

La parcela dispone al menos de un itinerario accesible que comunica la entrada al edificio.

- **ACCESIBILIDAD ENTRE PLANTAS DEL EDIFICIO.**

Edificio con planta baja.

#### 1.2.9.2.- DOTACIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES

- **PLAZAS DE APARCAMIENTO ACCESIBLES**

La zona de aparcamiento contará con una plaza accesible, ya que, por la superficie de aparcamiento disponible, el número de plazas de aparcamiento es inferior a 50.

- **SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES**

Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:

- a) Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.
- b) En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo y una ducha accesibles por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.

No exigible.

#### 1.2.9.3.- CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN PARA LA ACCESIBILIDAD

- **DOTACIÓN**

Se señalarán los elementos que se indican a continuación:

- Entradas al edificio accesibles (Al existir más de una entrada al edificio)
- Plazas de aparcamiento.

- **CARACTERÍSTICAS:**

- La entrada al edificio accesible y la plaza de aparcamiento accesible se señalarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.
- Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

- Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura  $3\pm 1$  mm en interiores y  $5\pm 1$  mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm. 5 Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE41501. :2002

### 1.3.- DOCUMENTO BÁSICO HS, SALUBRIDAD.

En lo referente a Salubridad, el proyecto cumplirá las exigencias básicas impuestas por el CTE:

- EXIGENCIAS BÁSICAS DE SALUBRIDAD (HS) "HIGIENE, SALUD Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE".**
  - El objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
  - Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
  - El Documento Básico "DB-HS Salubridad" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de salubridad.

#### 1.3.1.- EXIGENCIA BÁSICA HS 1: PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD.

Se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

#### DATOS PREVIOS

Cota de la cara inferior del suelo en contacto con el terreno: ..... -9,10 m.  
 Cota del nivel freático: ..... > -4,00 m.  
 Presencia de agua (según Art. 2.1.1. DB HS 1): ..... Baja

#### MUROS EN CONTACTO CON EL TERRENO

No procede.

#### SUELOS

- Grado de impermeabilidad

Presencia de agua: ..... Baja  
 Coeficiente de permeabilidad del terreno: .....  $K_s \leq 10^{-5}$  cm/s  
 Grado de impermeabilidad según tabla 2.1, DB HS 1: ..... 1

- Solución constructiva

Tipo de muro: ..... De gravedad  
 Tipo de suelo: ..... Solera  
 Tipo de intervención en el terreno: ..... Sin intervención

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

- **Condiciones de la solución constructiva**

Según tabla 2.2, DB HS1: **C2+C3+D1**

**C2:** Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

**C3:** Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

**D1:** Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

- **FACHADAS**

- **Grado de impermeabilidad**

Zona pluviométrica:..... III  
 Altura de coronación del edificio sobre el terreno:..... 8,12 m.  
 Zona eólica:..... A  
 Clase del entorno en el que está situado el edificio:..... E0  
 Grado de exposición al viento: ..... V2  
 Grado de impermeabilidad según tabla 2.5, DB HS1: ..... 3

- **Solución constructiva**

Cerramientos de paneles tipo sadwich y hormigón prefabricado.

- **Condiciones de la solución constructiva**

Según tabla 2.7, DB HS 1 (2 conjuntos de condiciones optativas): **R1+C2**

– **Resistencia a la filtración del revestimiento exterior R1:** el revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:
- Espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada;
- Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
- Permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
- Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración;
- Cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.


– **Composición de la hoja principal C2:** Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

- **Solución Constructiva:**

Cerramientos en muros de hormigón y paneles tipo sandwich.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

|   |  |
|---|--|
|  | Proyecto Básico y de ejecución de instalación de locales prefabricados en explotación agrícola, en Chañe (Segovia) |
|   |  |

• **CUBIERTAS:**

**Grado de impermeabilidad Único**

• **Solución constructiva**

Tipo de cubierta:.....Inclinada convencional

Uso: .....No transitable

Condición higrotérmica:.....Con extractores

Barrera contra el paso del vapor de agua:

- No (cuando no se prevean condensaciones según DB HE 1)
- Si (cuando se prevean condensaciones según DB HE 1)

Sistema de formación de pendiente:

- Paneles sándwich con chapas metálicas de acero prelacadas de 0,5 mm. de espesor.

Pendiente:.....15% (5 % mínima según tabla 2.10, DB HS 1)

Aislamiento térmico:.....No exigible.

Capa de impermeabilización: .....No exigible.

Tejado: .....Panel sándwich (chapa exterior 0,6 mm).

Sistema de evacuación de aguas:.....No exigible.

• **Solución constructiva**

Panel sándwich de núcleo de espuma de poliuretano, con chapas metálicas de acero prelacadas de 0,5 mm. de espesor en el exterior y el interior, y 50 mm. de espesor.

**1.3.2.- EXIGENCIA BÁSICA HS 2: RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS.**

Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal manera que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

Esta sección se aplica a los edificios de viviendas de nueva construcción, tengan o no locales destinados a otros usos, en lo referente a la recogida de los residuos ordinarios generados en ellos.

**1.3.3.- EXIGENCIA BÁSICA HS 3: CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.**

1. Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.
2. Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

Esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y garajes.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

### 1.3.4.- EXIGENCIA BÁSICA HS 4: SUMINISTRO DE AGUA.

1. Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal del agua.
  2. Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.
  3. Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal del agua.
  4. Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.
- Caracterización y cuantificación de las exigencias. Condiciones mínimas de suministro.

- Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

| Tipo de aparato                        | Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s] | Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s] |
|--|---|---|
| Lavamanos                              | 0,05  | 0,03  |
| Lavabo                                 | 0,10  | 0,065   |
| Ducha                                  | 0,20  | 0,10  |
| Bañera de 1,40 m o más                 | 0,30  | 0,20  |
| Bañera de menos de 1,40 m              | 0,20  | 0,15  |
| Bidé                                   | 0,10  | 0,065   |
| Inodoro con cisterna                   | 0,10  | -   |
| Inodoro con fluxor                     | 1,25  | -   |
| Urinarios con grifo temporizado        | 0,15  | -   |
| Urinarios con cisterna (c/u)           | 0,04  | -   |
| Fregadero doméstico                    | 0,20  | 0,10  |
| Fregadero no doméstico                 | 0,30  | 0,20  |
| Lavavajillas doméstico                 | 0,15  | 0,10  |
| Lavavajillas industrial (20 servicios) | 0,25  | 0,20  |
| Lavadero                               | 0,20  | 0,10  |
| Lavadora doméstica                     | 0,20  | 0,15  |
| Lavadora industrial (8 kg)             | 0,60  | 0,40  |
| Grifo aislado                          | 0,15  | 0,10  |
| Grifo garaje                           | 0,20  | -   |
| Vertedero                              | 0,20  | -   |

- Presión mínima

En los puntos de consumo la presión mínima ha de ser:

- 100 Kpa para grifos comunes.
- 150 Kpa para fluxores y calentadores.
- Presión máxima

Así mismo no se ha de sobrepasar los 500 Kpa.

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

- **Diseño de la instalación**

#### ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA

- Edificio con su solo titular/contador.
- Abastecimiento directo.
- Suministro público continuo y presión suficientes.

Los elementos que componen la instalación de A.F. y que se recogen en el esquema de fontanería incluido en los planos que se acompañan, son los siguientes:

- Acometida (llave de toma + tubo de alimentación + llave de corte).
- Llave de corte general.
- Filtro de la instalación.
- Contador en armario o en arqueta.
- Llave de paso.
- Grifo o racor de prueba.
- Válvula de retención.
- Llave de salida.
- Tubo de alimentación
- Instalación particular (llave de paso + derivaciones particulares + ramales de enlace + puntos de consumo).

#### ESQUEMA. INSTALACIÓN INTERIOR PARTICULAR

Todos los elementos que componen la instalación de suministro de agua, tanto caliente, como fría, se recogen en los esquemas de fontanería y, en cuanto a su producción, en el de calefacción y energía solar, incluidos en los planos que se acompañan.

#### NOTAS

Al tratarse de una instalación individual, la red de distribución de A.C.S. está dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m. Montaje con dilatadores y anclajes libres. Las tuberías de ACS, tanto en impulsión como en retorno, se aislarán con coquilla flexible de espuma elastomérica de 9/18 mm. de espesor, según el R.I.T.E.

El sistema de regulación y control de la temperatura estará incorporado en el equipo de producción y preparación. El control sobre la recirculación será tal que pueda recircularse el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada.

- **Dimensionado de las instalaciones y materiales utilizados**

#### Reserva de espacio para el contador

Dimensiones del armario para el contador:

Contador  $\varnothing$  nominal 25 mm.:900x500x300 mm. (Largo x Ancho x Alto)

- **Dimensionado de la red de distribución de AF**

#### DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS

El dimensionado de la red se hace a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se parte del circuito considerado como más desfavorable que es aquel que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hace de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- a) El caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1, DB HS 4.
- b) Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- c) Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

coeficiente de simultaneidad correspondiente.

- d) Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
- Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
  - Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
- e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.
- **Dimensionado de la presión**

Se comprueba que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- a) Determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas pueden estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
- b) Comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se verifica si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida será necesaria la instalación de un grupo de presión.

- **Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace**

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionan conforme a lo que se establece en la tabla 4.2, DB HS 4, que se relaciona a continuación, el resto se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia:

| Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos |                                     |                          |
|--|-------------------------------------|--------------------------|
| Aparato o punto de consumo                       | Diámetro nominal del ramal o enlace |                          |
|  | Tubo de acero (")                   | Tubo de cobre o plástico |
| Lavamanos  | ½                                   | 12                       |
| Lavabo, bidé                                     | ½                                   | 12                       |
| Ducha  | ½                                   | 12                       |
| Bañera < 1,40 m.                                 | ¾                                   | 20                       |
| Bañera > 1,40 m.                                 | ¾                                   | 20                       |
| Inodoro con cisterna                             | ½                                   | 12                       |
| Inodoro con fluxor                               | 1- ½                                | 25-40                    |
| Urinario con grifo temporizado                   | ½                                   | 12                       |
| Urinario con cisterna                            | ½                                   | 12                       |
| Fregadero doméstico                              | ½                                   | 12                       |
| Fregadero industrial                             | ¾                                   | 20                       |
| Lavavajillas doméstico                           | ½ (rosca a ¾)                       | 12                       |
| Lavavajillas industrial                          | ¾                                   | 20                       |
| Lavadora doméstica                               | ¾                                   | 20                       |
| Lavadora industrial                              | 1                                   | 25                       |
| Vertedero  | ¾                                   | 20                       |

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionan conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, DB HS 4, adoptándose como mínimo los valores de la tabla 4.3., que se relacionan a continuación:

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

| Diámetros mínimos de los tramos de alimentación                              |           |                        |
|--|-----------|------------------------|
| Tramo considerado  | Acero (") | Cobre o plástico (mm). |
| Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina                     | ¾         | 20                     |
| Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial | ¾         | 20                     |
| Columna (montante o descendente)   | ¾         | 20                     |
| Distribuidor principal   | 1         | 25                     |

- Dimensionado de la red de ACS

Para la red de impulsión o ida de ACS se sigue el mismo método de cálculo que para la red de agua fría.

Para determinar el caudal que circula por el circuito de retorno, se estima que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura es como máximo de 3º C desde la salida del acumulador o intercambiado en su caso.

El caudal de retorno se estima según reglas empíricas de la siguiente forma:

- Considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4, DB HS 4 adjunta.

| Relación entre Ø de tubería y caudal recirculado de ACS. |                      |                          |
|--|----------------------|--------------------------|
| Ø de tubería en (")                                      | Ø de tubería en (mm) | Caudal recirculado (L/h) |
| ½  | 12                   | 140                      |
| ¾  | 20                   | 300                      |
| 1  | 25                   | 600                      |
| 1 ¼  | 32                   | 1.100                    |
| 1 ½  | 38                   | 1.800                    |
| 2  | 50                   | 3.300                    |

- OTRAS CONSIDERACIONES

Los fregaderos, lavabos e inodoros estarán dotados de llaves de escuadra de 8 mm. de diámetro interior en sus tuberías de alimentación para facilitar su independencia del resto de la red en caso de avería y reparación.

La situación de los aparatos sanitarios, de las conducciones de agua fría y caliente está definida en el plano de fontanería.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial o, en su defecto las normas UNE.

Cuando el material de equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

Las características de los materiales a emplear, tales como conducciones, llaves de corte y aparatos sanitarios, así como las prescripciones de la ejecución de la instalación se especifican en el pliego de condiciones.

### 1.3.5.- EXIGENCIA BÁSICA HS 5: EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

Se dispondrán dos redes separativas de evacuación de aguas residuales, red de evacuación de aguas de proceso y aseo del personal y red de evacuación de pluviales.

- Descripción general

**Objeto:**

Evacuación de aguas residuales y pluviales.

Sin drenajes de aguas correspondientes a niveles freáticos.

**Características del alcantarillado:**

Saneamiento a red general del municipio.

**Capacidad de la red:**

Diámetro de las tuberías de alcantarillado:..... 315 mm.

Pendiente:..... >1 %

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

- Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales

#### Derivaciones individuales

Las Unidades de desagüe adjudicadas a cada tipo de aparato (UDs) y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales son las establecidas en la tabla 4.1, DB HS 5, en función del uso:

Para el cálculo de las UD de aparatos sanitarios o equipos que no estén incluidos en la tabla siguiente, se utilizan los valores que se indican en la tabla 4.2, DB HS 5 en función del diámetro del tubo de desagüe:

| Diámetro del desagüe, mm | Número de UDs |
|--------------------------|---------------|
| 32                       | 1             |
| 40                       | 2             |
| 50                       | 3             |
| 60                       | 4             |
| 80                       | 5             |
| 100                      | 6             |

| Tipo de aparato sanitario                       | Unidades de desagüe UD            |             | Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm] |             |
|---|-----------------------------------|-------------|--|-------------|
|   | Uso privado                       | Uso público | Uso privado  | Uso público |
| Lavabo  | 1                                 | 2           | 32   | 40          |
| Bidé  | 2                                 | 3           | 32   | 40          |
| Ducha   | 2                                 | 3           | 40   | 50          |
| Bañera (con o sin ducha)                        | 3                                 | 4           | 40   | 50          |
| Inodoros  | Con cisterna                      | 4           | 5  | 100         |
|   | Con fluxómetro                    | 8           | 10   | 100         |
| Urinario  | Pedestal                          | -           | 4  | -           |
|   | Suspendido                        | -           | 2  | -           |
|   | En batería                        | -           | 3.5  | -           |
| Fregadero                                       | De cocina                         | 3           | 6  | 40          |
|   | De laboratorio, restaurante, etc. | -           | 2  | -           |
| Lavadero  | 3                                 | -           | 40   | -           |
| Vertedero                                       | -                                 | 8           | -  | 100         |
| Fuente para beber                               | -                                 | 0.5         | -  | 25          |
| Sumidero sifónico                               | 1                                 | 3           | 40   | 50          |
| Lavavajillas                                    | 3                                 | 6           | 40   | 50          |
| Lavadora  | 3                                 | 6           | 40   | 50          |
| Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé) | Inodoro con cisterna              | 7           | -  | 100         |
|   | Inodoro con fluxómetro            | 8           | -  | 100         |
| Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)        | Inodoro con cisterna              | 6           | -  | 100         |
|   | Inodoro con fluxómetro            | 8           | -  | 100         |

Los diámetros indicados en la tabla se considerarán válidos para ramales individuales con una longitud aproximada de 1,50 m. Los que superen esta longitud, se procede a un cálculo pormenorizado del ramal, en función de esta, su pendiente y el caudal a evacuar.

- Botes sifónicos o sifones individuales

Los botes sifónicos serán de 110 mm. para 3 entradas y de 125 mm. para 4 entradas. Tendrán la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura. Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

- **Ramales de colectores**

El dimensionado de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante se realiza de acuerdo con la tabla 4.3, DB HS 5 según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector:

| Diámetro mm | Máximo número de UD's |       |       |
|-------------|-----------------------|-------|-------|
|             | Pendiente             |       |       |
|             | 1 %                   | 2 %   | 4 %   |
| 32          | -                     | 1     | 1     |
| 40          | -                     | 2     | 3     |
| 50          | -                     | 6     | 8     |
| 63          | -                     | 11    | 14    |
| 75          | -                     | 21    | 28    |
| 90          | 47                    | 60    | 75    |
| 110         | 123                   | 151   | 181   |
| 125         | 180                   | 234   | 280   |
| 160         | 438                   | 582   | 800   |
| 200         | 870                   | 1.150 | 1.680 |

- **Bajantes**

El dimensionado de las bajantes se hace de acuerdo con la tabla 4.4, DB HS 5, en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UD's y el diámetro que le corresponde a la bajante, conociendo que el diámetro de esta será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

| Diámetro, mm | Máximo número de UD's, para una altura de bajante de: |                  | Máximo número de UD's, en cada ramal para una altura de bajante de: |                  |
|--------------|---|------------------|---|------------------|
|              | Hasta 3 plantas                                       | Más de 3 plantas | Hasta 3 plantas   | Más de 3 plantas |
| 50           | 10  | 25               | 6   | 6                |
| 63           | 19  | 38               | 11  | 9                |
| 75           | 27  | 53               | 21  | 13               |
| 90           | 135   | 280              | 70  | 53               |
| 110          | 360   | 740              | 181   | 134              |
| 125          | 540   | 1.100            | 280   | 200              |
| 160          | 1.208   | 2.240            | 1.120   | 400              |
| 200          | 2.200   | 3.600            | 1.680   | 600              |
| 250          | 3.800   | 5.600            | 2.500   | 1.000            |
| 315          | 6.000   | 9.240            | 4.320   | 1.650            |

- **Colectores**

El dimensionado de los colectores horizontales se hace de acuerdo con la tabla 4.5, DB HS 5, obteniéndose el diámetro en función del máximo número de UD's y de la pendiente:

| Diámetro<br>mm | Máximo número de Uds |        |        |
|----------------|----------------------|--------|--------|
|                | Pendiente            |        |        |
|                | 1 %                  | 2 %    | 4 %    |
| 50             | -                    | 20     | 25     |
| 63             | -                    | 24     | 29     |
| 75             | -                    | 38     | 57     |
| 90             | 96                   | 130    | 160    |
| 110            | 264                  | 321    | 382    |
| 125            | 390                  | 480    | 580    |
| 160            | 880                  | 1.056  | 1.300  |
| 200            | 1.600                | 1.920  | 2.300  |
| 250            | 2.900                | 3.500  | 4.200  |
| 315            | 5.710                | 6.920  | 8.290  |
| 350            | 8.300                | 10.000 | 12.000 |

## 2.- CUMPLIMIENTO DE OTROS REGLAMENTOS Y DISPOSICIONES.

### 2.1.- PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO.

Se aplicará la normativa vigente de la Junta de Castilla y León respecto al ruido, así como la N.N.S.S. vigente en el municipio. Será de aplicación la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León.

Los ruidos emitidos procederán de la maquinaria a instalar y de los vehículos de transporte de materias primas y productos acabados.

#### 2.1.1.- AREAS ACÚSTICAS.

El proyecto se localiza en una zona alejada de edificaciones residenciales, con varias industrias y próxima a la carretera. Teniendo en cuenta estas premisas, el área acústica exterior de esta zona se puede calificar como Tipo 1, área de silencio. Zona de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren de una protección muy alta contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio del siguiente uso del suelo:

- cualquier uso en suelo no urbanizable.

#### 2.1.2.- HORARIO DE ACTIVIDAD.

La actividad se realizará en horario diurno.

#### 2.1.3.- VALORES LÍMITE DE INMISIÓN Y EMISIÓN.

Según el Anexo I de la Ley 5/2009, los valores límite de niveles sonoros producidos por emisores acústicos son los siguientes:

- Límite de emisión.

Ninguna instalación, establecimiento, maquinaria, actividad o comportamiento podrán emitir más de 95 dB(A) a 1,5 metros de distancia, exceptuando lo establecido en esta ley o en la normativa sectorial que resulte de aplicación. La emisión de ruido producida en el edificio proyectado será siempre inferior a 55 dB(A) a 1,5 m de distancia.

- Límite de inmisión en exteriores.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

Ninguna instalación, establecimiento, maquinaria, actividad o comportamiento podrán transmitir al medio ambiente exterior, niveles sonoros superiores a los indicados en el siguiente cuadro, medidos conforme al Anexo V.1 de la Ley 5/2009:

| ÁREA RECEPTORA EXTERIOR  | L <sub>Aeq 5s</sub> dB(A) |                     |
|--|---------------------------|---------------------|
|  | DÍA<br>8 h – 22 h         | NOCHE<br>22 h – 8 h |
| Tipo 1. Área de silencio.  | 50                        | 40                  |
| Tipo 2. Área levemente ruidosa.  | 55                        | 45                  |
| Tipo 3. Área tolerablemente ruidosa.<br>.- Uso de oficinas o servicios y comercial.<br>.- Uso recreativo y espectáculos. | 60<br>63                  | 50<br>53            |
| Tipo 4. Área ruidosa   | 65                        | 55                  |

En el edificio proyectado la actividad se desarrollará en horario diurno o nocturno, siendo la inmisión en exteriores siempre inferior a 40 dB(A).

- Límite de inmisión en interiores.

Ninguna instalación, establecimiento, maquinaria actividad o comportamiento, podrán transmitir a los locales colindantes, en función del uso de éstos, niveles sonoros superiores a los indicados en el siguiente cuadro, medidos conforme al Anexo V.1 de la Ley 5/2009:


| ÁREA RECEPTORA INTERIOR                   | L <sub>Aeq 5s</sub> dB(A) |                     |
|---|---------------------------|---------------------|
|   | DÍA<br>8 h – 22 h         | NOCHE<br>22 h – 8 h |
| Uso sanitario y bienestar social.         | 30                        | 25                  |
| Uso de viviendas:                         |                           |                     |
| – Recintos protegidos.                    | 32                        | 25                  |
| – Cocinas, baños y pasillos.              | 40                        | 30                  |
| Uso de hospedaje:                         |                           |                     |
| – Dormitorios                             | 35                        | 30                  |
| Uso administrativo y oficinas:            |                           |                     |
| – Despachos profesionales.                | 35                        | 35                  |
| Uso docente:                              |                           |                     |
| – Aulas, salas de lectura y conferencias. | 30                        | 30                  |
| Uso comercial                             | 55                        | 55                  |

En el edificio proyectado se encuentra aislado de otras edificaciones, y separado de zonas habitables. Por lo tanto, la inmisión en interiores será siempre inferior a la establecida en la tabla anterior.

#### 2.1.4.- VALORES LÍMITE DE NIVELES SONOROS AMBIENTALES.

En áreas urbanizadas existentes se establecen los siguientes valores objetivos para el ruido ambiental:

| ÁREA RECEPTORA   | Índices de ruido dB(A)     |                           |                          |                  |
|--|----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|
|  | L <sub>d</sub><br>7h – 19h | L <sub>e</sub><br>19h–23h | L <sub>n</sub><br>23h–7h | L <sub>den</sub> |
| Tipo 1. Área de silencio.  | 60                         | 60                        | 50                       | 61               |
| Tipo 2. Área levemente ruidosa.  | 65                         | 65                        | 55                       | 66               |
| Tipo 3. Área tolerablemente ruidosa.<br>.- Uso de oficinas o servicios y comercial.<br>.- Uso recreativo y espectáculos. | 70<br>73                   | 70<br>73                  | 65<br>63                 | 73<br>74         |
| Tipo 4. Área ruidosa   | 75                         | 75                        | 65                       | 76               |
| Tipo 5. Área especialmente ruidosa   | sin determinar             |                           |                          |                  |

|   |  |
|---|--|
|  | Proyecto Básico y de ejecución de instalación de locales prefabricados en explotación agrícola, en Chañe (Segovia) |
|   |  |

En las áreas no urbanizadas, los límites máximos de niveles sonoros ambientales en los espacios naturales no podrán superar los siguientes valores:

| ÁREA RECEPTORA                                | Índices de ruido dB(A)     |                           |                          |                  |
|---|----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|
|   | L <sub>d</sub><br>7h – 19h | L <sub>e</sub><br>19h–23h | L <sub>n</sub><br>23h–7h | L <sub>den</sub> |
| Tipo 1. Área de silencio: Espacios naturales. | 60                         | 60                        | 50                       | 61               |

En cualquier caso, el edificio proyectado no generará ruido en cualquier horario superior a 50 dB(A)

### 2.1.5.- AISLAMIENTOS ACÚSTICOS DE ACTIVIDADES.

Los edificios proyectados están aislados de otras edificaciones distintas a las industriales, y no se encuentran cercanos a zonas habitables.

El aislamiento acústico respecto al resto de recintos interiores y exteriores deberá ser el necesario para garantizar el cumplimiento de los valores límite del Anexo I de la ley 5/2009.

El nivel de ruido producido en el edificio proyectado será siempre inferior a 60 dB(A).

Al ser el nivel de ruido producido, inferior al límite establecido, los elementos constructivos del edificio serán siempre adecuados para garantizar el cumplimiento del aislamiento acústico necesario.

### 2.1.6.- VALORES LÍMITE DE VIBRACIONES.

| ÁREA RECEPTORA INTERIOR                                  | L <sub>aw</sub> |
|--|-----------------|
| Uso de viviendas y uso de hospedaje.                     | 75              |
| Uso sanitario y bienestar social.                        | 72              |
| Uso docente:<br>– Aulas, salas de lectura y conferencias | 72              |

- Corrección de la transmisión de vibraciones

Se tendrán en cuenta las siguientes reglas para reducir la transmisión de vibraciones:

- Todo elemento con órganos móviles se mantendrá en perfecto estado de conservación, principalmente en lo que se refiere a su equilibrio dinámico o estático, así como la suavidad de marcha de sus cojinetes o caminos de rodadura.
  - No se realizará el anclaje directo de las máquinas o soportes de esta, o cualquier órgano móvil, en las paredes medianeras, techos o forjados de separación entre locales de cualquier clase y actividad o elementos constructivos de la edificación.
  - El anclaje de toda máquina y órgano móvil, en suelos o estructuras no medianeras ni directamente conectadas con los elementos constructivos de la edificación, se dispondrá, en todo caso, interponiendo dispositivos antivibratorios adecuados.
  - Las máquinas de arranque violento, las que trabajen por golpes o choques bruscos y las dotadas de órganos con movimiento alternativo, estarán ancladas en bancadas independientes, sobre el suelo firme, y aisladas de la estructura de la edificación y del suelo del local por intermedio de materiales absorbentes de la vibración.
  - Todas las máquinas se situarán de forma que sus partes más salientes al final de la carrera de desplazamiento queden a una distancia mínima de 0,70 metros de los muros perimetrales y forjados, debiendo elevarse a 1 metro esta distancia cuando se trate de elementos medianeros.
- a) Los conductos por los que circulen fluidos líquidos o gaseosos en forma forzada, conectados directamente con máquinas que tengan órganos en movimiento, dispondrán de dispositivos de separación que impidan la transmisión de vibraciones generadas en tales máquinas. Las bridas y soportes de los conductos tendrán elementos antivibratorios. Las aberturas de los muros para el paso de las conducciones se rellenarán con materiales absorbentes de la vibración.

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

- b) Cualquier otro tipo de conducción, incluso eléctrica, susceptible de transmitir vibraciones, independientemente de estar unida o no a órganos móviles, cumplirá lo especificado en el párrafo anterior.
- En los circuitos de agua se cuidará de que no se presente el «golpe de ariete» y las secciones y disposiciones de las válvulas y grifería habrán de ser tales que el fluido circule por ellas en régimen laminar para los gastos nominales.

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo 7: Gestión Residuos de Obra**

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

## ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

- 1 Memoria Informativa del Estudio
- 2 Definiciones
- 3 Medidas Prevención de Residuos
- 4 Cantidad de Residuos
- 5 Separación de Residuos
- 6 Medidas para la Separación en Obra
- 7 Destino Final
- 8 Prescripciones del Pliego sobre Residuos
- 9 Presupuesto
- 10 Fianza
- 11 Plantilla de impresos

## 0.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El "Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición" se redacta como documento anexo al Proyecto "" conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCDs), teniendo por objetivo fomentar, por este orden, la prevención, la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de los residuos generados durante la ejecución de las obras, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

En el Estudio se establecen las previsiones, las pautas y los objetivos que se deberán cumplir en relación con la gestión de los RCD durante la ejecución de la obra. El contratista redactará el Plan de gestión de residuos en el que concretará la manera de cumplir con los objetivos del Estudio en función de la planificación prevista y los recursos y proveedores destinados para la ejecución de la obra.

Quedan fuera del ámbito de este Estudio, entre otros, los residuos que están regulados por legislación específica, o cuando estén mezclados con otros RCDs, como los suelos contaminados y los elementos que contengan amianto. A estos les será de aplicación la legislación específica, o este Real Decreto e aquellos aspectos allí no contemplados.

### 1. Estimación de la cantidad de residuos generados codificados conforme a la Lista Europea de Residuos (Orden MAM/304/2002)

La estimación de las cantidades de residuos que previsiblemente van a ser generados durante la ejecución de las obras se realiza a partir de los datos publicados por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco IHOBE, por la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía, por la Agencia de Residuos de Cataluña ARC, por la Comunidad de Madrid y por la Asociación Española de Empresarios de Demolición AEDED.

Estas entidades ofrecen una estimación del volumen de residuo generado, para cada tipo residuo considerado, en función del tipo de actuación (t/m<sup>2</sup>). Los valores adoptados vienen detallados en la **Tabla 2** y se complementan con el valor de la densidad aparente de los residuos considerados con la que se obtiene el volumen en metros cúbicos correspondiente a las toneladas generadas.

Los residuos se agrupan y clasifican en función de las características que condicionan el tipo de gestión al que se van a destinar y las operaciones a las que se van a someter, distinguiendo entre:

#### Terrenos

Procedentes de los excedentes no contaminados del desbroce del terreno, de la excavación y de los movimientos de tierra generados en el transcurso de las obras.

#### Pétreos

Los no contaminados, por su condición de residuos inertes, pueden destinarse a la elaboración de áridos reciclados, al relleno de zanjas y excavaciones o la restauración de canteras y minas.

#### No pétreos

Reúne un con junto de residuos, asimilables a los residuos urbanos (papel, cartón, plástico, vidrio, metales, etc.), que se caracterizan por su alto índice de reciclabilidad, por lo que su gestión deberá dirigirse siempre en esta dirección.

Por el contrario, también comprenden los materiales a base de yeso, los que actualmente no tienen la posibilidad de ser valorizados, debiendo separarse adecuadamente del resto de residuos por su poder contaminante y los residuos mezclados que, por su fragmentación y mezcla, ofrecen un escaso potencial de valorización.

#### Peligrosos

Por su naturaleza peligrosa (inflamables, combustibles, tóxicos, nocivos, corrosivos, etc.) requieren de un tratamiento o gestión específicos. Son fácilmente identificables ya que los materiales y productos que los generan vienen identificados con pictogramas de riesgo en sus envases o embalajes.

#### Basuras

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de basuras (Residuos Sólidos Urbanos) y se gestionarán como tales según estipule la normativa municipal reguladora de dichos residuos en la ubicación de la obra.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

**Tabla 1**  
**Posibles residuos peligrosos presentes en obras de nueva planta**

| Elemento           | Tipo de residuos   |
|--------------------|--|
| Cimentación        | Suelos contaminados, aerosoles de marcado vacíos<br>Lodos bentoníticos de perforación  |
| Estructura         | Restos de limpieza de hormigonera conteniendo lechada de cemento Portland<br>Restos de aditivos de hormigón y sus envases<br>Restos de aceites desenconfrantes y sus envases<br>Madera tratada con productos conservantes<br>Resto de productos conservantes de la madera<br>Escoria generada en el proceso de soldadura, sellantes, material asfáltico impermeabilizaciones |
| Aislamientos       | Bidones y aerosoles vacíos de poliuretano  |
| Impermeabilización | Recortes de láminas de impermeabilización  |
| Acabados           | Restos de alquitranes<br>Sobrantes y envases de pinturas y barnices<br>Sobrantes y envases de pinturas y antioxidantes<br>Sobrantes y envases de líquidos para pulir terrazo y piedra natural<br>Sobrantes y envases de ácidos para acabados de hormigón visto<br>Elementos de puesta en obra contaminados con pinturas, pinceles y rodillos                                 |
| Instalaciones      | Envases decolas, resinas, siliconas, ...   |
| Medios auxiliares  | Vertido sobre el terreno de aceite de maquinaria, baterías, filtros de aceites, trapos contaminados, ...   |

**Tabla 2**  
**Posibles residuos peligrosos presentes en obras de rehabilitación, reforma o demolición**

| Elemento           | Tipo de residuos  |
|--------------------|---|
| Cimentación        | Suelos contaminados   |
| Estructura         | Protección de estructuras metálicas con flocado de fibras de amianto<br>Elementos estructurales de madera tratados con conservantes tóxicos   |
| Aislamientos       | Asilamientos con sustancias potencialmente peligrosas   |
| Impermeabilización | Impermeabilizaciones con sustancias potencialmente peligrosas<br>Placas de fibrocemento   |
| Acabados           | Placas de falso techo con contenido de amianto<br>Pavimentos vinílicos con contenido de amianto<br>Alquitranes<br>Pinturas con contenido de plomo   |
| Instalaciones      | Tuberías y bajantes de fibrocemento<br>Tuberías de plomo<br>Depósitos de fibrocemento<br>Calorifugado de tuberías con contenido de amianto<br>Tubos fluorescentes y lámparas de vapor de mercurio<br>Detectores iónicos de humo susceptibles de generar radicaciónes superiores a las admisibles<br>Transformadores eléctricos con PCB o PCT<br>Pararrayos radioactivos |

Fuente: Guía sobre gestión de residuos de construcción y demolición. AEDED

### 1.1. Parámetros del proyecto según tipo de intervención

La estimación de la cantidad de residuos generados se realiza a partir de los siguientes parámetros de proyecto:

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Movimiento de tierras (m3)</b>         | <b>64</b>       |
| Volumen de desbroce (m3)                  | 0               |
| Volumen de excavación (m3)                | 64              |
| <b>Derribos y demoliciones (m2)</b>       | <b>0</b>        |
| Edificio Muros de fábrica (m2)            | 0               |
| <b>Rehabilitación de edificación (m2)</b> | <b>0</b>        |
| Rehabilitación (m2)                       | 0               |
| <b>Edificación (m2)</b>                   | <b>700,00</b>   |
| Industrial (m2)                           | 700,00          |
| <b>Urbanización (m2)</b>                  | <b>1.677,75</b> |
| Urbanización (m2)                         | 1.677,75        |

Tabla  
Residuos generados por tipo de actuación t/m<sup>2</sup>

3

| Tipo de residuo      |                                     |   |   |                                       | Obra nueva  |            |              |
|----------------------|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|-------------|------------|--------------|
| Tipo                 | Naturaleza                          | Código LER                                | Designación   | Densidad del residuo t/m <sup>3</sup> | Edificación |            | Urbanización |
|                      |                                     |   |   |                                       | Residencial | Industrial |              |
| No peligrosos        | Terrenos                            | 20 02 01                                  | Desbroce y poda   | 0,8                                   |             |            |              |
|                      |                                     | 17 05 04                                  | Tierra y piedras  | 1,8                                   |             |            | 0,0065       |
|                      | Pétreos                             | 17 01 01                                  | Hormigón  | 1,75                                  | 0,02        | 0,03       | 0,003        |
|                      |                                     | 17 01 03                                  | Tejas y materiales cerámicos  | 1,2                                   | 0           | 0          | 0,05         |
|                      | No pétreos                          | 17 04 07                                  | Metales mezclados   | 1,5                                   | 0,005       | 0,008      | 0,0003       |
|                      |                                     | 17 02 01                                  | Madera  | 0,8                                   | 0           | 0          | 0,001        |
|                      |                                     | 17 02 02                                  | Vidrio  | 0,4                                   | 0,001       | 0,001      | 0,0001       |
|                      |                                     | 17 02 03                                  | Plástico  | 0,6                                   | 0,002       | 0,002      | 0,0005       |
|                      |                                     | 20 01 01                                  | Papel y cartón  | 0,75                                  | 0,002       | 0,002      | 0,0001       |
|                      | Mezclados                           | 17 03 02                                  | Mezclas bituminosas   | 1                                     | 0           | 0          | 0,005        |
| 17 08 02             |                                     | Materiales de construcción a base de yeso | 0,9   | 0                                     | 0           |            |              |
| Peligrosos y basuras | Potencialmente peligrosos y basuras | 17 09 03 *                                | Otros residuos, incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas | 0,8                                   | 0,002       | 0,002      | 0,0005       |
|                      |                                     | 20 03 01                                  | Mezcla de residuos municipales (basura)   | 0,6                                   | 0,001       | 0,001      | 0,0001       |

**Tabla**  
**Identificación LER y estimación de la cantidad de residuos generada (masa y volumen)**

| Tipo de residuo |            |            |   | Edificación           |                |            |                |              |                |        |                |
|-----------------|------------|------------|---|-----------------------|----------------|------------|----------------|--------------|----------------|--------|----------------|
| Tipo            | Naturaleza | Código LER | Designación                                     | Movimiento de tierras |                | Industrial |                | Urbanización |                | Total  |                |
|                 |            |            |   | t                     | m <sup>3</sup> | t          | m <sup>3</sup> | t            | m <sup>3</sup> | t      | m <sup>3</sup> |
| No peligrosos   | Terrenos   | 20 02 01   | Desbroce y poda                                 | 0,00                  | 0,00           | 0,00       | 0,00           | 0,00         | 0,00           | 0,00   | 0,00           |
|                 |            | 17 05 04   | Tierra y piedras                                | 115,20                | 64,00          | 0,00       | 0,00           | 10,91        | 6,06           | 126,11 | 70,06          |
|                 | Pétreos    | 17 01 01   | Hormigón  | 0,00                  | 0,00           | 21,00      | 12,00          | 5,03         | 2,88           | 26,03  | 14,88          |
|                 |            | 17 01 03   | Tejas y materiales cerámicos                    | 0,00                  | 0,00           | 0,00       | 0,00           | 0,00         | 0,00           | 0,00   | 0,00           |
|                 | No pétreos | 17 04 07   | Metales mezclados                               | 0,00                  | 0,00           | 5,60       | 3,73           | 0,50         | 0,34           | 6,10   | 4,07           |
|                 |            | 17 02 01   | Madera  | 0,00                  | 0,00           | 0,00       | 0,00           | 0,00         | 0,00           | 0,00   | 0,00           |
|                 |            | 17 02 02   | Vidrio  | 0,00                  | 0,00           | 0,70       | 1,75           | 0,17         | 0,42           | 0,87   | 2,17           |
|                 |            | 17 02 03   | Plástico  | 0,00                  | 0,00           | 1,40       | 2,33           | 0,84         | 1,40           | 2,24   | 3,73           |
|                 |            | 20 01 01   | Papel y cartón                                  | 0,00                  | 0,00           | 1,40       | 1,87           | 0,17         | 0,22           | 1,57   | 2,09           |
|                 |            | 17 03 02   | Mezclas bituminosas                             | 0,00                  | 0,00           | 0,00       | 0,00           | 0,00         | 0,00           | 0,00   | 0,00           |
|                 | Mezclados  | 17 08 02   | Materiales de construcción a base de yeso       | 0,00                  | 0,00           | 0,00       | 0,00           | 0,00         | 0,00           | 0,00   | 0,00           |
|                 |            | 17 09 04   | Residuos mezclados de construcción y demolición | 0,00                  | 0,00           | 0,00       | 0,00           | 1,68         | 1,34           | 1,68   | 1,34           |



Proyecto Básico y de ejecución de instalación de locales de descanso prefabricados en explotación agrícola, en Chañe (Segovia)

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

## 2. Medidas para la prevención de residuos en la obra

Con el objetivo de reducir la generación de residuos durante la ejecución de la obra, se adoptarán las siguientes medidas:

### 2.1 Formación y seguimiento del Plan de gestión de residuos

Como medida general, el personal de obra debe tener la formación y el conocimiento suficiente sobre la gestión de los residuos en la obra y sobre los procedimientos establecidos para la correcta gestión de los residuos generados (rellenar la documentación de transferencia de residuos, comprobar la calificación de los transportistas y la correcta manipulación de los residuos). Todos los intervinientes en la ejecución de la obra, incluidos las subcontratas, deben ser conocedores de sus obligaciones en relación con los residuos y que han de cumplir con las directrices del Plan de gestión de residuos.

El gestor de los residuos se encargará de presentar y explicar, tanto al personal propio como a las subcontratas participantes en la ejecución de las obras, el Plan de gestión de residuos, especialmente las partes relacionadas con las obligaciones y derechos de los operarios, las buenas prácticas y los criterios de señalización y etiquetado de los residuos.

mismo se establecerá un sistema para informar periódicamente sobre el seguimiento y control de la gestión de residuos realizados.

### 2.2 Minimizar los embalajes de los suministros

Los embalajes de los suministros son una de las principales fuentes generadoras de residuos en las obras de nueva planta, por lo que resulta necesario minimizar su presencia:

- Se dará preferencia a proveedores que empleen para sus productos envases con materiales reciclados, biodegradables o reutilizables.
- Se fomentará la reutilización los pallets y embalajes evitando su deterioro en obra.
- Se solicitará a los proveedores que minimicen los envasados de cartón, papel y plástico, reduciéndolos a los imprescindibles y evitando los decorativos o superfluos. Así mismo se les solicitará que retiren los embalajes de sus suministros.
- Se fomentará el uso de envases de gran capacidad y la realización de compras a granel.

### 2.3 Optimizar los materiales empleados

- En general, se adquirirán las cantidades justas de los materiales, evitando los sobrantes o excedentes innecesarios y el consiguiente incremento del volumen de residuos generados.
- Evitar la compra de productos que contengan componentes con sustancias peligrosas.
- Se priorizará la contratación de materiales de reutilización, reciclables, de origen reciclado o con etiquetado o "certificados ambientales" y el uso de elementos prefabricados frente a los elaborados en obra.
- Los suministros se almacenarán en sus embalajes originales hasta el momento de su utilización. Se preverán zonas de acopio protegidas de la lluvia y del viento, situadas fuera de los recorridos de tránsito de la obra, para proteger a los materiales de posibles deterioros o roturas accidentales.
- Se programarán las entregas de hormigones de central de manera que se evite el principio de fraguado del hormigón y su obligada devolución a planta.
- Se preverá el empleo los restos de hormigón fresco en otras partes de la obra, como hormigón de limpieza, base de soldados, mejora de accesos, etc. Los restos no utilizados se almacenarán sobre una superficie dura para reducir los desperdicios y, posteriormente, se depositará en contenedores específicos evitando su contaminación.
- Se priorizará las armaduras de acero elaboradas en taller, evitando los recortes y despuntes realizados en obra.
- Antes de su colocación, se replanteará la disposición de tejas y piezas cerámicas de manera que se minimicen los recortes y elementos sobrantes. Los restos de ladrillos, tejas y material cerámico se segregarán de los restos de aglomerante antes de depositarlos en el contenedor correspondiente.
- Se dispondrá de una zona de corte para evitar la dispersión de restos de ladrillos, baldosas, bloques...
- Los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- Se pactará con el proveedor la devolución de los materiales de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), que no se utilice en la obra, evitando así la acumulación de residuos.
- Elegir preferentemente gestores de tierras, rocas y piedras dedicados a la reutilización o la valorización.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

- Las unidades de obra finalizadas se protegerán frente posibles roturas accidentales.

#### 2.4 Demoliciones

En la medida de lo posible, las tareas de demolición se realizarán empleando técnicas de desconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valorización de los residuos.

Como norma general, la demolición se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente el resto.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

### 3. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación

En la Tabla 5 se especifican las operaciones y destino previstos para cada una de las cantidades de los residuos que prevé se generan durante la ejecución de las obras detalladas en la Tabla 1, conforme a las definiciones y criterios que más adelante se detallan. Estas previsiones se adoptan en función de la información disponible en el momento de la redacción del presente Estudio de gestión de residuos. El contratista principal, como poseedor de los residuos, tiene la posibilidad en función de su planificación y medios, de proponer operaciones y gestores alternativos en el Plan de gestión de residuos, previa aprobación por parte de la dirección facultativa. En cualquiera de los casos, se deberá cumplir que:

- De acuerdo con el RD 105/2008, queda expresamente prohibido la eliminación (depósito en vertedero) de los residuos generados que no hayan sido sometidos a un tratamiento previo, salvo para aquellos que sea técnicamente inviable.
- Todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a este fin, evitando su eliminación.
- La eliminación de los residuos se limitará a aquellos residuos o fracciones residuales no susceptibles de valorización.
- Cada entrega de residuos debe constar en un documento en el que figuren al menos:
  1. Identificación del poseedor.
  2. Identificación del productor.
  3. Obra de procedencia.
  4. Número de licencia.
  5. Cantidad en toneladas y/o en metros cúbicos de RCD identificados según la codificación en vigor.
  6. Identificación del gestor de destino.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

**Tabla**  
**Operaciones y destinos previstos de los residuos generados**

5

| Naturaleza                          | Código  | Residuo  | Operación  | Gestor de destino            |
|-------------------------------------|---------|--|--|------------------------------|
| Terrenos                            | 20 01   | 02 Desbroce y poda   | Reutilización en propia obra o externa de tierras  | -                            |
|                                     | 17 04   | 05 Tierra y piedras  | Restauración de espacios ambientalmente degradados | Estación de transferencia    |
| No pétreos                          | 17 01   | 02 Madera  | Valorización                                       | Estación de transferencia    |
|                                     | 17 03   | 02 Plástico  | Valorización                                       | Estación de transferencia    |
| Mezclados                           | 17 04   | 09 Residuos mezclados de construcción y demolición                                       | Almacenamiento                                     | Estación de transferencia    |
| Potencialmente peligrosos y basuras | 17 03 * | 09 Otros residuos, incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas | Almacenamiento                                     | Estación de transferencia RP |
|                                     | 20 01   | 03 Mezcla de residuos municipales (basura)   | -  | -                            |

#### 4. Medidas para la separación de los residuos en la obra

La separación en origen según la naturaleza y el tipo de residuo es la base fundamental para facilitar su posterior reutilización, reciclaje o valorización y minimizar la presencia de residuos banales destinados a su eliminación.

Como medidas de carácter general, los residuos se manipularán y separarán de manera que:

- Se evite el abandono, vertido o eliminación incontrolada de residuos y toda mezcla o dilución de éstos que dificulte su posterior gestión.
- Se segregarán todos los residuos que sea posible, con el fin de no generar más residuos de los necesarios o convertir en peligrosos los residuos que no lo son al mezclarlos, encareciendo y dificultando su gestión.
- Los productos de un residuo susceptible de ser reciclado o de valorización deberán destinarse a estos fines, evitando su eliminación en todos los casos que sea posible.

En el caso de que, por falta de espacio físico, no sea técnicamente viable separar los residuos en obra, el poseedor podrá encomendar a un gestor autorizado la separación en una instalación de tratamiento de RCDs externa. En gestor deberá acreditar documentalmente haber cumplido con el fraccionamiento en nombre del poseedor.

#### Separación en fracciones

De acuerdo con el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos generados en la obra se almacenarán o acopiarán de manera separada cuando se rebasen las siguientes cantidades:

**Tabla** **6**  
**Cantidades límite para separar en fracciones**

| Residuo                     | Cantidad |
|-----------------------------|----------|
| Hormigón                    | 80,00 t  |
| Ladrillos, tejas, cerámicos | 40,00 t  |
| Metal                       | 2,00 t   |
| Madera                      | 1,00 t   |
| Vidrio                      | 1,00 t   |
| Plástico                    | 0,50 t   |
| Papel y cartón              | 0,50 t   |

Por razones de eficiencia económica (una mayor inversión en medios para el almacenaje fraccionado supone un ahorro en los costes de depósito en instalaciones de gestión), se adoptan los siguientes criterios adicionales para optar entre la separación en fracciones o por un almacenamiento mezclado:

- Independientemente del volumen de tierras y piedras no contaminadas y los residuos procedentes del desbroce o la poda generados, estos se almacenarán o acopiarán separadamente del resto de los residuos.
- Los restos de tierras y piedras procedentes de préstamos autorizados que no se empleen en la obra para la que han sido autorizados, deben almacenarse de manera separada para posteriormente devolver al proveedor para utilizarse en la restauración de los terrenos afectados por dicho préstamo.
- Para fomentar su reciclaje, el papel y cartón, la madera y el plástico -especialmente los procedentes del embalaje de los suministros- y el vidrio -en el caso de derribos o demoliciones- se almacenarán fraccionadamente con independencia del volumen de los residuos generados.
- En obras de nueva planta o demoliciones en las que la presencia material de construcción a base de yeso (placas de yeso laminado, placas de escayola, ...) se prevea elevada, estos residuos se almacenarán por separado. Aunque el reciclado de elementos de yeso es incipiente (actualmente inexistente en nuestro entorno) la separación de ese tipo de residuo evita la contaminación que supondría su mezcla con otros residuos valorizables y el correspondiente sobrecoste de su gestión.
- En obras de urbanización de viales los residuos procedentes de mezclas bituminosas se almacenarán por separado con independencia del volumen generado.

En la tabla siguiente se resume el modo de separación y almacenaje de los residuos previstos en obra:

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

**Tabla**  
**Separación y modo de almacenaje en obra según tipo de residuo**

7

| Naturaleza                          | Código     | Designación   | Cantidad (t) | Límite (t) | Mezclado | Fraccionado |
|-------------------------------------|------------|---|--------------|------------|----------|-------------|
| Terrenos                            | 20 02 01   | Desbroce y poda   | 0            | 0          |          | X           |
|                                     | 17 05 04   | Tierra y piedras  | 126,11       | 0          |          | X           |
| No pétreos                          | 17 02 01   | Madera  | 0            | 1          |          | X           |
|                                     | 17 02 03   | Plástico  | 2,2388748    | 0,5        |          | X           |
| Mezclados                           | 17 09 04   | Residuos mezclados de construcción y demolición                                       | 1,6777496    | 0          | X        |             |
| Potencialmente peligrosos y basuras | 17 09 03 * | Otros residuos, incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas | 2,2388748    | 0          |          | X           |
|                                     | 20 03 01   | Mezcla de residuos municipales (basura)   | 0,86777496   | 0          |          | X           |

## 6. Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto

### 6.1 Descripción

#### Descripción

Operaciones destinadas al almacenamiento, el manejo, la separación y en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción o demolición generados dentro de la obra. Se considera residuo lo expuesto en la Ley 22/2011, de 28 de julio, y obra de construcción o demolición, la actividad descrita en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

#### Criterios de medición y valoración

La valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente, debe contemplar y desglosarse en los siguientes conceptos:

- Clasificación y almacenaje de residuos en obra; comprendiendo el conjunto de medios (contenedores, contenedores de tajo, sacos, depósitos, ...) y tareas destinadas a clasificar y almacenar en obra los residuos generados.
- Carga y transporte de los residuos a instalación autorizada
- Depósito de los residuos en instalación autorizada
- Medios para la valorización de los residuos en obra (plantas móviles, ensayos, ...)

La valoración debe incluir los costes de implantación del Plan de gestión de residuos y el control y la supervisión de su puesta en práctica. La unidad de medida de los residuos es la tonelada, complementada con su volumen en m<sup>3</sup>, referidos y codificados conforme a la vigente Lista Europea de Residuos (LER) en Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.

### 6.2 Prescripción de carácter general

El criterio para la gestión de residuos deberá seguir los siguientes objetivos por este orden, quedando expresamente desautorizado el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo:

1. Reducción.
2. Reutilización.
3. Reciclaje.
4. Valorización.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, centro de reciclaje de plásticos/madera...) son centros con la autorización del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicho órgano, e inscritos en los registros correspondientes.

Para la contratación de los gestores de residuos, se buscará la mejor opción para cada fracción de residuo. Como mejor opción se entiende a aquel gestor que, estando a menos de 30 Km de la obra, ofrezca la reutilización, reciclaje o valorización al mejor precio y utilizando las mejores tecnologías disponibles.

El poseedor de residuos está obligado a presentar a la propiedad de los mismos el Plan de gestión de residuos que acredite como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con la gestión de residuos en la obra; se ajustará a lo expresado en el Estudio de gestión de residuos incluido, por el productor de residuos, en el proyecto de ejecución. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa, y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El Plan de gestión de residuos preverá la realización reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

Se deberá planificar la ejecución de la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su posible minimización o reutilización, así como designar un coordinador responsable de poner en marcha el Plan de gestión de residuos y explicarlo a todos los miembros del equipo.

El poseedor de residuos tiene la obligación, mientras se encuentren en su poder, de mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora vigente y las autoridades municipales.

Las actividades de valorización en la obra se llevarán a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que perjudiquen al medio ambiente y, en particular, al agua, al aire, al suelo, a la fauna o a la flora, sin provocar molestias por ruido ni olores y sin dañar el paisaje y los espacios naturales que gocen de algún tipo de protección de acuerdo con la legislación aplicable. La dirección facultativa de la obra deberá aprobar los medios previstos para dicha valorización in situ.

En el caso en que se adopten otras medidas de minimización de residuos, se deberá informar, de forma fehaciente, a la Dirección Facultativa para su conocimiento y aprobación, sin que éstas supongan menoscabo de la calidad de la ejecución.

En el caso en que la legislación de la Comunidad Autónoma exima de la autorización administrativa para las operaciones de valorización de los residuos no peligrosos de construcción y demolición en la misma obra, las actividades deberán quedar obligatoriamente registradas en la forma que establezca la Comunidad Autónoma.

### 6.3 Prescripción en cuanto a la separación y almacenamiento de residuos en obra

La separación en las diferentes fracciones se llevará a cabo, preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Cuando, por falta de espacio físico en la obra, no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación externa a la obra, con la obligación, por parte del poseedor, de sufragar los correspondientes costes de gestión y de obtener la documentación acreditativa de que se ha cumplido, en su nombre, la obligación que le correspondía.

El contratista dispondrá de los medios necesarios para el almacenamiento, acopio y transporte de los residuos en el interior de la obra, seleccionando los contenedores más adecuados para cada tipo de residuo. La obra deberá contar, como mínimo, con una zona para el almacenaje de residuos No Peligrosos y otra para los residuos Peligrosos correctamente señalizadas. Ambas deberán adecuarse a las condiciones de seguridad e higiene necesarias en función de la tipología de residuos que se depositen en ellos y de las ordenanzas municipales vigentes. Ambas zonas deberán tener la capacidad de almacenar la totalidad de fracciones de residuo que se plantee separar, respetando la heterogeneidad necesaria entre residuos para evitar su mezcla.

#### Residuos no peligrosos

Se dispondrá de un espacio especialmente habilitado en zona de afección de la obra –punto verde o limpio- para almacenar los contenedores y acopios necesarios para la separación de los residuos no peligrosos generados durante la ejecución de la obra. Este espacio, quedará convenientemente señalado y, para cada fracción, se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo. Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible y facilitar la correcta separación de cada residuo. En los mismos debe figurar aquella información que se detalla en la correspondiente reglamentación de cada Comunidad Autónoma, así como las ordenanzas municipales, y que como mínimo comprenderá la denominación del residuo a contener y su código LER.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados, tanto en número como en volumen, evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite. Una vez alcanzado el volumen máximo admisible para el saco o contenedor, el productor del residuo tapaná el mismo y solicitará, de forma inmediata, al transportista autorizado, su retirada. El productor deberá proceder a la limpieza del espacio ocupado por el contenedor o saco al efectuar las sustituciones o retirada de los mismos. Los transportistas de tierras deberán proceder a la limpieza de la vía afectada, en el supuesto de que la vía pública se ensucie a consecuencia de las operaciones de carga y transporte.

Los materiales pétreos, tierras y hormigones procedentes de la excavación o demolición, podrán almacenarse sin contenedores específicos, sobre el terreno en un área limitada y convenientemente separados unos de otros para evitar la mezcla y contaminación.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

Los contenedores de residuos de materiales pétreos destinados a su reciclaje como el relleno de zanjas, acondicionamiento de terrenos áridos reciclados, ... deben permanecer limpios de materiales contaminantes, debiéndose realizar controles periódicos para garantizar el correcto almacenamiento.

El Plan de gestión de residuos concretará la necesidad y dimensión de los contenedores en función de la planificación y ejecución de obra. Como norma para minimizar los costes de transporte, se utilizarán contenedores con la mayor capacidad posible para cada tipo de residuo.

#### Residuos peligrosos

Cuando se generen residuos clasificados como peligrosos, el poseedor (constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos) deberá disponer de un espacio especialmente habilitado en zona de afección de la obra para el acopio en el que almacenarlos a cubierto de la lluvia en un recinto cerrado, en un espacio exterior cubierto o en envases cerrados, evitando el arrastre de los residuos peligrosos por lluvia o nieve.

El suelo deberá estar adecuadamente impermeabilizado y contar con un sistema de recogida de residuos líquidos, independiente y separado de la red de alcantarillado, para evitar la contaminación por derrames accidentales del tipo:

- Cubeto de retención de vertidos de recogida con una capacidad mínima igual al 10% del depósito.
- Un bordillo perimetral que permita la recogida de líquidos en una arqueta estanca que actúe como depósito de fugas.
- Otros sistemas que garanticen el confinamiento de cualquier derrame.

Se evitará la exposición a fuertes corrientes de viento que puedan propiciar el arrastre o transporte por viento de los residuos peligrosos.

Los recipientes y envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, conteniendo la siguiente información:

1. Datos del productor del residuo: Nombre de la empresa, dirección y teléfono.
2. Código LER (Lista Europea de Residuos) del residuo.
3. Fecha de inicio del almacenamiento.
4. Pictograma de la naturaleza del riesgo conforme el Anexo II del RD 833/1988.

El tiempo máximo de acopio de los residuos peligrosos no debe superar nunca los 6 meses.

#### Almacenaje en el tajo

Se dispondrán los medios de acopio necesario para que se realice la adecuada recogida selectiva de los residuos generados durante la ejecución de las unidades de obra. Las sacas o los contenedores que se utilicen deberán estar correctamente señalizados informando del tipo de RCD para el que estén destinados y, en caso necesario, con la denominación del industrial responsable de ellos. Estos se situarán en el mismo punto donde se general los residuos y deberán permitir que cualquier operario los pueda desplazar manualmente. Como criterio general se recomienda:

#### Tabla

8

#### Tipo de contenedor para almacenaje de residuos en tajo

| Residuo  | Tipo de contenedor                        |
|--|---|
| Residuos pequeños de instalación:<br>Banales pequeños: cables, tubos, bridas, enganches, etc.... | Contenedor de basura con ruedas o similar |
| Residuos pesados:<br>Escombros, madera, yeso laminado, vidrio y chatarra                         | Contenedor metálico autoportante          |
| Residuos ligeros:<br>Papel y cartón, plástico de embalaje y banales                              | Saca tipo Big Bag                         |

Queda prohibido el empleo de bateas o cajones de obras.

#### Transporte de los residuos por el interior de la obra

Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajos y vías de circulación.

La zona de contenedores y acopios se ubicará lo más cerca posible de los accesos a obra, facilitando así la carga y descarga de contenedores al transportista.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

No se permitirá la descarga directa sobre camión por medio de grúa torre ni de residuos sobre contenedor ni del propio contenedor lleno. En caso de que la grúa desplace un contenedor de camión, lo ubicará sobre terreno firme y será el camión de cadenas o gancho el que procederá a cargarse el contenedor.

El transportista deberá mostrar el albarán de ubicación, cambio o retirada del contenedor/contenedores correctamente cumplimentado y dejará una copia en obra.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

Para transportes de tierras situadas por niveles inferiores a la cota 0 el ancho mínimo de la rampa será de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12% o del 8%, según se trate de tramos rectos o curvos, respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.

Se controlará que cada contenedor contenga el residuo que se negoció con el transportista ya que de esta manera el camión no deba transportar una carga superior a la autorizada.

#### 6.4 Prescripción en cuanto a la ejecución de la obra

##### Condiciones generales

Reclamar al encargado general los contenedores de tajo para poder retirar los residuos que generen tus trabajadores.

Asegurarse de que tus trabajadores limpian las herramientas y los tajos al final de cada jornada.

Asegurarse de que tus trabajadores no mezclan los residuos.

Acordar con el gruista o carretillero la retirada de residuos en un momento concreto de la jornada

En el caso de residuos peligrosos, tapar los líquidos y seguir las indicaciones del fabricante en las fichas de seguridad (control de apilamientos, no mezclarlos con otros residuos, etc.)

Los residuos especiales tales como aceites, pinturas y productos químicos, deben separarse y guardarse en contenedor seguro o en zona reservada y cerrada. Se prestará especial atención al derrame o vertido de productos químicos (por ejemplo, líquidos de batería) o aceites usados en la maquinaria de obra. Igualmente, se deberá evitar el derrame de lodos o residuos procedentes del lavado de la maquinaria que, frecuentemente, pueden contener también disolventes, grasas y aceites.

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

##### Demoliciones

En las obras de demolición, deberá primarse los trabajos de deconstrucción sobre los de demolición indiscriminada.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

Se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares... para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.

Se retirarán los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o reutilizar (cerámicos, mármoles...). Los residuos reutilizables, se tratarán con cuidado para no deteriorarlos y se almacenarán en lugar seguro evitando que se mezclen con otros residuos.

Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.

El depósito temporal de los escombros, tanto en planta como fuera de ella, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

- Posibles residuos peligrosos: Materiales que contienen amianto. Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. Punto 17 06 05\* (6), para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación.

Las obras con presencia de residuos que contengan amianto deberán cumplir el Real Decreto 108/1991, así como la legislación laboral correspondiente. La determinación de residuos peligrosos se hará según la vigente Lista Europea de Residuos (LER) en Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.

#### Movimiento de tierras

Las excavaciones se ajustarán a las dimensiones especificadas en proyecto. Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

Los depósitos de tierra deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa y se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación de la maquinaria de obra.

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

En general, la Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, contiene las normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron. En estas situaciones, no es necesario acreditar la valorización de estos residuos. Pero si no es éste el caso, se ha de considerar lo siguiente.

- Posibles residuos peligrosos: Tierra y piedras contaminadas. Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a las autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005, y en aplicación de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

#### Estructuras de hormigón

Se centralizarán los trabajos de corte de madera y tabloneros para facilitar la limpieza y aprovechamiento de piezas de encofrado. El uso de mesas de corte sobre sacas facilita la recogida del serrín.

|                         |                                  |                              |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia Tfno.: 921.413079  | www.thingenieros.es          |

Evitar en la medida de lo posible soldar materiales impregnados con sustancias tóxicas o peligrosas.

Se protegerá siempre el suelo del vertido de desencofrante.

El sobrante del camión hormiguera debe ser devuelto a planta.

Una vez desencofrados, se limpiarán los tablonos y placas de encofrado de restos y se barrerán las superficies terminadas.

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán depositados en una balsa de decantación o en un contenedor que hará de balsa de decantación impermeabilizado adecuadamente con plásticos. El objetivo de dicho contenedor o balsa de decantación es el de separar la fracción sólida de la líquida para poder tratar el hormigón como residuo inerte.

- Posibles residuos peligrosos:  
 Envases metálicos de restos de desencofrantes, aditivos (retardadores, acelerantes, plastificantes y aireantes), siliconas, masillas y otros materiales de sellado, etc....  
 Trapos sucios manchados con residuos tóxicos.  
 Restos de electrodos de soldadura.  
 Botellas y bombonas de gas u oxígeno.  
 Envases que han contenido producto tóxico.

### Fachadas y particiones

La obra de fábrica debe ejecutarse preferentemente con piezas completas; los recortes se reutilizarán únicamente para solucionar detalles que deban resolverse con piezas pequeñas, evitando de este modo la rotura de nuevas piezas. Para facilitar esta tarea es conveniente delimitar un área donde almacenar estas piezas que luego serán reutilizadas.

Prever el paso de instalaciones a la hora de levantar tabiques: dejar sin colocar las dos/tres últimas hileras de material cerámico o equivalente con un ancho suficiente para facilitar el paso de instalaciones y evitar el repicado innecesario.

Acercar al máximo los puntos de generación de mortero a los tajos de consumo para evitar trayectos largos con carretón u otros medios de contención que normalmente se llenan demasiado y dejan restos por todo el trayecto.

Centralizar los trabajos de corte de piezas para facilitar la limpieza del tajo y aprovechamiento de dichas piezas. Es recomendable situarlos cerca de un contenedor.

- Posibles residuos peligrosos:  
 Envases plásticos de restos de aditivos, retardadores, acelerantes, plastificantes y aireantes, desengrasantes, siliconas, adhesivos, aceites, combustibles y productos de limpieza, etc....  
 Trapos sucios manchados con residuos tóxicos.

### Revestimientos cerámicos, de piedra y terrazo de paramentos, suelos y escaleras

Acercar al máximo los puntos de generación de mortero y adhesivo a los tajos de consumo para evitar trayectos largos con carretón u otros medios de contención que normalmente se llenan demasiado y dejan restos por todo el trayecto.

Centralizar los trabajos de corte de piezas para facilitar la limpieza del tajo y aprovechamiento de dichas piezas. Es recomendable situarlos cerca de un contenedor.

Facilitar con previsión los medios de contención de lechada en planta y prever el acercamiento de contenedores a los puntos de generación de lodos de pulido.

Acondicionar los contenedores metálicos que se utilicen para desechar lodos de pulido con plásticos de retractilado.

- Posibles residuos peligrosos:  
 Sacos de papel que han contenido productos tapaporos o tapajuntas o morteros indicados como productos tóxicos o peligrosos.  
 Envases que han contenido aditivos, desengrasantes, disolventes, material de sellado o productos de limpieza y abrillantado de superficies.  
 Envases plásticos de desengrasantes y disolventes, aceites, siliconas, adhesivos, colas y otros materiales de sellado, productos de limpieza y otros productos relacionados con tratamientos de saneamiento de superficies a tratar.

### Aislamientos e impermeabilizaciones

Los materiales se pedirán en rollos o piezas, lo más ajustados posible, a las dimensiones necesarias para evitar sobrantes. Antes de su colocación, se planificará su disposición para proceder a la apertura del menor número de rollos.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

Reutilizar las sacas que transportan la arena o grava de protección de membrana impermeable, en caso de que se utilice, para residuos poco pesados como por ejemplo papel-cartón o plástico de embalaje (nunca volver a utilizar con áridos u otros residuos pesados).

- Posibles residuos peligrosos: Aerosoles (espumas de poliuretano proyectado, etc....). Envases plásticos de desengrasantes y disolventes, siliconas, adhesivos, aceites, combustible y otros productos relacionados con tratamientos de saneamiento de superficies a tratar. Envases de productos para impermeabilización, como bituminosos que contienen alquitrán de hulla.

#### **Pinturas**

Gestionar los envases de pintura, barnices y disolventes por medio de su propia empresa y no dejarlos en obra.

Las latas vacías de los materiales tóxicos se deben ubicar en sistemas de contención estancos adecuados.

- Posibles residuos peligrosos: Polvo metálico proveniente del pulido de las superficies a tratar. Envases plásticos de desengrasantes y disolventes, siliconas, adhesivos, detergentes y otros materiales de sellado, productos de limpieza y otros productos relacionados con tratamientos de saneamiento de superficies a tratar.

#### **Electricidad**

Procurar que los trabajadores que fijen instalaciones lleven consigo una bolsa de plástico para desechar los pequeños recortes de material.

- Posibles residuos peligrosos: Lámparas y fluorescentes, compactas y otras lámparas de descarga. Detectores radioactivos, pararrayos, líquidos de centros de transformación, mecanismos que contienen mercurio, etc.... Pilas y baterías.

### **6.5 Prescripción en cuanto al control documental de la gestión**

El poseedor de los residuos (contratista) deberá entregar al productor (promotor) los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de residuos realizada, que ésta ha sido realizada en los términos regulados por la normativa vigente y por el Plan de gestión de residuos, o en sus modificaciones.

El gestor de los residuos deberá extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando:

- Identificación del poseedor, del productor y del gestor de las operaciones de destino.
- La obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra.
- Tipo de los residuos entregados codificados con arreglo a la lista europea de residuos vigente o norma que la sustituya.
- Las cantidades de los residuos entregados, expresada en toneladas y en metros cúbicos.

Además, el poseedor deberá aportar los albaranes del transporte junto con los tickets de la báscula de pesaje de los residuos.

Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

Para aquellos residuos que sean reutilizados en otras obras, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Tanto el productor como el poseedor deberán mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Se deberá llevar a cabo un control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD aporten los albaranes de transporte además de los tickets báscula de los residuos.

El transportista deberá estar autorizado por el órgano ambiental competente para transportar los RCD que se separen en obra.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

## 7 valoración del coste previsto de la gestión de los RCDs

La estimación económica del "Estudio de gestión de residuos" tiene por objetivo garantizar la disponibilidad de suficientes recursos económicos para implantar el correspondiente "Plan de gestión de residuos" durante la ejecución de la obra.

Para poder realizar la estimación, es necesario presuponer unos medios de gestión, almacenaje y transporte que puede diferir, como consecuencia de la planificación de la obra y recursos del contratista, de los que se contemplen en el Plan de gestión de residuos.

Esto puede suponer que existan ligeras diferencias entre estimación económica del Estudio y la posterior valoración detallada del Plan, pero nunca supondrá la supresión o eliminación de conceptos o trabajos previstos en la valoración del Estudio.

**7.1** A partir de las fracciones en las que se recogerán los residuos definidos en la tabla del punto 4.1, en la tabla siguiente se indica, para cada fracción de residuo, el medio de almacenaje previsto y su capacidad.

Los residuos de vertido mezclado -no fraccionado- se almacenarán en el depósito destinado a los "Residuos mezclados de construcción y demolición".

**7.2** Se opera con una distancia de transporte de 30 km desde la ubicación de la obra hasta las instalaciones autorizadas de gestión de residuos peligrosos y no peligrosos.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

Tabla: Medio de almacenaje según tipo de residuo 9

| Medio de almacenaje según tipo de residuo |            | Vertido   |             | Almacenaje             |            |                  |
|---|------------|---|-------------|------------------------|------------|------------------|
| Tipo                                      | Código     | Designación   | Tipo        | Volumen m <sup>3</sup> | Medio      | Capacidad        |
| No peligrosos                             | 17 02 03   | Plástico  | Fraccionado | 3,73                   | Contenedor | 6 m <sup>3</sup> |
|   | 17 02 01   | Madera  | Fraccionado | 0,00                   | Contenedor | 6 m <sup>3</sup> |
|   | 20 02 01   | Desbroce y poda   | Fraccionado | 0,00                   | Acopio     | -                |
|   | 17 05 04   | Tierra y piedras  | Fraccionado | 70,06                  | Acopio     | -                |
|   | 17 09 04   | Residuos mezclados de construcción y demolición                                       | Mezclado    | 24,55                  | Contenedor | 6 m <sup>3</sup> |
|   | 17 03 02   | Mezclas bituminosas   |             |                        |            |                  |
|   | 17 01 01   | Hormigón  |             |                        |            |                  |
|   | 17 04 07   | Metales mezclados   |             |                        |            |                  |
|   | 20 01 01   | Papel y cartón  |             |                        |            |                  |
|   | 17 08 02   | Materiales de construcción a base de yeso   |             |                        |            |                  |
|   | 17 01 03   | Tejas y materiales cerámicos  |             |                        |            |                  |
|   | 17 02 02   | Vidrio  |             |                        |            |                  |
| Peligrosos y basuras                      | 17 09 03 * | Otros residuos, incluidos los residuos mezclados, que contienen sustancias peligrosas | Fraccionado | 2,80                   | Bidón      | 200 l            |

| Capítulo del PEM  |          |    |   |          |            |         |   |
|---|----------|----|---|----------|------------|---------|---|
| Gestión de residuos del Presupuesto de Ejecución Material |          |    |   |          |            |         |   |
| <b>Total:</b>   |          |    |   |          |            |         | <b>586,40 €</b>   |
| <b>1. Clasificación y almacenaje de residuos en obra</b>  |          |    |   |          |            |         | <b>114,18 €</b>   |
| Naturaleza  | Código   | ud | Designación   | Precio   | Cantidad   | Importe | Observaciones   |
| Terrenos  | GRTT.2ba | t  | Carga de material de desbroce en contenedor o camión                          | 0,58 €   | 0          | 0,00 €  | Se reutiliza en obra  |
|   | GRTT.2aa | t  | Carga de material de excavación en contenedor o camión                        | 0,26 €   | 89,33      | 0,00 €  | Se reutiliza en la obra   |
| 1. Clasificación y almacenaje de residuos en obra         | GRNO.2b  | t  | Clasificación de RCDs en obra   | 3,25 €   | 12,4554992 | 40,48 € |   |
| No pétreos  | GRNT.2da | t  | Carga de residuos de madera en contenedor o camión                            | 0,92 €   | 0          | 0,00 €  | No se prevén residuos de madera, los pallets se reutilizarán por el proveedor |
|   | GRNT.2fb | t  | Carga de residuos de plástico en contenedor o camión                          | 18,72 €  | 2,2388748  | 0,00 €  | Materiales plásticos en contenedores de gestión municipal                     |
| Mezclados   | GRNT.2ja | t  | Carga de residuos de residuos mezclados en contenedor o camión                | 0,46 €   | 36,2498732 | 16,67 € |   |
| Potencialmente peligrosos y basuras                       | GRPO.3ca | u  | Suministro y llenado bidón de 200 l con residuos peligrosos                   | 57,02 €  | 1          | 57,02 € |   |
|   | GRPO.3eb | u  | Suministro y llenado contenedor de 1000 l con residuos peligrosos             | 262,41 € | 0,00       | 0,00 €  | Suficiente con 2 bidones de 200 l   |
|   | MMRB.2b  | u  | Contenedor residuos municipales (basuras) de 1000 l                           | 230,00 € | 0          | 0,00 €  | Se utilizará los contenedores municipales                                     |
| <b>2. Transporte a instalación autorizada</b>             |          |    |   |          |            |         | <b>391,06 €</b>   |
| Naturaleza  | Código   | ud | Designación   | Precio   | Cantidad   | Importe | Observaciones   |
| Terrenos  | GRTT.3b  | t  | Transporte de material de excavación o desbroce en camión de 15 t hasta 30 km | 3,20 €   | 89,33      | 0,00 €  | Se reutiliza en la obra   |
|   |          |    | Material de desbroce  |          | 0          |         |   |
|   |          |    | Tierras y piedras de excavación   |          | 89,33      |         | No se almacena pq es utilizado en relleno y nivelado de la nave               |

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

| No peligrosos  | GRNT.5bc | u  | Entrega, recogida y transporte de contenedor de 6 m3 hasta 30 km                   | 83,50 €  | 4         | 341,61 €       |   |  |
|--|----------|----|--|----------|-----------|----------------|---|--|
|  |          |    | Residuos mezclados   |          |           | 4              |   |  |
|  |          |    | Residuos de madera   |          |           | 0              |   | Madera fundamentalmente de palets que se reutilizarán, venta a proveedor |
|  |          |    | Residuos de plástico   |          |           | 0              |   | Sistema de contenedores municipales de separación residuos               |
| Peligrosos y basuras   | GRPT.1ab | u  | Transporte de bidones de 200 l de RP en camión hasta 30km                          | 49,45 €  | 1         | 49,45 €        |   |  |
|  |          |    | Bidones 200 l de residuos peligrosos   |          |           | 1              |   |  |
|  |          |    | Contenedores de 1m3 de residuos peligrosos   |          |           | 0              |   |  |
| <b>3. Depósito de los residuos en instalación autorizada</b> |          |    |  |          |           | <b>81,17 €</b> |   |  |
| Naturaleza   | Código   | ud | Designación  | Precio   | Cantidad  | Importe        | Observaciones   |  |
| Terrenos   | GRTD.2a  | t  | Depósito de material de desbroce en instalación autorizada                         | 6,38 €   | 0         | 0,00 €         | Se reutilizará en la finca (misma obra) para rellenos y nivelados             |  |
|  | GRTD.1a  | t  | Depósito de material de excavación en instalación autorizada                       | 2,50 €   | 89,33     | 0,00 €         | No se almacena pq es utilizado en relleno y nivelado en la finca              |  |
| No pétreos   | GRND.4a  | t  | Depósito de residuos de madera en instalación autorizada                           | 15,00 €  | -2,29     | 0,00 €         | Madera fundamentalmente de palets que se reutilizarán, venta a proveedor      |  |
|  | GRND.6a  | t  | Depósito de residuos de plástico en instalación autorizada                         | 30,00 €  | 2,2388748 | 0,00 €         | La empresa de instalación de las casetas prefabricadas gestiona sus embalajes |  |
| Mezclados  | GRND10b  | t  | Depósito de residuos mezclados en instalación autorizada                           | 15,00 €  | 1,6777496 | 25,17 €        |   |  |
| Potencialmente peligrosos y basuras                          | GRPD.1ic | u  | Depósito de bidón de 200 l con residuos peligrosos en instalación autorizada       | 47,00 €  | 1         | 47,00 €        |   |  |
|  | GRPD.1ge | u  | Depósito de contenedor de 1000 l con residuos peligrosos en instalación autorizada | 475,00 € | 0         | 0,00 €         | Suficiente con bidón de 200 l   |  |
|  | GRND11a  | u  | Depósito de contenedor residuos municipales (basuras) de 1000 l                    | 9,00 €   | 1         | 9,00 €         |   |  |

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

### Inventario de los residuos peligrosos

| Tipo Residuo   | Código        | Densidad t/m <sup>2</sup>    | Cantidad presente |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
|--|---------------|------------------------------|-------------------|----------------|------------------|----------------------|--|------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|--|--|---------------------|
|  |               |                              | ud                | m <sup>2</sup> | t m <sup>3</sup> |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <b>Generados por la propia actividad</b>   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <input type="checkbox"/> Otros residuos de construcción y demolición que contienen sustancias peligrosas   | 17 09 03*     | 0,8                          |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <b>Tierra, piedras y lodos de drenaje contaminados</b>   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <i>Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.</i>   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <i>Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.</i>   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <input type="checkbox"/> Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas  | 17 05 03*     | 1,8                          |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <input type="checkbox"/> Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas  | 17 05 05*     | 1                            |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <input type="checkbox"/> Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas  | 17 05 07*     | 1,5                          |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <b>Materiales que contienen amianto</b>  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <i>Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.</i>   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <input type="checkbox"/> Materiales de aislamiento que contienen amianto   | 17 06 01*     | 0,9                          |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Protección de estructuras metálicas (flocado) conteniendo amianto  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Conductos de aire acondicionado  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Mantas, cortinas ignífugas   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Puertas cortafuegos  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Calorifugado de tuberías con amianto   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Aislamientos en cerramientos conteniendo amianto   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Aislamiento de focos de calor en calderas, hornos  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Protecciones individuales en la eliminación de amianto (filtros, caretas...)   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <input type="checkbox"/> Materiales de construcción que contienen amianto  | 17 06 05*     | 0,9                          |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Placas de fibrocemento con amianto   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Tuberías y bajantes de fibrocemento con amianto  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Canalizaciones enterradas de fibrocemento que contienen amianto  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Depósitos de fibrocemento con amianto  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Tabiques pluviales de placas de fibrocemento con amianto   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Placas de falso techo que contienen amianto  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Pavimentos vinílicos que contienen amianto   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <b>Materiales que contienen otras sustancias peligrosas</b>  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <i>Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10</i>  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <input type="checkbox"/> Plomo   | 17 04 03      | 11,2                         |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Tuberías de plomo  |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Pinturas con plomo   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Baterías   |               |                              |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <input type="checkbox"/> Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas   | 17 01 06*     | 1,5                          |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>TH Ingenieros</b></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;">mariotabanera@telefonica.net</td> </tr> <tr> <td>Avenida Padre Claret 12</td> <td>40001 Segovia</td> <td>Tfno.: 921.413079</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>www.thingenieros.es</td> </tr> </table> |               |                              |                   |                |                  | <b>TH Ingenieros</b> |  | mariotabanera@telefonica.net | Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 |  |  | www.thingenieros.es |
| <b>TH Ingenieros</b>   |               | mariotabanera@telefonica.net |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
| Avenida Padre Claret 12  | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |
|  |               | www.thingenieros.es          |                   |                |                  |                      |  |                              |                         |               |                   |  |  |                     |

|  |   |           |      |
|--|---|-----------|------|
| <input type="checkbox"/>   | Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas  | 17 02 04* | 0,5  |
| <input type="checkbox"/>   | Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla  | 17 03 01* | 0,8  |
| <input type="checkbox"/>   | Alquitrán de hulla y productos alquitranados  | 17 03 03* | 0,8  |
| <input type="checkbox"/>   | Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas   | 17 04 09* | 4    |
| <input type="checkbox"/>   | Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas  |           |      |
| <input type="checkbox"/>   | Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas  | 17 08 01* | 0,7  |
| <input type="checkbox"/>   | Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio  | 17 09 01* |      |
| <input type="checkbox"/>   | Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB) | 17 09 02* | 1    |
| <b>Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos</b>  |   |           |      |
| <i>Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.</i>                                  |   |           |      |
| <i>Real Decreto 1428/1986, de 13 de junio, sobre pararrayos radiactivos (modificado por el Real Decreto 903/1987, de 10 de julio).</i> |   |           |      |
| <input type="checkbox"/>   | Detectores iónicos de humo susceptibles de generar radiaciones superiores a las admitidas   |           | 1,25 |
| <input type="checkbox"/>   | Pararrayos radiactivos  | 16 02 09* | 1,25 |
| <input type="checkbox"/>   | Transformadores y condensadores que contienen PCB   | 16 02 10* | 1,25 |
| <input type="checkbox"/>   | Equipos desechados que contienen PCB, o están contaminados por ellos, distintos de los especificados en el código 16 02 09. Equipos de aire acondicionado o refrigeración con clorofluorocarburos.  | 16 02 11* | 1,25 |
| <input type="checkbox"/>   | Pilas alcalinas y salinas   | 16 06 04  | 1,25 |
| <input type="checkbox"/>   | Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio   | 20 01 21* | 0,4  |

**Anexo** **1**

**Etiquetado de los residuos peligrosos**

Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble, al menos en la lengua española. La etiqueta tendrá un tamaño mínimo de 10x10 centímetros y contendrá la siguiente información:

- Datos del productor y poseedor del residuo: nombre de la empresa, dirección y teléfono.
- Código y descripción del residuo conforme a la lista europea de residuos LER vigente.
- Fecha de envasado (desde que se inicie el depósito del residuo en el lugar de almacenamiento).
- Pictogramas identificativos del peligro conforme al reglamento nº 1272/2008 de la CE. En el caso de coincidir varios riesgos, los pictogramas deben ajustarse al criterio de prioridad del artículo 26 del citado reglamento.
- Los pictogramas, la palabra de advertencia, las indicaciones de peligro y los consejos de precaución aparecerán juntos en la etiqueta.
- El color y la presentación de las etiquetas serán tales que el pictograma de peligro resalte claramente.

**Tabla** **10**

**Pictogramas de peligro para sustancias químicas según el Reglamento (CE) nº 1272/2008**

| Símbolo  | Clase de peligro y precauciones recomendadas   |
|--|--|
| <br>GHS01  | <p><b>HP1</b> <span style="float: right;"><b>Explosivo</b></span><br/>                     Sustancias y preparaciones que pueden explotar bajo efecto de una llama, chispa, electricidad estática, bajo el efecto del calor o que son más sensibles a los choques o fricciones que el dinitrobenzeno.</p> <p><b>Precaución:</b><br/>                     Evitar golpes, sacudidas, fricción, flamas o fuentes de calor.</p>  |
| <br>GHS02 | <p><b>HP3</b> <span style="float: right;"><b>Inflamable</b></span><br/>                     Sustancias y preparaciones que pueden calentarse y finalmente inflamarse en contacto con el aire a una temperatura normal sin necesidad de energía, o que pueden inflamarse fácilmente por una breve acción de una fuente de inflamación y que continúan ardiendo o consumiéndose después de haber apartado la fuente de inflamación, o inflamables en contacto con el aire a presión normal, o que, en contacto con el agua o el aire húmedo, emanan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.</p> <p><b>Precaución:</b><br/>                     Evitar contacto con materiales ignitivos (aire, agua).</p> |
| <br>GHS03 | <p><b>HP2</b> <span style="float: right;"><b>Comburente</b></span><br/>                     Sustancias que tienen la capacidad de incendiar otras sustancias, facilitando la combustión e impidiendo el combate del fuego.</p> <p><b>Precaución:</b><br/>                     Evitar su contacto con materiales combustibles.</p>  |
| <br>GHS04 | <p><b>Gas</b> <span style="float: right;"><b>bajo</b></span> <span style="float: right;"><b>presión</b></span><br/>                     Sustancias gaseosas comprimidas, líquidas o disueltas, contenidas a presión de 200 kPa o superior, en un recipiente que pueden explotar con el calor. Los licuados refrigerados pueden producir quemaduras o heridas relacionadas con el frío, son las llamadas quemaduras o heridas criogénicas.</p> <p><b>Precaución:</b><br/>                     No lanzarlas nunca al fuego.</p>  |
| <br>GHS05 | <p><b>HP4</b> <span style="float: right;"><b>Irritante</b></span><br/> <b>HP8</b> <span style="float: right;"><b>Corrosivo</b></span><br/>                     Estos productos químicos causan destrucción de tejidos vivos y/o materiales inertes.</p> <p><b>Precaución:</b><br/>                     No inhalar y evitar el contacto con la piel, ojos y ropas.</p>  |



**HP6 Toxicidad aguda**  
Sustancias y preparaciones que, por inhalación, ingesta o absorción a través de la piel, provoca graves problemas de salud e incluso la muerte.

GHS06

**Precaución:**

Todo el contacto con el cuerpo humano debe ser evitado.



**HP4 Irritación cutánea**  
**HP6 Toxicidad aguda**  
**HP5 Toxicidad específica**  
**HP13 Sensibilizante**  
Sustancias y preparaciones que, por penetración cutánea, pueden implicar riesgos graves, agudos o crónicos en la salud.

GHS07

**Precaución:**

Todo el contacto con el cuerpo humano debe ser evitado.



**HP5 Toxicidad específica**  
**HP7 Carcinógeno**  
**HP10 Tóxico para la reproducción**  
**HP11 Mutágeno**  
Sustancias y preparaciones que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden implicar riesgos a la salud graves o agudos.

GHS08

**Precaución:**

Debe ser evitado el contacto con el cuerpo humano, así como la inhalación de los vapores.



**HP14 Peligroso para el medio ambiente**  
El contacto de esa sustancia con el medio ambiente puede provocar daños al ecosistema a corto o largo plazo.

GHS09

**Manipulación:**

Debido a su riesgo potencial, no debe ser liberado en las cañerías, en el suelo o el medio ambiente.

**Tabla** **11**  
**Residuos peligrosos más habituales, forma de almacenaje, etiquetado de la clase de riesgo y origen del residuo**

| Símbolo   | Clase de peligro y precauciones recomendadas  | Origen  |
|---|---|---|
| Tierra contaminada<br>Contenedor                              |    | Tierra contaminada por vertidos accidentales de aceites o combustibles, etc.  |
| Envases metálicos<br>Bidón                                    |   | Envases metálicos con restos de desencofrantes, aditivos (retardadores, acelerantes, plastificantes y aireantes), siliconas, adhesivos, masillas y otros materiales relacionados con el saneado de superficies a tratar, etc.<br>Envases metálicos con restos de disolventes, desengrasantes, detergentes, productos de limpieza etc.<br>Envases metálicos de productos bituminosos que contienen alquitrán de hulla.<br>Envases metálicos que han contenido producto tóxico. |
| Envases plásticos<br>Bidón                                    |   | Envases plásticos con restos de desencofrantes, aditivos (retardadores, acelerantes, plastificantes y aireantes), siliconas, adhesivos, masillas y otros materiales relacionados con tratamientos de saneamiento de superficies a tratar, etc.<br>Envases plásticos con restos de disolventes, desengrasantes, detergentes, productos de limpieza etc.<br>Envases plásticos que han contenido producto tóxico.  |
| Envases de pinturas<br>Jaulas metálicas sobre cubeta estancia |   | Envases de pintura, lacas y barnices de todo tipo.  |
| Aerosoles<br>Bidón  |   | Aerosoles de pintura, espumas de poliuretano proyectado, etc.   |
| Trapos y otros materiales contaminados<br>Bidón               |   | Mascarillas, rodillos, brochas, pinceles, etc... impregnados de pinturas, barnices, disolventes, etc.<br>Trapos impregnados de aceites o combustibles.<br>Trapos sucios impregnados de disolventes, desengrasantes o productos de limpieza o abrillantado.<br>Trapos sucios impregnados de alquitranes, disolventes etc.<br>Trapos sucios o impregnados por sustancias tóxicas o peligrosas.  |
| Envases de papel contaminado<br>Saca                          |  | Envases de papel que han contenido productos tapaporos o tapajuntas o morteros indicados como productos tóxicos o peligrosos.   |
| Madera contaminada<br>Contenedor                              |  | Restos de maderas tratadas con barnices, conservantes, aglomerantes tóxicos, etc.   |
| Lámparas fluorescentes<br>Bidón/contenedor                    |  | Lámparas y fluorescentes, compactas y otras lámparas de descarga.   |

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |



Proyecto Básico y de ejecución de adaptación de edificio existente para locales de descanso e instalación de locales prefabricados en explotación agrícola, en Chañe (Segovia)

**Puntas de electrodos**

Restos de electrodos de soldadura.

Bidón

**Pilas**

Pilas y baterías.

Bidón



Fuente: Manual para la redacción e implantación de plan de gestión de residuos de construcción y demolición y buenas prácticas gremiales. IHOBE

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo 8  
DESCRIPCION DE LOS LOCALES PREFABRICADOS MODULARES**

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

INGENIERO AGRONOMO

Mario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

|                         |                                  |                              |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            |
|                         |                                  | www.thingenieros.es          |

### 1.- Objeto y tipología de los locales de descanso

UTILIDAD CONSTRUCCION: Locales de descanso

UBICACIÓN: Chañe

PROVINCIA: Segovia

Nº Viviendas 9 ud

MEDIDAS 8.10X8.020X2.24-2.54 MTS (LXAXH)

ALTURA INTERIOR 2.50-2.20 MTS

SUPERFICIE CONSTRUIDA Sc: 64.80 m2

PRESENTACION: Montaje en destino.

SEPARADORES ENTRE VIVIENDAS: Dispuestos y cerrados de 1,5 mts entre locales

### 2.- Cimentaciones e infraestructuras

Solera armada de 22 cm de espesor (ver plano correspondiente)

### 3.- Componentes estructurales

|                          |   |
|--------------------------|---|
| PERFILERIA BASE:         | “U” Acero galvanizado e:2 mm<br>Prelacado color blanco<br>Mecanizados para ahorrar tiempos en obra.<br>Anclajes a soleras fijación mecánica<br>Anclajes entre elementos remache acero galvanizado prelacado |
| FIJACION A SOLERA        | Sistema Multimonti 7.5x50 mm c/500 mm   |
| PERFILERIA VERTICAL:     | Chapa acero galvanizado e:1.5 mm<br>Prelacado color blanco<br>Fijado a paredes remaches<br>Mecanizado previo ahorro tiempos de obra y estética mejorada.  |
| PERFILERIA SUPERIOR:     | “U” Acero galvanizado e:2 mm INVERTIDA<br>Prelacado color blanco<br>Fijado a paredes remaches<br>Mecanizado previo ahorro tiempos de obra y estética mejorada.  |
| ARMADOS INTERIORES       | Rinconeras interiores e:1 mm<br>Mecanización en taller.<br>Fijación remache acero galvanizado prelacado   |
| EJE CENTRAL VIGA MAESTRA | ACERO PRELACADO 2 MM CAJEADA DE FABRICA CON REPLANTEO   |
| TABIQUES                 | FIJACIÓN MECANICA REMACHE ACERO GALVANIZADO<br>FIJACIÓN CON CUBIERTA TORNILLO AUTORROSCANTE   |

### 4. Cubierta / techos interiores

CERRAMIENTO DE CUBIERTA.

TIPO DE CUBIERTA: Inclinada a dos aguas.

CERRAMIENTO BASE: Panel sándwich cubierta 60 mm Penta 60  
Coeficiente de transmisión térmica K:0,354 W/m2 K  
Núcleo poliuretano 40 kg/m3 (pur)  
Acabados chapa acero zincado Sendzimir prelacado Rojo

SOBRECARGA MANTENIMIENTO: 120 Kg/m2  
Recogida Aguas: Canalón de acero galvanizado prelacado  
Oculto tras cerramiento perimetral  
Embocaduras de bajante: dn= 90 mm

### 5. Cerramiento exteriores - interiores

FACHADAS PANEL

TIPOLOGIA CERRAMIENTO: Panel sándwich MEC 60 mm (PUR)  
Coeficiente de transmisión térmica 0,383 W/m2 K

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

Núcleo poliuretano 40 kg/m<sup>3</sup> (pur)  
 Acabados chapa acero Cincado Sendzimir prelacado

COLOCACION: Vertical

COLOR EXTERIOR/INTERIOR: BLANCO PIRINEO-BLANCO PIRINEO.  
 5 micras imprimación  
 20 micras laca

PERFIL EXTERIOR/INTERIOR GRECADO-GRECADO

REMATERIA: Remate Esquinas acero prelacado BP  
 Remate arranque inferior prelacado BP

TABIQUERÍAS INTERIORES.

TABIQUERIA INTERIOR: Panel sándwich 60 mm (PUR)  
 IDEM FACHADA

## 6. Suelos

Sobre solera de hormigón que sirve de base para el apoyo de los locales de descanso, se aplicará solado de gres.

## 7.- Carpintería de aluminio

Carpintería Exterior: Aluminio perfilería extrusionada.  
 Perfil tipo: Serie 2005 o similar lacado RAL BLANCO  
 Cristal tipo: CLIMALIT 4/6/4  
 Extras: **vierteaguas, herrajes blancos**  
**MOSQUITERA**

Aperturas: Correderas - ABATIBLES  
 Permeabilidad al aire: Clase 3  
 Estanqueidad al agua: Clase 8A  
 Resistencia al viento: Clase C4

**V.1.** Ventanas de 1000x1000 mm con 2 hojas correderas.

**V.2.** Ventanas de 500x500 mm con 1 hoja abatible

**P.1.** Puerta exterior reforzada con marco en aluminio y hoja en chapa lacada en blanco.

**P.2.** Puerta interior reforzada con marco en aluminio y hoja en chapa lacada en blanco.

## 8.- Electricidad

Cada local dispone de un cuadro de enlace a la red de la finca, del que parten 2 circuitos uno de fuerza y otro de iluminación. Toda la instalación irá en superficie, bajo tubo y cumplirá lo estipulado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Ciencia y Tecnología (RD. 842/2002, de 2 de agosto).


## 9.- Climatización

A base de bomba de calor 1 ud/local.

## 10.- Instalación de fontanería. Sanitarios

Cada local cuenta con un termo eléctrico de 75 l, con acometida de agua fría, desde la red general que parte de la caseta auxiliar. Ver anejo correspondiente de cumplimiento de secciones tanto de abastecimiento como de saneamiento.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

|   |  |
|---|--|
|  | Proyecto Básico y de ejecución de instalación de locales prefabricados en explotación agrícola, en Chañe (Segovia) |
|   |  |

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)**

## Anejo 9: Instalación eléctrica en baja tensión

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMO



Mario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

## 1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.

La instalación en B.T. cumplirá lo estipulado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Ciencia y Tecnología (RD. 842/2002, de 2 de agosto).

Se realiza el diseño y cálculo de la instalación eléctrica en B.T. del edificio. Para ello, se determinan los consumos de todos los receptores instalados y se estima la potencia demandada de forma simultánea, a fin de obtener las características necesarias para el dimensionado de líneas y protecciones.

Por tanto, la instalación en B.T. cumplirá lo estipulado en el Reglamento Electrotécnico para Bata Tensión del Ministerio de Ciencia y Tecnología (RD. 842/2002, de 2 de agosto), y en especial su instrucción complementaria ITC-BT-30.

### 1.1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación en B.T tendrá su origen en un centro de transformación propiedad de los promotores del proyecto. La línea de Derivación Individual tiene origen en el equipo de medida y da suministro al Cuadro General de Protección de la instalación, donde se ubican los Dispositivos Generales de Mando y Protección. A partir de este punto, comienza la Instalación interior, compuesta por líneas de distribución que alimentan a los cuadros secundarios y a los receptores finales.

Tanto en el Cuadro General de Protección del edificio, como en los cuadros secundarios citados, se disponen los dispositivos de protección contra cortocircuitos, sobrecargas, sobretensiones y contactos indirectos de cada una de las líneas que componen la red de distribución.

#### 1.1.1.- ACOMETIDA

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Las disposiciones generales de la acometida quedan recogidas en la ITC-BT-11.

Los conductores de la línea de acometida serán aislados, de tensión asignada no inferior a 0,6/ 1 kV tendrán un recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias especificadas en la norma UNE 21.030.

La sección mínima permitida en los conductos de aluminio será de 16 mm<sup>2</sup>, y en los de cobre de 10 mm<sup>2</sup>. Será una línea, formada por conductores unipolares de cobre, con aislamiento **libre de halógenos** (no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida) (tensión asignada: 0,6/1 kV).

#### 1.1.2.- INSTALACIONES DE ENLACE

Esta línea une la caja general de protección con el equipo de medida. Los conductores serán de cobre, de tensión asignada 0,6/1 kV, con las mismas características que la acometida.

#### Caja de protección y medida

Las cajas de protección y medida cumplirán con todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439-1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439-3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 09 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las disposiciones generales de este tipo de caja quedan recogidas en la ITC-BT-13.

En esta caja se sitúa la protección Automática y Diferencial de la derivación Individual de la Industria que ya hemos descrito anteriormente.

#### Derivación individual.

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

En nuestro caso, la derivación individual coincide con la línea general de alimentación, ya que el suministro desde la caja general de protección es único para u usuario.

Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5%.

La derivación individual, está constituida por conductores de aluminio. aislados con cubierta de poliolefina y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), para tensión asignada de 0,6/1 kV.

### Dispositivos generales de mando y protección

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Además, en las zonas húmedas, el grado de protección mínimo será el correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. La cubierta y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

**Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:**

- **Un interruptor general automático de corte omnipolar**, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo.

- **Un interruptor diferencial general**, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

"Ra" es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

"Ia" es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

"U" es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

### 1.1.3.- INSTALACIONES INTERIORES.

#### 1.1.3.1.- Conductores.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %).

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

| Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> ) | Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> ) |
|---|---|
| $S_f \leq 16$                               | $S_f$   |
| $16 < S_f \leq 35$                          | 16  |
| $S_f > 35$                                  | $S_f/2$   |

### 1.1.3.2.- Subdivisión de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo, a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

### 1.1.3.3.- Equilibrado de cargas.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

### 1.1.3.4.- Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

| Tensión nominal instalación | Tensión ensayo corriente continua (V) | Resistencia de aislamiento (M $\Omega$ ) |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| MBTS o MBTP                 | 250                                   | $\geq 0,25$                              |
| $\leq 500$ V                | 500                                   | $\geq 0,5$                               |
| $> 500$ V                   | 1000                                  | $\geq 1,00$                              |

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

### 1.1.3.5.- Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparatada utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

### 1.1.3.6.- Sistemas de instalación.

#### 1.1.3.6.1.- Prescripciones generales.

La instalación interior estará formada por las líneas eléctricas de distribución que, saliendo del cuadro general de protección, alimentará a los cuadros secundarios y a los receptores eléctricos repartidos por toda la industria.

El diseño de estas líneas, en cuanto a su sección, composición, longitud, intensidad a transportar y circuitos a suministrar, queda definido en la anterior tabla, en el anejo de cálculo y en los planos correspondientes a los esquemas unifilares.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1.

#### 1.1.3.6.2.- Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

#### 1.1.3.6.3.- Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

#### 1.1.3.6.4.- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

### 1.1.3.6.5.- Conductores aislados con cubierta bajo canales protectores aislantes.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". El grado de resistencia a la corrosión será 3. Las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

### 1.1.3.6.6.- Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, armados con alambres galvanizados y provistos de aislamiento y cubierta.

### 1.1.3.6.7.- Protección contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

### 1.1.3.7.- Protección contras sobretensiones.

#### 1.1.3.7.1.- Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

| Tensión nominal instalación |             | Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV) |               |              |             |
|-----------------------------|-------------|--|---------------|--------------|-------------|
| Sistemas III                | Sistemas II | Categoría IV                             | Categoría III | Categoría II | Categoría I |
| 230/400                     | 230         | 6  | 4             | 2,5          | 1,5         |
| 400/690                     |             | 8  | 6             | 4            | 2,5         |

#### **Categoría I**

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

#### **Categoría II**

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

#### **Categoría III**

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartamentas: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

#### **Categoría IV**

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.).

### **1.1.3.7.2.- Medidas para el control de las sobretensiones.**

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.). Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.


Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

### **1.1.3.7.3.- Selección de los materiales en la instalación.**

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

|   |  |
|---|--|
|  | Proyecto Básico y de ejecución de instalación de locales prefabricados en explotación agrícola, en Chañe (Segovia) |
|   |  |

### 1.1.3.8.- Protección contra contactos directos e indirectos.

#### 1.1.3.8.1.- Protección contra contactos directos

##### Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

##### Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

##### Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

#### 1.1.3.8.2.- Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

#### 1.1.3.9.- Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

|                         |               |  |
|-------------------------|---------------|--|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net             |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079<br>www.thingenieros.es |

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte, del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 1.1.3.9.1. Uniones a tierra.

#### Tomas de tierra.

Esta instalación partirá de una o varias picas de hierro galvanizado, tantas como sean necesarias, enterradas en el terreno. El número y longitud de estas picas será tal que, el valor de resistencia de puesta a tierra de la instalación eléctrica asegure que en ningún punto de la misma puedan producirse tensiones de contacto superiores a 24V.

Las picas de tierra se alojarán en una arqueta de fábrica de 40x40 cm. con tapa registrable para que en todo momento se pueda verificar el estado de las picas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

| Tipo                             | Protegido mecánicamente                            | No protegido mecánicamente                                    |
|----------------------------------|--|---|
| Protegido contra la corrosión    | Igual a conductores protección apdo.<br>7.7.1      | 16 mm <sup>2</sup> Cu<br>16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado |
| No protegido contra la corrosión | 25 mm <sup>2</sup> Cu<br>50 mm <sup>2</sup> Hierro | 25 mm <sup>2</sup> Cu<br>50 mm <sup>2</sup> Hierro            |

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

#### Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### **Conductores de protección.**

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

| Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> ) | Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> ) |
|---|---|
| $S_f \leq 16$                               | $S_f$   |
| $16 < S_f \leq 35$                          | 16  |
| $S_f > 35$                                  | $S_f/2$   |

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

#### **1.1.3.9.2.- Conductores de equipotencialidad.**

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

#### **1.1.3.9.3.- Resistencia de las tomas de tierra.**

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

#### **1.1.3.9.4.- Tomas de tierra independientes.**

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

#### **1.1.3.9.5.- Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación.**

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100  $\Omega$ .m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d \times R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

#### 1.1.3.9.6.- Revisión de las tomas de tierra.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

#### 1.1.3.10.- Receptores de alumbrado.

##### Dimensionado de la instalación:

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. Estarán protegidas contra la caída vertical de agua, IPX1 y no serán de clase 0. Los aparatos de alumbrado portátiles serán de clase II.

Las masas de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe prevverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

**Cuadros de protección:**

Las líneas de alimentación a los puntos de luz partirán desde un cuadro de protección. Las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobre intensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra.

La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30Ω.

**1.1.3.11.- Receptores a motor.**

SEGU Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

|                      |     |
|----------------------|-----|
| De 0,75 kW a 1,5 kW: | 4,5 |
| De 1,5 kW a 5 kW:    | 3   |
| De 5 kW a 15 kW:     | 2   |
| Más de 15 kW:        | 1,5 |

**1.2. REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE AUMBRADO EXTERIOR Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS EA-01 A EA-07.**

La instalación eléctrica cuenta con instalación de alumbrado exterior, 2 luminarias con una potencia total de 100 W, por lo que según el artículo 2 del R.D. 1890/2008, de 14 de noviembre, no es de aplicación el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, al tener una potencia instalada menor de 1 kW.

**2. NECESIDADES ENERGÉTICAS.**

La instalación alimentará a los distintos receptores con arreglo a la siguiente distribución de potencias.

**2.1. HIPÓTESIS DE CÁLCULO**

Emplearemos las siguientes:

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

#### Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

#### Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \text{Cos}\phi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\phi) = \text{voltios (V)}$$

#### En donde:

P<sub>c</sub> = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos φ = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

X<sub>u</sub> = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

#### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}} - T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C.

$$C_u = 0.018$$

$$A_I = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$C_u = 0.00392$$

$$A_I = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

#### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I<sub>b</sub>: intensidad utilizada en el circuito.

I<sub>z</sub>: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I<sub>n</sub>: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I<sub>n</sub> es la intensidad de regulación escogida.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

- I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:
- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).
  - a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\tan\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\tan\phi_1 - \tan\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q<sub>c</sub> = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

φ<sub>1</sub> = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

φ<sub>2</sub> = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

ω = 2 × π × f; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); c × 1000000 (μF).

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L<sub>c</sub>: Longitud total del conductor (m)

L<sub>p</sub>: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

## 2.2. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 100 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm<sup>2</sup> 140 m.  
de Acero recubierto Cu 14 mm 1 picas de 2m.

La puesta a tierra consta de una toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D= 14,3 mm. y 2 m. de longitud, y de red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 16 mm<sup>2</sup>, de 83 metros de longitud.

Según lo indicado en el Reglamento Electrotécnico en su Instrucción ITC-BT-24 para locales o emplazamientos húmedos el valor de la resistencia a tierra de las masas debe ser:

$$R \leq \frac{24}{I_s}$$

Siendo:

R = Resistencia a tierra de las masas

I<sub>s</sub> = Sensibilidad en Amperios del interruptor diferencial a utilizar que en nuestro caso el más desfavorable es de 0,3 Amperios.

Sustituyendo tendremos:

$$R = \frac{24}{0,3} \leq 80 \text{ Ohmios}$$

En el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la ITC-BT-18 en la tabla 3 podemos ver los valores de resistividad en función del terreno. En nuestro caso se trata de un terreno pedregoso, con arenas y rocas silíceas, por lo que podemos considerar una resistividad de 1.500 Ohmios.metro.

La resistencia de tierra para el conductor enterrado horizontalmente:

$$R = 2 \frac{\rho}{L} = 2 * 1.500 / 140 = 21,43$$

La resistencia de tierra para la pica vertical:

$$R = \frac{\rho}{L} = 1.500 / 2 = 750$$

La resistencia total:

$$1/RT = 1/Rc + 1/Rp = 1/21.43 + 1/750 = 0,04793$$

Por lo tanto, RT = 20,86 Ohmios.

Por lo que cumple con lo establecido en el Reglamento De Baja Tensión.

**Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 20.86 ohmios.**

Los conductores de protección se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos. Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.

P: Perímetro de las placas (m)

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo 10: Eficiencia Energética**

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

## 1.- AHORRO DE ENERGÍA.

### 1.1.- EXIGENCIA BÁSICA HE 1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA.

El ámbito de aplicación de la exigencia básica de limitación de demanda energética excluye de su campo de aplicación las instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales. Por lo tanto, en este caso no será de aplicación esta exigencia básica.

### 1.2.- EXIGENCIA BÁSICA HE 2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.

Se cumplirá el RITE en todos sus extremos, fundamentalmente en la zona de servicios de personal. En la actividad industrial se aplicarán las mejores técnicas disponibles en materia de eficiencia energética. Sin instalaciones térmicas. Por lo tanto, en este caso no será de aplicación esta exigencia básica.

### 1.3.- EXIGENCIA BÁSICA HE 3: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.


El ámbito de aplicación de la exigencia básica de eficiencia energética de las instalaciones de iluminación excluye de su campo de aplicación las instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales. Por lo tanto, en este caso no será de aplicación esta exigencia básica. En todo caso se tendrá en cuenta las nuevas técnicas de iluminación (LED) en el proyecto de alumbrado exterior preceptivo.

### 1.4.- EXIGENCIA BÁSICA HE 4: CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA.

No se proyectan instalación de ACS.

### 1.5.- EXIGENCIA BÁSICA HE 5: CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El ámbito de aplicación de la exigencia básica de contribución mínima de energía fotovoltaica establece los usos y características de los edificios que deberán incorporar sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos. Entre estos usos y características no se incluye el tipo de edificio diseñado en el presente proyecto. Por lo tanto, en este caso no será de aplicación esta exigencia básica.

|   |  |
|---|--|
|  | Proyecto Básico y de ejecución de instalación de locales prefabricados en explotación agrícola, en Chañe (Segovia) |
|   |  |

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)**

## Anejo 11: Protección Contra Incendios

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMO



Mario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

## 1.- INTRODUCCIÓN.

El objeto de este anexo es describir la instalación de protección contra incendios del establecimiento considerado y justificar el cumplimiento de los requisitos y las condiciones que impone la normativa aplicable para su seguridad en caso de incendio, evitando su generación, y para dar la respuesta adecuada al mismo, en caso de producirse, limitando su propagación y posibilitando su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a las personas o bienes.

## 2.- NORMAS Y REFERENCIAS.

Las disposiciones legales que se han tenido en cuenta en la realización de esta instalación se enumeran a continuación:

- Ley 21/1992 de industria.
- Ley 6/2014 de seguridad industrial de Castilla y León.
- Real Decreto 751/2011 del Ministerio de la Presidencia, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE). (Boletín Oficial del Estado número 149 de 23 de junio de 2011)
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Documento Básico SI Seguridad Contra Incendio del CTE. (Real Decreto 314/2006).
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Normas UNE indicadas en la normativa de instalaciones.

## 3.- SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

El establecimiento industrial considerado está destinado a construcciones vinculadas a explotación agropecuaria. Se cumplirá la siguiente normativa: **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico, SI, Seguridad en Caso de Incendio**. En la tabla siguiente, se muestra el cumplimiento de dicha normativa:

| Concepto  | En normativa   | En proyecto   |
|---|--|---|
| <b>Sección SI 1 Propagación interior</b>  |  |   |
| <b>Compartimentación</b>  | Un espacio diáfano puede constituir un único sector de incendio, cualquiera que sea su superficie construida, siempre que al menos el 90 % de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75 % de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable.<br>Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere 500 m <sup>2</sup> en caso de uso Administrativo.<br>La superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2.500 m <sup>2</sup> en uso administrativo. | Los 9 módulos constituirán un único sector de incendios independiente.<br>Cumple. |
| <b>Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio</b> | Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso: EI-120   | No existen elementos de compartimentación entre sectores de incendio              |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>Reacción a fuego de elementos constructivos</b> | Zonas ocupables:<br>- Revestimientos de Paredes y Techos: Cs2, d0<br>- Suelos: E <sub>FL</sub> | - Paredes y Techos: Panel sándwich de poliuretano y chapa prelacada (acero 0,6 mm), Euroclase B-s2-d0.<br>- Suelos: solera de hormigón armado y gres cerámico, Euroclase A1 <sub>F</sub> |
|--|--|--|

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Sección SI 2 Propagación exterior</b>                              |   |   |
| <b>Medianerías o muros colindantes</b>                                | Las medianerías o muros colindantes con otro edificio deben ser al menos EI-120   | No existen medianerías o muros colindantes con otro edificio. |
| <b>Fachadas entre dos edificios o entre dos sectores de incendios</b> | Los puntos de ambas fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados al menos la distancia de (tabla CTE)                                | Cumple.   |
| <b>Cubiertas</b>  | La altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será d (tabla CTE). | No existen zonas de fachada por encima de la cubierta.        |

|   |   |        |
|---|---|--------|
| <b>Sección SI 3 Evacuación de ocupantes</b>     |   |        |
| <b>Densidad de ocupación</b>                    | 20 m <sup>2</sup> /persona.   | Cumple |
| <b>Longitud de recorridos de evacuación</b>     | En plantas o recintos que disponen de más de una salida, la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excederá de 50 m. | Cumple |
| <b>Dimensionado de los medios de evacuación</b> | La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m.<br>Pasillos y rampas $A \geq P / 200 \geq 1,00$ m.                | Cumple |
| <b>Protección de escaleras</b>                  |   | Cumple |

#### SI4 DETECCIÓN CONTROL Y EXTINCIÓN DE INCENDIO.

Se disponen extintores portátiles de eficacia 27A - 183B, que están señalizados mediante señales de tamaño 210 x 210 mm y perfectamente visibles.

Debido a las condiciones de la edificación, no se precisan las siguientes instalaciones: bocas de incendio, hidrantes exteriores, sistemas automáticos de extinción, columna seca, sistemas de alarma, sistemas de detección de incendios ni ascensor de emergencia.

#### SI 5 INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS:

No hay ningún requisito que se deba cumplir en relación con la intervención de los bomberos puesto que la altura de evacuación de la edificación es menor de 9 m.

#### SI-6 RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA:

La estructura del edificio dispone de una resistencia RE-60, que satisface lo establecido por la norma en su tabla 3.1 con una altura de evacuación inferior a 15 m.

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES  
DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN  
CHAÑE (SEGOVIA)****Anejo 12  
INCIDENCIA AMBIENTAL**

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

INGENIERO AGRONOMO

Mario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

|                         |                                  |                              |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            |
|                         |                                  | www.thingenieros.es          |

### 1.- INCIDENCIA AMBIENTAL.

Se redacta el presente anejo para definir las incidencias ambientales del proyecto y para el cumplimiento de la legislación vigente:

- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Decreto Legislativo 1/2015, 12 de noviembre por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.

### 2.- UBICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

No existe coincidencia territorial entre la instalación y ningún espacio incluido en la Red Natura 2000 o la Red de Espacios Naturales de Castilla y León. Asimismo, dada su ubicación no se prevén afecciones significativas sobre hábitats incluidos en el Anexo I o especies incluidas en los Anexos II, IV y/o V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Tampoco resultarán afectadas vías pecuarias ni montes de utilidad pública.

### 3.- DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

La actividad para desarrollar es el cultivo de fresas, con una caseta auxiliar para instalaciones y unos locales destinados a descanso del personal.

### 4.- TIPO Y MAGNITUD DE LAS EMISIONES.

Se detectan las siguientes emisiones:

- Aguas residuales y pluviales.

#### 4.1. AGUAS RESIDUALES.

Se realizarán dos redes independientes:

- Aguas de residuales de los aseos.
- Aguas pluviales.

##### 4.1.1. MAGNITUD Y CARACTERIZACIÓN

Procedentes del aseo del personal.

Se estima una producción diaria de 2.000 l./día, durante como máximo 3 meses año.

Se estima una DQO de esta agua de 200 mg/l. Estas aguas serán recogidas en una fosa séptica y entregadas a gestor autorizado.

Las aguas pluviales serán recogidas y enviadas directamente a cauce público.

#### 4.2. RUIDOS.

El origen de los ruidos será debido al tráfico generado por vehículos agrícolas.

#### 4.3. RESIDUOS SÓLIDOS.

Estos residuos serán tratados como residuos urbanos en el caso de residuos asimilables a estos, y los residuos especiales serán retirados por gestores autorizados.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

Durante la ejecución de las obras se generarán residuos de similares características difíciles de cuantificar que se gestionarán de forma similar por un gestor autorizado.

#### 5.- INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD O INSTALACIÓN EN EL MEDIO POTENCIALMENTE AFECTADO.

Los impactos ambientales más destacables del proyecto serán:

- **Vertido de aguas residuales y pluviales.**

Dado el origen de las aguas, la incidencia es cuantitativa de escasa entidad y sin afección cualitativa detectable.

- **Residuos sólidos.**

Los residuos sólidos producidos son retirados por el servicio de recogida habitual, y en el caso de residuos especiales se llevarán o serán recogidos por gestores autorizados.

- **Emisiones a la atmósfera.**

Se limitarán los valores de emisiones canalizadas

- **Ruidos.**

Teniendo en cuenta la presión acústica de cada uno de los focos de emisión y la atenuación conseguida por la distancia, el nivel de ruido percibido a exterior de parcela en el eje de calles de polígono (N.R.E.) en horario diurno será inferior a 40 dB(A), en el interior de esta será inferior a 65 dB(A).

- **Alteración del paisaje.**

La existencia de esta edificación en el paisaje modifica la cuenca visual, aunque con una incidencia moderada.

#### 6.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA SECTORIAL VIGENTE.

- **Ruidos**

Se aplicará lo establecido en la Ley 5/2009 de 4 de junio del Ruido de Castilla y León y en su defecto lo establecido en el CTE DB HR Protección frente al Ruido.

AREA ACÚSTICA: Tipo 1, Área de silencio

- Los niveles de ambiente exterior no sobrepasarán los 55 dB(A) durante el día y 40 dB(A) durante la noche, medidos a 1,50 m., de la fachada y 1,20 m. sobre el suelo. Anexo I de la Ley
- Por el tipo de actividad (uso industrial), no se considera limitado el nivel de inmisión sonora.
- Los paramentos exteriores dispondrán de un aislamiento acústico mínimo de 35 dB(A).

- **Condiciones de vertido**

El vertido de aguas residuales cumplirá los parámetros limitadores establecidos en la normativa urbanística, en la tabla 1 de valores límite de vertidos, de la Ley de aguas y según el Anexo de condiciones ambientales mínimas del DECRETO 8/2018, de 5 de abril, por el que se modifica la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.

- **Emisiones atmosféricas**

Se aplicará lo establecido en la normativa vigente, y en particular de la siguiente:  
Orden de 18 de octubre de 1976, sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial.  
Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.  
Real Decreto 509/2007, de 20 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.  
Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.  
Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.  
Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

- **Ordenanzas urbanísticas**

Como se expresa en el proyecto este cumple las actuales NN.SS. con lo que, desde un punto de vista paisajístico, se cumplen las limitaciones legalmente establecidas, fundamentalmente en lo que a acabados y volumen se refiere.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

## 7.- TÉCNICAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE EMISIONES.

● **Fase de construcción.**

- Las instalaciones proyectadas guardarán las distancias con respecto a núcleos urbanos, vías de comunicación, límites de parcela, recursos hídricos e instalaciones diversas y otros elementos sensibles, establecidas en la normativa urbanística, sectorial, o de cualquier otro tipo que sea de aplicación.
- Todos los residuos generados durante la ejecución de las obras se almacenarán en contenedores adecuados y serán retirados periódicamente y en el plazo más breve posible, evitándose en todo momento la acumulación incontrolada de los mismos en la zona objeto de proyecto o en sus alrededores. Serán gestionados mediante entrega a gestor autorizado, conforme a lo dispuesto en la Ley 22/2011, de 29 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados, y lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Los acabados exteriores de cubiertas, cerramientos y silos presentarán tonalidades cromáticas acordes con las características del entorno y las tradiciones locales, y cumpliendo en todo caso lo previsto al efecto en la normativa urbanística vigente. Se disponen cubiertas en color rojo y cerramientos en tonos ocres.
- De acuerdo con la Ley 15/2010, de 10 de diciembre, de Prevención de la Contaminación Lumínica y del Fomento del Ahorro y Eficiencia Energéticos Derivados de Instalaciones de Iluminación la instalación y los elementos de iluminación se han de diseñar e instalar de manera que se prevenga la contaminación lumínica y se favorezca el ahorro, el uso adecuado y el aprovechamiento de la energía, y han de contar con los componentes necesarios para este fin.
- El nivel sonoro no superará los límites establecidos por la Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León por causas derivadas del funcionamiento, instalación o desmantelamiento de la instalación.
- Si en el transcurso de las obras, y como consecuencia de ellas, se descubrieran objetos o restos materiales de interés arqueológico, tendrán a todos los efectos la consideración de hallazgos casuales (Art. 60 de la Ley 12/2002 de Patrimonio Cultural de Castilla y León), se procederá a comunicarlo inmediatamente a la Consejería competente en materia de cultura, y a paralizar en el acto las obras.
- Durante los movimientos de tierras se deberán establecer las medidas necesarias para la retención de sólidos previa a la evacuación de las aguas de escorrentía superficial, así como otras posibles medidas para reducir al mínimo el riesgo de contaminación de las aguas superficiales.
- Queda prohibido acumular residuos sólidos, escombros o sustancias, cualquiera que sea su naturaleza y el lugar en el que se depositen, que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación de las aguas o de degradación de su entorno.
- Se deberán aplicar las medidas oportunas para asegurar que en ningún caso se produzcan vertidos de aceites, combustibles u otras sustancias al terreno o a los cursos del agua, recomendándose la elaboración de protocolos específicos de actuación para incidentes de este tipo.
- Las zonas donde se ubiquen las instalaciones auxiliares y parques de maquinaria deberán ser impermeabilizadas para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Las aguas procedentes de esas escorrentías deberán ser recogidas y gestionadas adecuadamente.
- En relación con las aguas residuales generadas por la eventual instalación de aseos, duchas etc. en las casetas de obra se recomienda la disposición de un depósito estanco sin salida al exterior que almacene las aguas residuales para posteriormente ser retiradas periódicamente para su tratamiento mediante gestor autorizado.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

• **Fase de explotación.**

- Se habilitará un almacén cubierto para el almacenamiento en contenedores homologados de los residuos peligrosos.
- Jerarquía en la gestión de los residuos. Se dará prioridad a la prevención en la generación de residuos, así como a la preparación para su reutilización y reciclado. En caso de generación de residuos cuya reutilización o reciclado no sea posible, éstos se destinarán a valorización siempre que sea posible, evitando su eliminación.
- Los residuos domésticos generados se gestionarán independientemente de los residuos generados por la propia actividad. El resto de los residuos no peligrosos serán gestionados adecuadamente de acuerdo con su naturaleza y composición y a los principios de jerarquía establecidos en la legislación vigente en materia de residuos. El promotor deberá concertar con gestores autorizados un sistema de recogida selectiva y retirada de los mismos.
- Se tomarán las medidas para asegurar que, en ningún caso, se produzcan vertidos de aceites, combustibles, lubricantes, u otras sustancias similares al terreno o a los cursos de agua.
- La empresa deberá cumplir los valores límite de emisión establecidos para cada uno de los focos emisores y contaminantes emitidos.
- Todos los sistemas asociados a la minimización de la emisión de ruidos contarán con su correspondiente Plan de mantenimiento que deberá ser correctamente cumplido y estar convenientemente registrado.
- 

8.- **SISTEMAS DE VIGILANCIA.**

- Se dispondrá de un plan específico de actuaciones y medidas para las condiciones de explotación distintas a las normales y en caso de emergencia, con el fin de prevenir o, cuando ello no sea posible, minimizar daños al medio ambiente causados por derrames de materias primas, residuos, emisiones a la atmósfera o vertidos superiores a los admisibles.
- El titular queda obligado a mantener los colectores e instalaciones de saneamiento en perfecto estado de funcionamiento, debiendo designar una persona encargada de tales obligaciones, a la que suministrará normas estrictas y medios necesarios para el cuidado y funcionamiento de las instalaciones.
- En caso de accidente o suceso, tal como una emisión en forma de fuga o vertido importante, incendio o explosión que suceda en las instalaciones y que suponga una situación de riesgo para el medioambiente en el interior o el exterior de la instalación, se adoptarán las medidas necesarias para cesar las emisiones que se estén produciendo en el mínimo plazo posible.
- Se realizará por Organismo de Control Acreditado los informes que marque la legislación vigente de cada foco emisor.
- Los informes de las mediciones que se realicen deberán contener, al menos y para cada parámetro medido, los siguientes datos: foco medido, condiciones predominantes del proceso durante la adquisición de los datos, método de medida incluyendo el muestreo, incertidumbre del método, tiempo de promedio, cálculo de las medias, unidades en que se dan los resultados.
- Se tomarán las medidas necesarias para que los índices de ruido en el entorno de las instalaciones no superen los valores establecidos.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

## 9.- CONCLUSIONES.

- De todo lo expuesto en los apartados anteriores se deduce que la capacidad de acogida del medio natural es alta, considerando compatibles los efectos producidos sobre el medio ambiente debido a no afecciones ambientales relevantes. Por otra parte, la extensión, magnitud y complejidad de los impactos previsibles no serán importantes.
- Aunque la reversibilidad de este tipo de actuaciones es difícil de valorar por el habitual largo plazo de la vida del proyecto, se tendrá en cuenta expresamente una fase de desmantelamiento de las instalaciones.
- En consecuencia, el impacto potencial de la instalación es compatible con la conservación de los valores medioambientales de la zona afectada, siempre y cuando se tomen las medidas preventivas y correctoras establecidas en el Documento Ambiental, así como otras adicionales que se deriven del cumplimiento de otras normas vigentes de tipo ambiental o sectorial que le sean de aplicación.

|                         |                                  |                              |                     |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    | <b>Mario L. Tabanera Herrero</b> | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia                    | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

**PROYECTO BASICO Y DE EJECUCION DE INSTALACION DE LOCALES DE DESCANSO PREFABRICADOS EN EXPLOTACION AGRICOLA, EN CHAÑE (SEGOVIA)****CTE DB HS Salubridad**

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| PROMOTOR:          | VIVEROS CAMPIÑAS SDAD. COOP. AGRARIA |
| TERMINO MUNICIPAL: | CHAÑE                                |
| PROVINCIA:         | SEGOVIA                              |
| FECHA:             | AGOSTO 2025                          |

REALIZADO POR:  
INGENIERO AGRONOMOMario L. Tabanera Herrero  
Colegiado nº 2.946 COIACYC

## DB HS SALUBRIDAD

El presente apartado sirve de justificación a las soluciones constructivas adoptadas para cumplir con los requisitos básicos en materia de ahorro de energía establecidas en el artículo 13 del Código Técnico de la Edificación (aprobado por el RD 314/2006 de 17 de marzo).

Se establecen estos requisitos con el fin de reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y/o deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Las exigencias básicas de salubridad recogidas en el CTE se resumen en las siguientes:

|      |   | Procede | No procede |
|------|---|---------|------------|
| HS 1 | Protección frente a la humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos. | X       |            |
| HS 2 | Recogida y evacuación de residuos.  | X       |            |
| HS 3 | Calidad del aire interior en los edificios.   | X       |            |
| HS 4 | Suministro de agua para el consumo.   | X       |            |
| HS 5 | Evacuación de aguas.  | X       |            |

Descripción general del edificio:

Disposición de 9 módulos prefabricados modulares, destinados a locales de descanso, de planta rectangular y dimensiones 8,03 x 8,15 m., y una superficie construida unitaria de cada módulo de 65,44 m<sup>2</sup>.

## HS 1 – Protección frente a la humedad

 1. **Ámbito de aplicación (Apdo. 1.1):**

Muros y suelos que estén en contacto con el terreno y cerramientos en contacto con aire exterior (fachadas y cubiertas) de los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE.

 2. **Diseño de Muros en contacto con el terreno (NO APLICA):**

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Presencia de agua                                  | <input type="checkbox"/> baja             | <input type="checkbox"/> media                 | <input type="checkbox"/> alta                      |
| Coefficiente de permeabilidad del terreno          |   |  |  |
| <b>Grado de impermeabilidad</b>                    |   |  |  |
| Tipo de muro                                       | <input type="checkbox"/> de gravedad (03) | <input type="checkbox"/> flexorresistente (04) | <input type="checkbox"/> pantalla (05)             |
| Situación de la impermeabilización                 | <input type="checkbox"/> interior         | <input type="checkbox"/> exterior              | <input type="checkbox"/> parcialmente estanco (06) |
| <b>Condiciones de las soluciones constructivas</b> |   |  |  |

- (01) Este dato se obtiene del informe geotécnico
- (02) Este dato se obtiene de la tabla 2.1, apartado 2.1, exigencia básica HS1, CTE
- (03) Muro no armado que resiste esfuerzos principalmente de compresión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.
- (04) Muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.
- (05) Muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye en el terreno mediante el vaciado del terreno exclusivo del muro y el consiguiente hormigonado in situ o mediante el hincado en el terreno de piezas prefabricadas. El vaciado del terreno del sótano se realiza una vez construido el muro.
- (06) Muro compuesto por una hoja exterior resistente, una cámara de aire y una hoja interior. El muro no se impermeabiliza sino que se permite el paso del agua del terreno hasta la cámara donde se recoge y se evacua.
- (07) Este dato se obtiene de la tabla 2.2, apartado 2.1, exigencia básica HS1, CTE

**Puntos singulares a tener en cuenta:**

Encuentros de muro con: Fachadas  
Cubiertas enterradas  
Particiones interiores

Paso de conductos  
Esquinas y rincones  
Juntas

**3. Diseño de Suelos:**

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| Presencia de agua  | <input checked="" type="checkbox"/> baja          | <input type="checkbox"/> media                  | <input type="checkbox"/> alta                |
| Coefficiente de permeabilidad del terreno  | $K_s = 10^{-5}$ cm/s (01)                         |   |  |
| Grado de impermeabilidad   | 1 (02)  |   |  |
| Tipo de muro   | <input type="checkbox"/> de gravedad              | <input type="checkbox"/> flexorresistente       | <input checked="" type="checkbox"/> pantalla |
| Tipo de suelo  | <input type="checkbox"/> suelo elevado (03)       | <input checked="" type="checkbox"/> solera (04) | <input type="checkbox"/> placa (05)          |
| Tipo de intervención en el terreno   | <input checked="" type="checkbox"/> sub-base (06) | <input type="checkbox"/> inyecciones (07)       | <input type="checkbox"/> sin intervención    |
| Condiciones de las soluciones constructivas  | C2+C3+D1 (08)                                     |   |  |
| <p><b>C2: Se utilizará hormigón de retracción moderada en la ejecución de la solera.</b></p> <p><b>C3: Se realizará una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.</b></p> <p><b>D1: Se dispondrá una lámina de polietileno sobre el encachado que constituye la subbase del suelo.</b></p> |   |   |  |

- (01) Este dato se obtiene del informe geotécnico
- (02) Este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2, exigencia básica HS1, CTE
- (03) Suelo situado en la base del edificio en el que la relación entre la suma de la superficie de contacto con el terreno y la de apoyo, y la superficie del suelo es inferior a 1/7.
- (04) Capa gruesa de hormigón apoyada sobre el terreno, que se dispone como pavimento o como base para un solado.
- (05) Solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.
- (06) Encachado de piedra.
- (07) Técnica de recalce consistente en el refuerzo o consolidación de un terreno de cimentación mediante la introducción en él a presión de un mortero de cemento fluido con el fin de que rellene los huecos existentes.
- (08) Este dato se obtiene de la tabla 2.4, exigencia básica HS1, CTE

**Puntos singulares a tener en cuenta:**

Encuentros: De suelo con muros  
Entre suelos y particiones interiores

#### 4. Diseño de Fachadas y Medianerías descubiertas:

|   |  |                                    |                                       |   |   |
|---|--|------------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Zona pluviométrica de promedios   |  |                                    |                                       |   | IV (01)                                     |
| Altura de coronación del edificio sobre el terreno  | <input checked="" type="checkbox"/> ≤ 15 m | <input type="checkbox"/> 16 – 40 m | <input type="checkbox"/> 41 – 100 m   | <input type="checkbox"/> > 100 m (02)       |   |
| Zona eólica   | <input checked="" type="checkbox"/> A      |                                    | <input type="checkbox"/> B            | <input type="checkbox"/> C (03)             |   |
| Clase del entorno en el que está situado el edificio  |  |                                    | <input type="checkbox"/> E1           | <input checked="" type="checkbox"/> E1 (04) |   |
| Grado de exposición al viento   |  |                                    | <input type="checkbox"/> V1           | <input type="checkbox"/> V2                 | <input checked="" type="checkbox"/> V3 (05) |
| Grado de impermeabilidad  | <input type="checkbox"/> 1                 | <input type="checkbox"/> 2         | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4                  | <input type="checkbox"/> 5 (06)             |
| Revestimiento exterior  |  |                                    |                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Si      | <input type="checkbox"/> No                 |
| <b>Condiciones de las soluciones constructivas</b>  |  |                                    |                                       |   | R1+C1 (ó C2) (07)                           |
| <b>R1: Revestimiento exterior de resistencia media a la filtración (encofrado de hormigón de 20 cm de espesor y fachada de doble chapa de acero y alma de poliéster).</b><br><b>C1: La hoja principal de la fábrica será al menos de espesor medio (&gt; 20 cm en bloque hormigón o encofrado de hormigón).</b> |  |                                    |                                       |   |   |

- (01) Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE
- (02) Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.
- (03) Este dato se obtiene de la figura 2.5, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE
- (04) E0 para terreno tipo I, II, III  
 E1 para los demás casos, según la clasificación establecida en el DB-SE
- Terreno tipo I: Borde del mar o de un lago con una zona despejada de agua (en la dirección del viento) de una extensión mínima de 5 km.
  - Terreno tipo II: Terreno llano sin obstáculos de envergadura.
  - Terreno tipo III: Zona rural con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones de pequeñas dimensiones.
  - Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.
  - Terreno tipo V: Centros de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura.
- (05) Este dato se obtiene de la tabla 2.6, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE
- (06) Este dato se obtiene de la tabla 2.5, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE
- (07) Este dato se obtiene de la tabla 2.7, apartado 2.3, exigencia básica HS1, CTE una vez obtenido el grado de impermeabilidad

#### Puntos singulares de las fachadas y medianerías a tener en cuenta:

Juntas de dilatación

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

Arranque de fachada desde cimentación  
 Encuentros de fachada con: Forjados  
 Pilares  
 Encuentros de cámara de aire ventilada con forjados y dinteles

**5. Diseño de Cubiertas, Terrazas y Balcones:**

**Grado de impermeabilidad**

Único

**Tipo de cubierta:**

Panel de chapa metálica

plana  inclinada

convencional  invertida

**Uso**

Transitable  uso privado  uso público  zona deportiva  vehículos

- No transitable  
 Ajardinada

**Condición higrotérmica**

- Ventilada  
 Sin ventilar

**Barrera contra el paso del vapor de agua**

- barrera contra el vapor por debajo del aislante térmico ( 01)

**Sistema de formación de pendiente**

- hormigón en masa  
 mortero de arena y cemento  
 hormigón ligero celular  
 hormigón ligero de perlita (árido volcánico)  
 hormigón ligero de arcilla expandida  
 hormigón ligero de perlita expandida (EPS)  
 hormigón ligero de picón  
 arcilla expandida en seco  
 placas aislantes  
 elementos prefabricados (cerámicos, hormigón, fibrocemento) sobre tabiquillos  
 chapa grecada  
 elemento estructural (forjado, losa de hormigón)  
 correas sobre pórticos

**Pendiente**

10% (02)

**Aislante térmico (03)**

Material **Poliuretano 35 kg/m<sup>3</sup>** espesor **40 mm**

**Capa de impermeabilización (04)**

- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados  
 Lámina de oxiasfalto  
 Lámina de betún modificado  
 Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado (PVC)  
 Impermeabilización con etileno propileno dieno monómero (EPDM)  
 Impermeabilización con poliolefinas  
 Impermeabilización con un sistema de placas  
 No lleva

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

**Sistema de impermeabilización**

adherido   
  semiadherido   
  no adherido   
  fijación mecánica

**Cámara de aire ventilada**

Área efectiva total de aberturas de ventilación:  $S_s =$     
 $30 > \frac{S_s}{Ac} > 3$    
 Superficie total de la cubierta:  $Ac =$

No lleva

**Capa separadora**

- Para evitar el contacto entre materiales químicamente incompatibles
  - Bajo el aislante térmico
  - Bajo la capa de impermeabilización
- Para evitar la adherencia entre:
  - La impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos
  - La capa de protección y la capa de impermeabilización
  - La capa de impermeabilización y la capa de mortero, en cubiertas planas transitables con capa de rodadura de aglomerado asfáltico vertido sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización
- Capa separadora antipunzonante bajo la capa de protección.

No lleva

**Capa de protección**

- Impermeabilización con lámina autoprottegida
- Capa de grava suelta (05), (06), (07)
- Capa de grava aglomerada con mortero (06), (07)
- Solado fijo (07)
  - Baldosas recibidas con mortero
  - Capa de mortero
  - Piedra natural recibida con mortero
  - Adoquín sobre lecho de arena
  - Hormigón
  - Aglomerado asfáltico
  - Mortero filtrante
  - Otro:
- Solado flotante (07)
  - Piezas apoyadas sobre soportes (06)
  - Baldosas sueltas con aislante térmico incorporado
  - Otro:
- Capa de rodadura (07)
  - Aglomerado asfáltico vertido en caliente directamente sobre la impermeabilización
  - Aglomerado asfáltico vertido sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización (06)
  - Capa de hormigón (07)
  - Adoquinado
  - Otro:
- Tierra Vegetal (06), (07), (08)

No lleva

**Tejado**

- Teja     Pizarra     Zinc     Cobre     Placa de fibrocemento     Perfiles sintéticos
- Aleaciones ligeras     Otro:  **Chapa metálica**

(01) Cuando se prevea que vayan a producirse condensaciones en el aislante térmico, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de Energía"

(02) Este dato se obtiene de la tabla 2.9 y 2.10, exigencia básica HS1, CTE

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

- (03) Según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía"
- (04) Si la impermeabilización tiene una resistencia pequeña al punzonamiento estático se debe colocar una capa separadora antipunzonante entre esta y la capa de protección. Marcar en el apartado de Capas Separadoras.
- (05) Solo puede emplearse en cubiertas con pendiente < 5%
- (06) Es obligatorio colocar una capa separadora antipunzonante entre la capa de protección y la capa de impermeabilización. En el caso en que la capa de protección sea grava, la capa separadora será, además, filtrante para impedir el paso de áridos finos.
- (07) Es obligatorio colocar una capa separadora antipunzonante entre la capa de protección y el aislante térmico. En el caso en que la capa de protección sea grava, la capa separadora será, además, filtrante para impedir el paso de áridos finos.
- (08) Inmediatamente por encima de la capa separadora se dispondrá una capa drenante y sobre esta una capa filtrante.

**Puntos singulares de las cubiertas a tener en cuenta:**

Juntas de dilatación  
Rebosaderos  
Anclaje de elementos  
Rincones y esquinas  
Accesos y aberturas  
Aleros  
Bordes laterales  
Limahoyas, cumbreras y limatesas  
Lucernarios  
Canalones  
Encuentros de la cubierta con: Paramentos verticales  
Borde lateral  
Sumidero o canalón  
Elementos pasantes

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

**CTE - HS**
**Salubridad**
**HS 2 – Recogida y evacuación de residuos**
**1. Ámbito de aplicación:**

Esta sección es directamente aplicable a edificios de viviendas de nueva construcción, en lo referente a la recogida de los *residuos ordinarios* generados en ellos. Para los edificios y locales con otros usos debe realizarse un estudio específico adoptando criterios análogos a los establecidos en esta sección para demostrar la conformidad con las exigencias planteadas en la sección HS-2.

En este caso, la gestión de los residuos generados en la actividad se englobará en la actual gestión que están siguiendo en las instalaciones contiguas, del mismo promotor. Al estar integrado en un área industrial, la gestión, de los residuos asimilables a urbanos, será tratada por el Ayuntamiento de Valverde del Majano, mediante los contenedores que están dispuestos en la calle.

Y los residuos catalogados como Tóxicos o peligrosos se gestionarán mediante gestor externo autorizado.

**2. Sistema de almacenamiento y recogida de residuos:**

|                                     |   |                         |
|-------------------------------------|---|-------------------------|
|                                     |   | Se dispondrá:           |
| <input type="checkbox"/>            | Recogida de residuos puerta a puerta                          | Almacén de contenedores |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Recogida centralizada con contenedores de calle de superficie | -                       |

**3. Dimensionamiento del almacén de contenedores y/o espacio de reserva:**
**3.1. Almacén de contenedores**

No procede

Superficie útil del almacén [S]:

| Tipo de residuo  | Volumen generado al día [dm <sup>3</sup> /día] | Período de recogida [días] | factor de contenedor [m <sup>2</sup> /l] |                                 | factor de mayoración |                   | S = ∑ (G <sub>r</sub> · T <sub>r</sub> · C <sub>f</sub> · M <sub>r</sub> ) |
|------------------|--|----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|-------------------|--|
|                  | [G <sub>r</sub> ]                              |                            | [T <sub>r</sub> ]                        | capacidad del contenedor en [l] | [C <sub>f</sub> ]    | [M <sub>r</sub> ] |  |
| papel/cartón     |  | 7                          |  |                                 | papel/cartón         | 1                 |  |
| envases ligeros  |  | 2                          |  |                                 | envases ligeros      | 1                 |  |
| materia orgánica |  | 1                          |  |                                 | materia orgánica     | 1                 |  |
| vidrio           |  | 7                          |  |                                 | vidrio               | 1                 |  |
| varios           |  | 7                          |  |                                 | varios               | 4                 |  |
|                  |  |                            |  |                                 |                      |                   | <b>S =</b>   |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Situación del almacén:           |  |
| Temperatura interior             |  |
| Revestimiento de paredes y suelo |  |
| Encuentros entre paredes y suelo |  |
| Instalaciones:                   |  |

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| - Toma de agua                  |  |
| - Sumidero sifónico en el suelo |  |
| - Iluminación artificial        |  |
| - Base de enchufe fija          |  |

**3.2. Espacio de reserva para recogida centralizada con contenedores de calle**

No Procede

 Superficie útil del espacio de reserva [S<sub>R</sub>]:

| Tipo de residuo  | Volumen generado al día [dm <sup>3</sup> /día] | Período de recogida [días] | factor de contenedor [m <sup>2</sup> /l] |                                 | factor de mayoración |                   | SR = ∑ (G <sub>i</sub> · T <sub>f</sub> · C <sub>f</sub> · M <sub>i</sub> ) |
|------------------|--|----------------------------|--|---------------------------------|----------------------|-------------------|---|
|                  | [G <sub>i</sub> ]                              |                            | [T <sub>f</sub> ]                        | capacidad del contenedor en [l] | [C <sub>f</sub> ]    | [M <sub>i</sub> ] |   |
| papel/cartón     |  | 7                          |  |                                 | papel/cartón         | 1                 |   |
| envases ligeros  |  | 2                          |  |                                 | envases ligeros      | 1                 |   |
| materia orgánica |  | 1                          |  |                                 | materia orgánica     | 1                 |   |
| vidrio           |  | 7                          |  |                                 | vidrio               | 1                 |   |
| varios           |  | 7                          |  |                                 | varios               | 4                 |   |

**CTE - HS**
**Salubridad**
**HS 3 – Calidad del aire interior**
**1. Normativa de aplicación:**

|  | Procede: | Normativa:  |
|--|----------|---|
| Aparcamientos y garajes                        | NO       | CTE DB HS 3   |
| Resto de locales en edificios agroindustriales | NO       | Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RD 1027/2007) - IT 1.1.4.2 |

**2. Cumplimiento de las exigencias de ventilación:**
**2.1. APARCAMIENTOS Y GARAJES**
**Quantificación de las exigencias:**

(Tabla 2.1)

|                         | Superficie útil (m <sup>2</sup> ) | Número de plazas de aparcamiento | Caudal unitario de ventilación por plaza | Caudal de ventilación total exigido q <sub>v</sub> [l/s] |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|--|
| aparcamientos y garajes |                                   |                                  | 120 l/s                                  |  |

**Sistema de ventilación:**

|   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Ventilación natural: | Mediante aberturas mixtas en dos zonas opuestas de la fachada.<br>La distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él será $\leq 25$ m.  |
|   | <b>En garajes con menos de 5 plazas:</b> pueden disponerse una o varias aberturas de admisión que comuniquen directamente con el exterior en la parte inferior de un cerramiento y una o varias aberturas de extracción que comuniquen directamente con el exterior en la parte superior del mismo cerramiento, separadas verticalmente como mínimo 1,5 m. |

|  |   |                                     |  |
|--|---|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ventilación mecánica: | Por extracción mecánica.  |                                     |  |
|  | De uso exclusivo para el aparcamiento.  |                                     |  |
|  | 2/3 de las aberturas de extracción tendrán una distancia del techo $\leq 0,5$ m |                                     |  |
|  | aberturas de ventilación  | <input checked="" type="checkbox"/> | una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m <sup>2</sup> de superficie útil |
|  |   | <input checked="" type="checkbox"/> | separación entre aberturas de extracción próximas  |
|  | Número mínimo de redes de conductos de extracción dotados de aspirador mecánico | nº de plazas de aparcamiento        | Número min. de redes   |
|  |   | NORMA                               | PROYECTO   |
| P $\leq$ 15                                    |   | 1                                   |  |
|  | 15 < P $\leq$ 80  | 2                                   |  |
|  | 80 < P  | 1 + parte entera de P/40            |  |
| aparcamientos > 5 plazas                       |   |                                     |  |

**Dimensionado del sistema:**
 Aberturas de ventilación:

|                                      | Área efectiva de las aberturas de ventilación [cm <sup>2</sup> ] |                       |       |               |                       |
|--------------------------------------|--|-----------------------|-------|---------------|-----------------------|
|                                      | Valor mínimo   |                       | TOTAL | Área unitaria | Dimensiones unitarias |
| Aberturas de admisión <sup>(1)</sup> | $\geq 4 \cdot q_v$   | $\geq 4 \cdot q_{va}$ |       |               |                       |
| Aberturas de extracción              | $\geq 4 \cdot q_v$   | $\geq 4 \cdot q_{ve}$ |       |               |                       |
| Aberturas de paso                    | $\geq 70$ cm <sup>2</sup>  | $\geq 8 \cdot q_{vp}$ |       |               |                       |
| Aberturas mixtas <sup>(2)</sup>      | $\geq 8 \cdot q_v$   |                       |       |               |                       |

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

- (1) Cuando se trate de una abertura de admisión constituida por una apertura fija, la dimensión que se obtenga de la tabla no podrá excederse en más de un 10%.
- (2) El área efectiva total de las aberturas mixtas de cada zona opuesta de fachada y de la zona equidistante debe ser como mínimo la mitad del área total exigida

- $q_v$  caudal de ventilación mínimo exigido para un local [l/s] (ver tabla 2.1: caudal de ventilación)
- $q_{va}$  caudal de ventilación correspondiente a la abertura de admisión calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].
- $q_{ve}$  caudal de ventilación correspondiente a la abertura de extracción calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].
- $q_{vp}$  caudal de ventilación correspondiente a la abertura de paso calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales, [l/s].

Conductos de extracción y aspiradores mecánicos:

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Caudal total de extracción: |  |
|-----------------------------|--|



Situación de los extractores:

Sección del conducto de extracción:

| Dimensionado de los conductos de extracción y aspiradores mecánicos (ventiladores) |              |                            |             |             |              |                      |               |
|--|--------------|----------------------------|-------------|-------------|--------------|----------------------|---------------|
| Tramo / pieza  | Caudal (l/s) | Sección (cm <sup>2</sup> ) | $\phi$ (cm) | Tamaño (cm) | Longitud (m) | Caída presión (Pa/m) | Pérdidas (Pa) |
| Rejilla  |              |                            |             |             |              |                      |               |
| Tramo 1  |              |                            |             |             |              |                      |               |
| Codo   |              |                            |             |             |              |                      |               |
| Tramo 2  |              |                            |             |             |              |                      |               |

|                                     |  |          |  |
|-------------------------------------|--|----------|--|
| Caudal unitario de cada ventilador: |  | Presión: |  |
|-------------------------------------|--|----------|--|

## 2.2. OTROS LOCALES

Clasificación de los locales y cuantificación de las exigencias de calidad del aire interior (RD 1027/2007 - IT 1.1.4.2)

| Local   | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Clasificación del local según calidad del aire interior | Caudal mínimo del aire exterior de ventilación (l/s)  |           | Clase de filtración del aire exterior | Clasificación del aire de extracción | Caudal del aire de extracción (l/s) |
|---------|------------------------------|---|---|-----------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| local 1 | Aseo hombres (A1)            | IDA-2   | 0,83 dm <sup>3</sup> /s·m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup> | 21,75 l/s | F8                                    | AE 3                                 | > 2 l/(s·m <sup>2</sup> )           |
| local 2 | Aseo mujeres (A2)            | IDA-2   | 0,83 dm <sup>3</sup> /s·m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup> | 17,55 l/s | F8                                    | AE 3                                 | > 2 l/(s·m <sup>2</sup> )           |
| Local 3 | Salón y dormitorios          | IDA-3   | 0,55 dm <sup>3</sup> /s·m <sup>2</sup> <sup>(1)</sup> | 15,15 l/s | F7                                    | AE 2                                 | > 2 l/(s·m <sup>2</sup> )           |

(1) Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie (RD 1027/2007 - IT 1.1.4.2.3 D)

(2) Método indirecto de caudal de aire exterior por persona (RD 1027/2007 - IT 1.1.4.2.3 A)

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

**HS 4 – Suministro de agua**
**1. Ámbito de aplicación (Apdo. 1.1):**

Edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las instalaciones existentes se consideran incluidas cuando se amplía el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

En nuestro caso no procede, ya que las instalaciones proyectadas son exclusivamente almacenes, ya que las instalaciones del promotor cuentan con suministro de agua (aseos, patio exterior)

**2. Caracterización y cuantificación de las exigencias:**
**2.1. Caudal mínimo para cada tipo de aparato.**
**Tabla 2.1** Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

| Tipo de aparato                        | Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s] | Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s] |
|--|---|---|
| Lavamanos                              | 0,05  | 0,03  |
| Lavabo                                 | 0,10  | 0,065   |
| Ducha                                  | 0,20  | 0,10  |
| Inodoro con cisterna                   | 0,10  | -   |
| Inodoro con fluxor                     | 1,25  | -   |
| Urinarios con grifo temporizado        | 0,15  | -   |
| Urinarios con cisterna (c/u)           | 0,04  | -   |
| Fregadero doméstico                    | 0,20  | 0,10  |
| Fregadero no doméstico                 | 0,30  | 0,20  |
| Lavavajillas doméstico                 | 0,15  | 0,10  |
| Lavavajillas industrial (20 servicios) | 0,25  | 0,20  |
| Lavadero                               | 0,20  | 0,10  |
| Lavadora doméstica                     | 0,20  | 0,15  |
| Lavadora industrial (8 kg)             | 0,60  | 0,40  |
| Grifo aislado                          | 0,15  | 0,10  |
| Grifo garaje                           | 0,20  | -   |
| Vertedero                              | 0,20  | -   |

**2.1. Presión mínima.**

En los puntos de consumo:

- 100 KPa para grifos comunes.
- 150 KPa para fluxores y calentadores.

**2.2. Presión máxima.**

- 500 KPa.

**2.3. Temperatura de ACS.**

- Entre 50º - 65º

**3. Diseño de la instalación:**
**3.1. Esquema general de la instalación de agua fría.**

En función de los parámetros de suministro de caudal (continuo o discontinuo) y presión (suficiente o insuficiente) correspondientes al municipio, localidad o barrio, donde vaya situado el edificio se elegirá alguno de los esquemas que figuran en el CTE.

- Un solo titular.  
 (Coincide en parte la Instalación Interior General con la Instalación Interior Particular).

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Aljibe y grupo de presión. (Suministro público discontinuo y presión insuficiente). |
| <input type="checkbox"/>            | Depósito auxiliar y grupo de presión. (Sólo presión insuficiente).                  |
| <input type="checkbox"/>            | Depósito elevado. Presión suficiente y suministro público insuficiente.             |

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

Múltiples titulares.

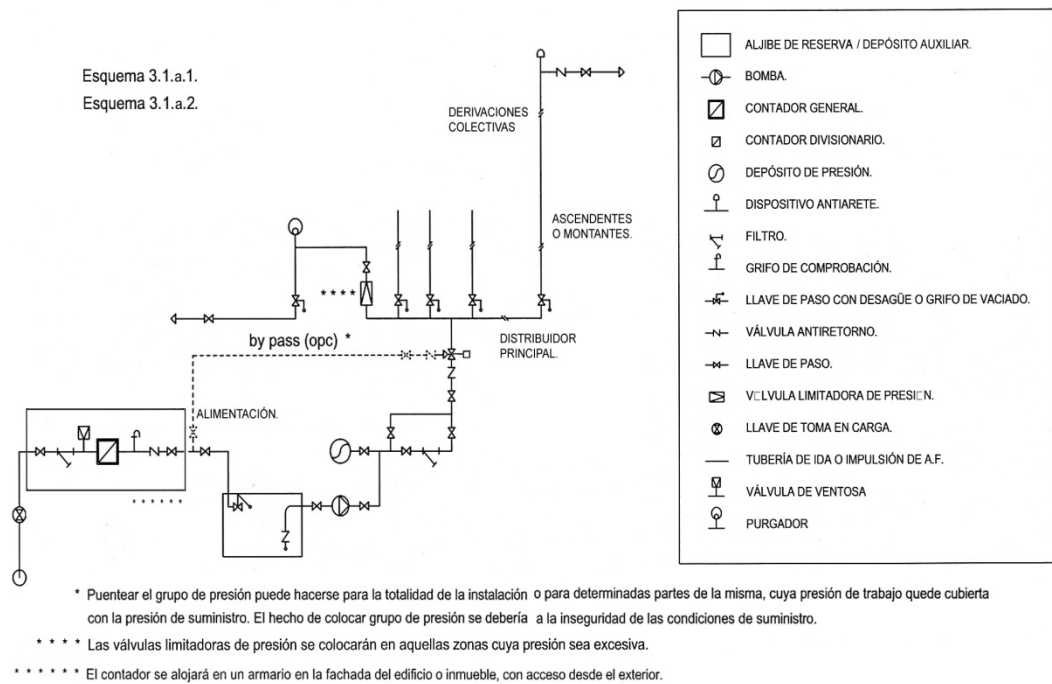
Abastecimiento directo. Suministro público y presión suficientes.

Aljibe y grupo de presión. Suministro público discontinuo y presión insuficiente.

Depósito auxiliar y grupo de presión. Sólo presión insuficiente.

Abastecimiento directo. Suministro público continuo y presión suficiente.

Esquema si es un solo titular, hay un depósito elevado, hay presión suficiente y suministro público insuficiente:



**3.2. Esquema de la instalación interior particular.**

Deben incluirse esquemas de redes de fontanería incluyendo A.C.S con calentador individual.

**4. Dimensionado de las Instalaciones y materiales utilizados.**

**4.1. Reserva de espacio para el contador general**

**Tabla 4.1** Dimensiones del armario y de la cámara para el contador general

| Dimensiones en mm | Diámetro nominal del contador en mm |     |     |     |      |        |      |      |      |      |      |
|-------------------|-------------------------------------|-----|-----|-----|------|--------|------|------|------|------|------|
|                   | 15                                  | 20  | 25  | 32  | 40   | 50     | 65   | 80   | 100  | 125  | 150  |
|                   | Armario                             |     |     |     |      | Cámara |      |      |      |      |      |
| Largo             | 600                                 | 600 | 900 | 900 | 1300 | 2100   | 2100 | 2200 | 2500 | 3000 | 3000 |
| Ancho             | 500                                 | 500 | 500 | 500 | 600  | 700    | 700  | 800  | 800  | 800  | 800  |
| Alto              | 200                                 | 200 | 300 | 300 | 500  | 700    | 700  | 800  | 900  | 1000 | 1000 |

**4.2. Dimensionado de las redes de distribución**

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos.

#### 4.2.1. Dimensionado de los tramos

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- el caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1.
- establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

Cuadro de caudales

| Tramo | $Q_i$<br>caudal instalado<br>(l/seg) | $n = n^{\circ}$ grifos | $K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$ | $Q_c$<br>caudal de cálculo<br>(l/seg) |
|-------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
|       |                                      |                        |                            |                                       |
|       |                                      |                        |                            |                                       |

- elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
  - i) tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s
  - ii) tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

#### 4.2.2. Comprobación de la presión

Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.

Cuadros operativos (monograma flamant\_cobre).

| Tramo | $Q_p$<br>(l/seg) | $l_i$<br>(l/seg) | $V$<br>(m/seg) |      | $\varnothing$<br>(m.m) | $J$<br>(m.c.a./ml) | $l_2$<br>(m) | $L$<br>( $l_1 + l_2$ ) | $J \times L$<br>(m.c.a.) | Presión disponible para depósitos elevados. |
|-------|------------------|------------------|----------------|------|------------------------|--------------------|--------------|------------------------|--------------------------|---|
|       |                  |                  | Máx            | Real |                        |                    |              |                        |                          | $Z_0 - J \times L = p_1$<br>(m.c.a.)        |
|       |                  |                  |                |      |                        |                    |              |                        |                          |   |
|       |                  |                  |                |      |                        |                    |              |                        |                          |   |

Cuadro operativo (monograma flamant\_hierro).

| Tramo | $Q_p$<br>(l/seg) | $l_i$<br>(l/seg) | $V$<br>(m/seg) |      | $\varnothing$<br>(") | $J$<br>(m.c.a./ml) | $l_2$<br>(m) | $L$<br>( $l_1 + l_2$ ) | $J \times L$<br>(m.c.a.) | Presión disponible para redes con presión inicial. |
|-------|------------------|------------------|----------------|------|----------------------|--------------------|--------------|------------------------|--------------------------|--|
|       |                  |                  | Máx            | Real |                      |                    |              |                        |                          | $p_0 (Z_0 - J \times L) = p_1$<br>(m.c.a.)         |
|       |                  |                  |                |      |                      |                    |              |                        |                          |  |
|       |                  |                  |                |      |                      |                    |              |                        |                          |  |

Cuadros operativos (ábaco polibutileno).

| Tramo | Qp<br>(l/seg) | l<br>(l/seg) | V<br>(m/seg) |      | Ø<br>Ext<br>(mm) | J<br>(m.c.a./<br>ml) | R<br>(J x l)<br>m.ca | ζ | V2 | V <sup>2</sup> /2g | Δ <sub>R</sub> =ζ x $\frac{V^2}{2g}$<br>(m.c.a.) | Pérdida<br>de carga<br>total   |
|-------|---------------|--------------|--------------|------|------------------|----------------------|----------------------|---|----|--------------------|--|--------------------------------|
|       |               |              | Máx          | Real |                  |                      |                      |   |    |                    |  | R + Δ <sub>R</sub><br>(m.c.a.) |
|       |               |              |              |      |                  |                      |                      |   |    |                    |  |                                |

- comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se verifica si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

#### 4.3. Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en la tabla 4.2. En el resto, se dimensionará teniendo en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato.

**Tabla 4.2** Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

| Aparato o punto de consumo          |                                | Diámetro nominal del ramal de enlace |          |                               |           |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------|-------------------------------|-----------|
|                                     |                                | Tubo de acero (")                    |          | Tubo de cobre o plástico (mm) |           |
|                                     |                                | NORMA                                | PROYECTO | NORMA                         | PROYECTO  |
| <input type="checkbox"/>            | Lavamanos                      | ½                                    | -        | 12                            | -         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Lavabo                         | ½                                    | -        | 12                            | <b>20</b> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ducha                          | ½                                    | -        | 12                            | <b>20</b> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Inodoro con cisterna           | ½                                    | -        | 12                            | <b>20</b> |
| <input type="checkbox"/>            | Inodoro con fluxor             | 1- 1 ½                               | -        | 25-40                         | -         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Urinario con grifo temporizado | ½                                    | -        | 12                            | <b>20</b> |
| <input type="checkbox"/>            | Urinario con cisterna          | ½                                    | -        | 12                            | -         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Fregadero doméstico            | ½                                    | -        | 12                            | <b>20</b> |
| <input type="checkbox"/>            | Fregadero industrial           | ¾                                    | -        | 20                            | -         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Lavavajillas doméstico         | ½ (rosca a ¾)                        | -        | 12                            | <b>20</b> |
| <input type="checkbox"/>            | Lavavajillas industrial        | ¾                                    | -        | 20                            | -         |
| <input type="checkbox"/>            | Lavadora doméstica             | ¾                                    | -        | 20                            | -         |
| <input type="checkbox"/>            | Lavadora industrial            | 1                                    | -        | 25                            | -         |
| <input type="checkbox"/>            | Vertedero                      | ¾                                    | -        | 20                            | -         |

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose como mínimo los valores de la tabla 4.3:

**Tabla 4.3** Diámetros mínimos de alimentación

| Tramo considerado                     |   | Diámetro nominal del tubo de alimentación |          |                       |          |
|---------------------------------------|---|---|----------|-----------------------|----------|
|                                       |   | Acero (")                                 |          | Cobre o plástico (mm) |          |
|                                       |   | NORMA                                     | PROYECTO | NORMA                 | PROYECTO |
| <input checked="" type="checkbox"/>   | Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina. | ¾   | -        | 20                    | 20       |
| <input type="checkbox"/>              | Alimentación a derivación particular: vivienda, Oficina   | ¾   | -        | 20                    | 20       |
| <input type="checkbox"/>              | Columna (montante o descendente)                          | ¾   | -        | 20                    | 20       |
| <input type="checkbox"/>              | Distribuidor principal                                    | 1   | -        | 25                    | 25       |
| Alimentación equipos de climatización | <input type="checkbox"/> < 50 kW                          | ½   | -        | 12                    | -        |
|                                       | <input type="checkbox"/> 50 - 250 kW                      | ¾   | -        | 20                    | -        |
|                                       | <input type="checkbox"/> 250 - 500 kW                     | 1   | -        | 25                    | -        |
|                                       | <input type="checkbox"/> > 500 kW                         | 1 ¼                                       | -        | 32                    | -        |

#### 4.4. Dimensionado de las redes de ACS

##### 4.4.1. Dimensionado de las redes de impulsión de ACS

Para las redes de impulsión o ida de ACS se seguirá el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

##### 4.4.2. Dimensionado de las redes de retorno de ACS

- Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.
- En cualquier caso, no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrio hidráulico.
- El caudal de retorno se podrá estimar según reglas empíricas de la siguiente forma:
  - a) hay que considerar que se recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma, se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.
  - b) los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4** Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS

| Diámetro de la tubería (pulgadas) | Caudal recirculado (l/h) |
|-----------------------------------|--------------------------|
| ½                                 | 140                      |
| ¾                                 | 300                      |
| 1                                 | 600                      |
| 1 ¼                               | 1.100                    |
| 1 ½                               | 1.800                    |
| 2                                 | 3.300                    |

##### 4.4.3. Cálculo del aislamiento térmico

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITE.

#### 4.4.4. Cálculo de dilatadores

- En los materiales metálicos se considera válido lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.
- En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

#### 4.5. Dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación

##### 4.5.1. Dimensionado de los contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

##### 4.5.2. Cálculo del grupo de presión

###### 4.5.2.1. Cálculo del depósito auxiliar de alimentación

El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:  $V = Q \cdot t \cdot 60$  (4.1)

Siendo:

- V es el volumen del depósito [l];
- Q es el caudal máximo simultáneo [dm<sup>3</sup>/s];
- t es el tiempo estimado (de 15 a 20) [min].

La estimación de la capacidad de agua se podrá realizar con los criterios de la norma UNE 100 030:1994.

###### 4.5.2.2. Cálculo de las bombas

- El cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de la/s bomba/s (mínima y máxima respectivamente), siempre que no se instalen bombas de caudal variable. En este segundo caso la presión será función del caudal solicitado en cada momento y siempre constante.
- El número de bombas a instalar en el caso de un grupo de tipo convencional, excluyendo las de reserva, se determinará en función del caudal total del grupo. Se dispondrán dos bombas para caudales de hasta 10 dm<sup>3</sup>/s, tres para caudales de hasta 30 dm<sup>3</sup>/s y 4 para más de 30 dm<sup>3</sup>/s.
- El caudal de las bombas será el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta y vendrá fijado por el uso y necesidades de la instalación.
- La presión mínima o de arranque (Pb) será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (Ha), la altura geométrica (Hg), la pérdida de carga del circuito (Pc) y la presión residual en el grifo, llave o fluxor (Pr).

###### 4.5.2.3. Cálculo del depósito de presión:

- Para la presión máxima se adoptará un valor que limite el número de arranques y paradas del grupo de forma que se prolongue lo más posible la vida útil del mismo. Este valor estará comprendido entre 2 y 3 bar por encima del valor de la presión mínima.
- El cálculo de su volumen se hará con la fórmula siguiente.

$$V_n = P_b \times V_a / P_a \quad (4.2)$$

Siendo:

- Vn es el volumen útil del depósito de membrana;
- Pb es la presión absoluta mínima;
- Va es el volumen mínimo de agua;
- Pa es la presión absoluta máxima.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

#### 4.5.3. Cálculo del diámetro nominal del reductor de presión:

El diámetro nominal se establecerá aplicando los valores especificados en la tabla 4.5 en función del caudal máximo simultáneo. Nunca se calcularán en función del *diámetro nominal* de las tuberías.

**Tabla 4.5** Valores del *diámetro nominal* en función del caudal máximo simultáneo

| Diámetro nominal del reductor de presión | Caudal máximo simultáneo |                   |
|--|--------------------------|-------------------|
|  | dm <sup>3</sup> /s       | m <sup>3</sup> /h |
| 15                                       | 0,5                      | 1,8               |
| 20                                       | 0,8                      | 2,9               |
| 25                                       | 1,3                      | 4,7               |
| 32                                       | 2,0                      | 7,2               |
| 40                                       | 2,3                      | 8,3               |
| 50                                       | 3,6                      | 13,0              |
| 65                                       | 6,5                      | 23,0              |
| 80                                       | 9,0                      | 32,0              |
| 100                                      | 12,5                     | 45,0              |
| 125                                      | 17,5                     | 63,0              |
| 150                                      | 25,0                     | 90,0              |
| 200                                      | 40,0                     | 144,0             |
| 250                                      | 75,0                     | 270,0             |

#### 4.5.4. Dimensionado de los sistemas y equipos de tratamiento de agua

##### 4.5.4.1. Determinación del tamaño de los aparatos dosificadores

- El tamaño apropiado del aparato se tomará en función del caudal punta en la instalación, así como del consumo mensual medio de agua previsto, o en su defecto se tomará como base un consumo de agua previsible de 60 m<sup>3</sup> en 6 meses, si se ha de tratar tanto el agua fría como el ACS, y de 30 m<sup>3</sup> en 6 meses si sólo ha de ser tratada el agua destinada a la elaboración de ACS.
- El límite de trabajo superior del aparato dosificador, en m<sup>3</sup>/h, debe corresponder como mínimo al caudal máximo simultáneo o caudal punta de la instalación.
- El volumen de dosificación por carga, en m<sup>3</sup>, no debe sobrepasar el consumo de agua previsto en 6 meses.

##### 4.5.4.2. Determinación del tamaño de los equipos de descalcificación

- Se tomará como caudal mínimo 80 litros por persona y día.

## HS 5 – Evacuación de aguas

## 5. Descripción General:

## 5.1. Objeto:

Aspectos de la obra que tengan que ver con las instalaciones específicas. En general el objeto de estas instalaciones es la evacuación de aguas pluviales y fecales. Sin embargo en algunos casos atienden a otro tipo de aguas como las correspondientes a drenajes, aguas correspondientes a niveles freáticos altos o evacuación de laboratorios, industrial, etc... que requieren estudios específicos.

## 5.2. Características del Alcantarillado de Acometida:

- Público.  
 Privado. (caso de urbanización en el interior de la parcela).  
 Unitario / Mixto<sup>1</sup>.  
 Separativo<sup>2</sup>.

## 5.3. Cotas de capacidad de la red:

- Cota alcantarillado > Cota de evacuación  
 Cota alcantarillado < Cota de evacuación (Implica definir estación de bombeo)

|  |  |
|--|--|
| Diámetro de la/las Tubería/s de Alcantarillado |  |
| Pendiente %                                    |  |
| Capacidad en l/s                               |  |

## 6. Descripción del sistema de evacuación y sus partes.

## 6.1. Características de la Red de Evacuación.

Explicar el sistema. (Mirar el apartado de planos y dimensionado)

- Separativa total.  
 Separativa hasta salida edificio.  
 Red enterrada.  
 Red colgada.  
 Otros aspectos de interés:

## 6.2. Partes específicas de la red de evacuación.

## Desagües y derivaciones

Material: (ver observaciones tabla 1)

- <sup>1</sup>. Red Urbana Mixta: Red Separativa en la edificación hasta salida edificio.  
 -. Pluviales ventiladas  
 -. Red independiente (salvo justificación) hasta colector colgado.  
 -. Cierres hidráulicos independientes en sumideros, cazoletas sifónicas, etc.  
 -. Puntos de conexión con red de fecales. Si la red es independiente y no se han colocado cierres hidráulicos individuales en sumideros, cazoletas sifónicas, etc., colocar cierre hidráulico en la/s conexión/es con la red de fecales.  
<sup>2</sup>. Red Urbana Separativa: Red Separativa en la edificación.  
 -. No conexión entre la red pluvial y fecal y conexión por separado al alcantarillado.

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

|                   |  |
|-------------------|--|
| Sifón individual: |  |
| Bote sifónico:    |  |
| <b>Bajantes</b>   | Indicar material y situación exterior por patios o interiores en patinillos registrables /no registrables de instalaciones |
| Material:         | (ver observaciones tabla 1)  |
| Situación:        |  |
| <b>Colectores</b> | Características incluyendo acometida a la red de alcantarillado  |
| Materiales:       | (ver observaciones tabla 1)  |
| Situación:        |  |

**Tabla 1:** Características de los materiales

De acuerdo a las normas de referencia mirar las que se correspondan con el material:

- **Fundición Dúctil:**
  - UNE EN 545:2002 “Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo”.
  - UNE EN 598:1996 “Tubos, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para el saneamiento. Prescripciones y métodos de ensayo”.
  - UNE EN 877:2000 “Tubos y accesorios de fundición, sus uniones y piezas especiales destinados a la evacuación de aguas de los edificios. Requisitos, métodos de ensayo y aseguramiento de la calidad”.
- **Plásticos:**
  - UNE EN 1 329-1:1999 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
  - UNE EN 1 401-1:1998 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
  - UNE EN 1 453-1:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVCU). Parte 1: Especificaciones para los tubos y el sistema”.
  - UNE EN 1455-1:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para la evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
  - UNE EN 1 519-1:2000 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Polietileno (PE). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
  - UNE EN 1 565-1:1999 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Mezclas de copolímeros de estireno (SAN + PVC). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
  - UNE EN 1 566-1:1999 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
  - UNE EN 1 852-1:1998 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Polipropileno (PP). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema”.
  - UNE 53 323:2001 EX “Sistemas de canalización enterrados de materiales plásticos para aplicaciones con y sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resinas de poliéster insaturado (UP)”

**6.3. Características generales.**
**Registros: Accesibilidad para reparación y limpieza**

|                                     |   |  |  |
|-------------------------------------|---|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>en cubiertas:</b>                      | Acceso a parte alta  | El registro se realiza:<br>Por la parte alta.  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>en bajantes:</b>                       | Es recomendable situar en patios o patinillos registrables.<br>En lugares entre cuartos húmedos. Con registro.   | El registro se realiza:<br>Por parte alta en ventilación primaria, en la cubierta.<br>En Bajante.<br>Accesible a piezas desmontables situadas por encima de acometidas, etc<br>En cambios de dirección.<br>A pie de bajante. |
| <input type="checkbox"/>            | <b>en colectores colgados:</b>            | Dejar vistos en zonas comunes secundarias del edificio.  | Conectar con el alcantarillado por gravedad.<br>Con los márgenes de seguridad.<br>Registros en cada encuentro y cada 15 m.<br>En cambios de dirección se ejecutará con codos de 45°.   |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <b>en colectores enterrados:</b>          | En edificios de pequeño-medio tamaño.<br>Viviendas aisladas:<br>Se enterrará a nivel perimetral.<br>Viviendas entre medianeras:<br>Se intentará situar en zonas comunes  | Los registros:<br>En zonas exteriores con arquetas con tapas practicables.<br>En zonas habitables con arquetas ciegas.   |
| <input type="checkbox"/>            | <b>en el interior de cuartos húmedos:</b> | Accesibilidad. Por falso techo.<br>Cierres hidráulicos por el interior del local   | Registro:<br>Sifones:<br>Por parte inferior.<br>Botes sifónicos:<br>Por parte superior.  |
| <b>Ventilación</b>                  |   |  |  |
| <input type="checkbox"/>            | <b>Primaria</b>                           | Siempre para proteger cierre hidráulico  |  |
| <input type="checkbox"/>            | <b>Secundaria</b>                         | Conexión con Bajante.<br>En edificios de 6 ó más plantas. Si el cálculo de las bajantes está sobredimensionado, a partir de 10 plantas.  |  |
| <input type="checkbox"/>            | <b>Terciaria</b>                          | Conexión entre el aparato y ventilación secundaria o al exterior   |  |
|                                     | <b>En general:</b>                        | Siempre en ramales superior a 5 m.<br>Edificios alturas superiores a 14 plantas.   |  |
|                                     | <b>Es recomendable:</b>                   | Ramales desagües de inodoros si la distancia a bajante es mayor de 1 m.<br>Bote sifónico. Distancia a desagüe 2,0 m.<br>Ramales resto de aparatos baño con sifón individual (excepto bañeras), si desagües son superiores a 4 m. |  |
| <input type="checkbox"/>            | <b>Sistema elevación:</b>                 | Justificar su necesidad. Si es así, definir tamaño de la bomba y dimensionado del pozo   |  |

## 7. Dimensionado

### 7.1. Red de evacuación de aguas residuales

#### 7.1.1. Red de pequeña evacuación de aguas residuales

##### 7.1.1.1. Derivaciones individuales

La adjudicación de Unidades de Desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la tabla 3.1 en función del uso privado o público.

Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, tales como los de los equipos de climatización, bandejas de condensación, etc., se tomará 1 UD para 0,03 dm<sup>3</sup>/s estimados de caudal.

**Tabla 3.1** UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

| Tipo de aparato sanitario                       | Unidades de desagüe UD            |             | Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm] |             |
|---|-----------------------------------|-------------|--|-------------|
|   | Uso privado                       | Uso público | Uso privado  | Uso público |
| Lavabo  | 1                                 | 2           | 32   | 40          |
| Bidé  | 2                                 | 3           | 32   | 40          |
| Ducha   | 2                                 | 3           | 40   | 50          |
| Bañera (con o sin ducha)                        | 3                                 | 4           | 40   | 50          |
| Inodoros  | Con cisterna                      | 4           | 5  | 100         |
|   | Con fluxómetro                    | 8           | 10   | 100         |
| Urinario  | Pedestal                          | -           | 4  | -           |
|   | Suspendido                        | -           | 2  | -           |
|   | En batería                        | -           | 3.5  | -           |
| Fregadero                                       | De cocina                         | 3           | 6  | 40          |
|   | De laboratorio, restaurante, etc. | -           | 2  | -           |
|   | Lavadero                          | 3           | -  | 40          |
|   | Vertedero                         | -           | 8  | -           |
|   | Fuente para beber                 | -           | 0.5  | -           |
|   | Sumidero sifónico                 | 1           | 3  | 40          |
|   | Lavavajillas                      | 3           | 6  | 40          |
| Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé) | Inodoro con cisterna              | 7           | -  | 100         |
|   | Inodoro con fluxómetro            | 8           | -  | 100         |
| Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)        | Inodoro con cisterna              | 6           | -  | 100         |
|   | Inodoro con fluxómetro            | 8           | -  | 100         |

Los diámetros indicados en la tabla se considerarán válidos para ramales individuales con una longitud aproximada de 1,5 m. Si se supera esta longitud, se procederá a un cálculo pormenorizado del ramal, en función de la misma, su pendiente y caudal a evacuar.

El diámetro de las conducciones se elegirá de forma que nunca sea inferior al diámetro de los tramos situados aguas arriba.

Para el cálculo de las UD's de aparatos sanitarios o equipos que no estén incluidos en la tabla anterior, podrán utilizarse los valores que se indican en la tabla 3.2 en función del diámetro del tubo de desagüe:

**Tabla 3.2** UDs de otros aparatos sanitarios y equipos

| Diámetro del desagüe, mm | Número de UDs |
|--------------------------|---------------|
| 32                       | 1             |
| 40                       | 2             |
| 50                       | 3             |
| 60                       | 4             |
| 80                       | 5             |
| 100                      | 6             |

**7.1.1.2. Botes sifónicos o sifones individuales**

- Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.
- Los botes sifónicos se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

**7.1.1.3. Ramales colectores**

Se utilizará la tabla 3.3 para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

**Tabla 3.3** UDs en los ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

| Máximo número de UDs |       |       | Diámetro mm |
|----------------------|-------|-------|-------------|
| Pendiente            |       |       |             |
| 1 %                  | 2 %   | 4 %   |             |
| -                    | 1     | 1     | 32          |
| -                    | 2     | 3     | 40          |
| -                    | 6     | 8     | 50          |
| -                    | 11    | 14    | 63          |
| -                    | 21    | 28    | 75          |
| 47                   | 60    | 75    | 90          |
| 123                  | 151   | 181   | 110         |
| 180                  | 234   | 280   | 125         |
| 438                  | 582   | 800   | 160         |
| 870                  | 1.150 | 1.680 | 200         |

**7.1.2. Bajantes de aguas residuales**

El dimensionado de las bajantes se realizará de forma tal que no se rebase el límite de  $\pm 250$  Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea nunca superior a 1/3 de la sección transversal de la tubería.

El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla 3.4 en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UDs y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de esta será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

**Tabla 3.4** Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UDs

| Máximo número de UDs, para una altura de bajante de: |                  | Máximo número de UDs, en cada ramal para una altura de bajante de: |                  | Diámetro, mm |
|--|------------------|--|------------------|--------------|
| Hasta 3 plantas                                      | Más de 3 plantas | Hasta 3 plantas  | Más de 3 plantas |              |
| 10   | 25               | 6  | 6                | 50           |
| 19   | 38               | 11   | 9                | 63           |
| 27   | 53               | 21   | 13               | 75           |
| 135  | 280              | 70   | 53               | 90           |
| 360  | 740              | 181  | 134              | 110          |
| 540  | 1.100            | 280  | 200              | 125          |
| 1.208  | 2.240            | 1.120  | 400              | 160          |
| 2.200  | 3.600            | 1.680  | 600              | 200          |
| 3.800  | 5.600            | 2.500  | 1.000            | 250          |
| 6.000  | 9.240            | 4.320  | 1.650            | 315          |

Las desviaciones con respecto a la vertical se dimensionarán con los siguientes criterios:

- a) Si la desviación forma un ángulo con la vertical inferior a 45°, no se requiere ningún cambio de sección.
- b) Si la desviación forma un ángulo de más de 45°, se procederá de la manera siguiente:
  - i) el tramo de la bajante por encima de la desviación se dimensionará como se ha especificado de forma general;
  - ii) el tramo de la desviación en si, se dimensionará como un colector horizontal, aplicando una pendiente del 4% y considerando que no debe ser inferior al tramo anterior;
  - iii) el tramo por debajo de la desviación adoptará un diámetro igual al mayor de los dos anteriores.

### 7.1.3. Colectores horizontales de aguas residuales

Los colectores horizontales se dimensionarán para funcionar a media de sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

Mediante la utilización de la Tabla 3.5, se obtiene el diámetro en función del máximo número de UDs y de la pendiente.

**Tabla 3.5** Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UDs y pendiente adoptada

| Máximo número de UDs |        |        | Diámetro mm |
|----------------------|--------|--------|-------------|
| Pendiente            |        |        |             |
| 1 %                  | 2 %    | 4 %    |             |
| -                    | 20     | 25     | 50          |
| -                    | 24     | 29     | 63          |
| -                    | 38     | 57     | 75          |
| 96                   | 130    | 160    | 90          |
| 264                  | 321    | 382    | 110         |
| 390                  | 480    | 580    | 125         |
| 880                  | 1.056  | 1.300  | <b>160</b>  |
| 1.600                | 1.920  | 2.300  | 200         |
| 2.900                | 3.500  | 4.200  | 250         |
| 5.710                | 6.920  | 8.290  | 315         |
| 8.300                | 10.000 | 12.000 | 350         |

## 7.2. Red de evacuación de aguas pluviales

### 7.2.1. Red de pequeña evacuación de aguas pluviales

- El área de la superficie de paso del elemento filtrante de una caldereta debe estar comprendida entre 1,5 y 2 veces la sección recta de la tubería a la que se conecta.
- El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 3.6, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

**Tabla 3.6** Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

| Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> ) | Número de sumideros       |
|---|---------------------------|
| $S < 100$   | 2                         |
| $100 \leq S < 200$  | 3                         |
| $200 \leq S < 500$  | 4                         |
| $S > 500$   | 1 cada 150 m <sup>2</sup> |

- El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150 mm y pendientes máximas del 0,5 %, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.
- Cuando por razones de diseño no se instalen estos puntos de recogida debe preverse de algún modo la evacuación de las aguas de precipitación, como por ejemplo colocando rebosaderos.

**En Nuestro caso, para**

- **Nave existente; 57x8,6 m, cada faldón de 245 m<sup>2</sup>, se instalarán 4 bajantes y 4 sumideros como mínimo**
- **Locales prefabricados 86 x 8,2, cada faldón 352,6 m<sup>2</sup>, igualmente se instalarán 4 bajantes y 4 sumideros como mínimo**

### 7.2.2. Canalones

- El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la tabla 3.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

**Tabla 3.7** Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

| Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> ) |     |     |            | Diámetro nominal colector (mm) |
|--|-----|-----|------------|--------------------------------|
| Pendiente del canalón  |     |     |            |                                |
| 0,5%   | 1%  | 2%  | 4%         |                                |
| 35   | 45  | 65  | 95         | 100                            |
| 60   | 80  | 115 | 165        | 125                            |
| 90   | 125 | 175 | 255        | 150                            |
| 185  | 260 | 370 | 250        | 200                            |
| 335  | 475 | 670 | <u>930</u> | <u>250</u>                     |

- Para un régimen con intensidad pluviométrica diferente de 100 mm/h (véase el Anexo B), debe aplicarse un factor f de corrección a la superficie servida tal que:
  - $f = i / 100$  (3.1)
  - siendo i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar.

Anexo B:

### Apéndice B. Obtención de la intensidad pluviométrica

1 La intensidad pluviométrica  $i$  se obtendrá en la tabla B.1 en función de la isoyeta y de la zona pluviométrica correspondientes a la localidad determinadas mediante el mapa de la figura B.1

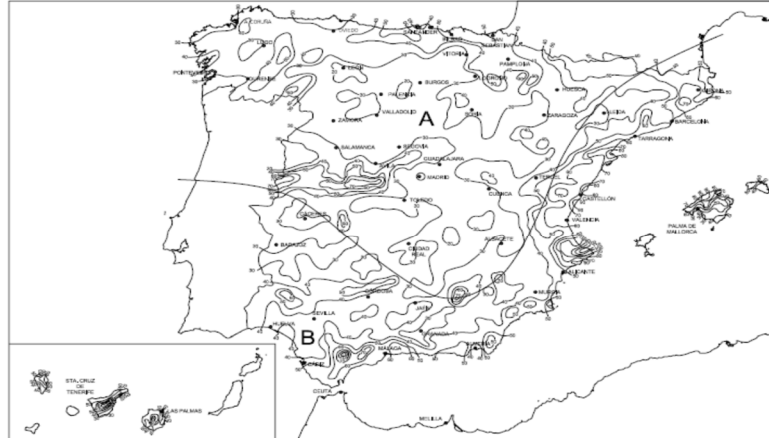


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

| Isoyeta | 10 | 20 | 30 | 40  | 50  | 60  | 70  | 80  | 90  | 100 | 110 | 120 |
|---------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Zona A  | 30 | 65 | 90 | 125 | 155 | 180 | 210 | 240 | 275 | 300 | 330 | 365 |
| Zona B  | 30 | 50 | 70 | 90  | 110 | 135 | 150 | 170 | 195 | 220 | 240 | 265 |

- Si la sección adoptada para el canalón no fuese semicircular, la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular.

#### 7.2.3. Bajantes de aguas pluviales

- El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la tabla 3.8:

Tabla 3.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

| Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> ) | Diámetro nominal de la bajante (mm) |
|---|-------------------------------------|
| 65  | 50                                  |
| <b>113</b>  | <b>63</b>                           |
| 177   | 75                                  |
| 318   | 90                                  |
| 580   | 110                                 |
| 805   | 125                                 |
| 1.544   | 160                                 |
| 2.700   | 200                                 |

Para Los locales prefabricados cada bajante da servicio 64 m<sup>2</sup>, por ello se toma decisión de bajante de 90 mm. Cada faldón de la nave tiene 250 m<sup>2</sup>, 4 bajantes de 90 mm.

#### 7.2.4. Colectores de aguas pluviales

- Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente.
- El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla 3.9, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

**Tabla 3.9** Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

| Superficie proyectada (m <sup>2</sup> ) |       |       | Diámetro nominal colector (mm) |
|---|-------|-------|--------------------------------|
| Pendiente del colector                  |       |       |                                |
| 1%                                      | 2%    | 4%    |                                |
| 125                                     | 178   | 253   | 30                             |
| 229                                     | 323   | 456   | 110                            |
| 310                                     | 440   | 620   | 125                            |
| 614                                     | 862   | 1.228 | 160                            |
| 1.070                                   | 1.510 | 2.140 | 200                            |
| 1.920                                   | 2.710 | 3.850 | 250                            |
| 2.016                                   | 4.589 | 6.500 | 315                            |

| Zonas hormigonadas                             | longitud (ml) | anchura (ml) | superficie (m2) | DN  |
|--|---------------|--------------|-----------------|-----|
| Zona de locales prefabricados patios traseros  | 100           | 5            | 500             | 250 |
| locales prefabricados vierten a patios trasero | 86            | 8,2          | 705,2           |     |
| Zona entrada                                   | 28            | 11           | 308             | 315 |

Se instalará toda la red de pluviales a base de albañal enterrado de PVC DN= 250 mm y el cplector final transversal que recoge las aguas pluviales de los patios de los locales prefabricados y la calle central será de DN= 315 mm hasta punto de conexión con agua pluviales de patios de nave existente hasta salida de la finca y hasta colector de vertido en cauce público.

### 7.3. Colectores tipo mixto

- Para dimensionar los colectores de tipo mixto deben transformarse las unidades de desagüe correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y sumarse a las correspondientes a las aguas pluviales. El diámetro de los colectores se obtiene en la tabla 3.9 en función de su pendiente y de la superficie así obtenida.
- La transformación de las UD en superficie equivalente para un régimen pluviométrico de 100 mm/h se efectúa con el siguiente criterio:
  - a) para un número de UD menor o igual que 250 la superficie equivalente es de 90 m<sup>2</sup>;
  - b) para un número de UD mayor que 250 la superficie equivalente es de 0,36 x n° UD m<sup>2</sup>.
- Si el régimen pluviométrico es diferente, deben multiplicarse los valores de las superficies equivalentes por el factor f de corrección indicado en 3.2.2.

### 7.4. Redes de ventilación

#### 7.4.1. Ventilación primaria

La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se conecte una columna de ventilación secundaria.

### 7.5. Accesorios

- En la tabla 3.10 se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.
- 

**Tabla 3.10** Dimensiones de las arquetas

| LxA (cm) | Diámetro Colector de salida |       |       |              |       |       |       |       |       |
|----------|-----------------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | 100                         | 150   | 200   | 250          | 300   | 350   | 400   | 450   | 500   |
|          | 40x40                       | 50x50 | 60x60 | <b>60x70</b> | 70x70 | 70x80 | 80x80 | 80x90 | 90x90 |

### 7.6. Sistemas de bombeo y elevación

#### 7.6.1. Depósito de recepción

- El dimensionado del depósito se hace de forma que se limite el número de arranques y paradas de las bombas, considerando aceptable que éstas sean 12 veces a la hora, como máximo.
- La capacidad del depósito se calcula con la expresión:
  - $V_u = 0,3 Q_b \text{ (dm}^3\text{)} \text{ (4.2)}$
  - , siendo  $Q_b$  caudal de la bomba (dm<sup>3</sup>/s)

- Esta capacidad debe ser mayor que la mitad de la aportación media diaria de aguas residuales.
- El caudal de entrada de aire al depósito debe ser igual al de las bombas.
- El diámetro de la tubería de ventilación debe ser como mínimo igual a la mitad del de la acometida y, al menos, de 80 mm.

#### 7.6.2. Bombas de elevación

- El caudal de cada bomba debe ser igual o mayor que el 125 % del caudal de aportación, siendo todas las bombas iguales.
- La presión manométrica de la bomba debe obtenerse como resultado de sumar la altura geométrica entre el punto más alto al que la bomba debe elevar las aguas y el nivel mínimo de las mismas en el depósito, y la pérdida de presión producida a lo largo de la tubería, calculada por los métodos usuales, desde la boca de la bomba hasta el punto más elevado.
- Desde el punto de conexión con el colector horizontal, o desde el punto de elevación, la tubería debe dimensionarse como cualquier otro colector horizontal por los métodos ya señalado.

### 8. Construcción

1) La instalación de evacuación de aguas residuales se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra

#### 8.1. Ejecución de los puntos de captación

##### 8.1.1. Válvulas de desagüe

1) Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante junta mecánicas con tuerca y junta tórica. Todas irán dotadas de su correspondiente tapón y cadeneta, salvo que sean automáticas o con dispositivo incorporado a la grifería, y juntas de estanqueidad para su acoplamiento al aparato sanitario.

2) Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.

3) En el montaje de válvulas no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

##### 8.1.2. Sifones individuales y botes sifónicos

1) Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en que se hallen instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjados sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.

2) Los sifones individuales llevarán en el fondo un dispositivo de registro con tapón roscado y se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario, para minimizar la longitud de tubería sucia en contacto con el ambiente.

3) La distancia máxima, en sentido vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón debe ser igual o inferior a 60 cm. Para evitar la pérdida del sello hidráulico.

4) Cuando se instalen sifones individuales, se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos cierres hidráulicos a partir de la embocadura a la bajante o al manguetón del inodoro, si es el caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así, el más próximo a la bajante será la bañera, después el bidé y, finalmente, el o los lavabos.

5) No se permitirá la instalación de sifones antisucción, ni cualquier otro que por su diseño pueda permitir el vaciado del sello hidráulico por sifonamiento.

6) No se podrán conectar desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios.

7) Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.

8) La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.

9) El diámetro de los botes sifónicos será como mínimo de 110 mm.

10) Los botes sifónicos llevarán incorporada una válvula de retención contra inundaciones con boya flotador y desmontable para acceder al interior. Asimismo, contarán con un tapón de registro de acceso directo al tubo de evacuación para eventuales atascos y obstrucciones.

11) No se permitirá la conexión al sifón de otro aparato del desagüe de electrodomésticos, aparatos de bombeo o fregaderos con triturador.

##### 8.1.3. Calderetas o cazoletas y sumideros

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

- 1) La superficie de la boca de la caldereta será como mínimo un 50 por 100 mayor que la sección de bajante a la que sirve. Tendrá una profundidad mínima de 15 cm y un solape también mínimo de 5 cm bajo el solado. Irán provistas de rejillas, plantas en el caso de cubiertas transitables y esféricas en las no transitables.
- 2) Tanto en las bajantes mixtas como en las bajantes de pluviales, la caldereta se instalará en paralelo con la bajante, a fin de poder garantizar el funcionamiento de la columna de ventilación.
- 3) Los sumideros de recogida de aguas pluviales, tanto en cubiertas, como en terrazas y garajes serán de tipo sifónico, capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 Kg/cm<sup>2</sup>. El sellado estanco entre el impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante apriete mecánico tipo brida de la tapa del sumidero sobre el cuerpo mismo. Asimismo, el impermeabilizante se protegerá con una brida de material plástico. 4) El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo, de hasta 90 mm.
- 5) El sumidero sifónico se dispondrá a una distancia de la bajante inferior o igual a 5 metros, y se garantizará que en ningún punto de la cubierta se supera una altura de 15 cm de hormigón de pendiente. Su diámetro será superior a 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua.

#### 8.1.4. Canalones

- 1) Los canalones, en general y salvo las siguientes especificaciones, se dispondrán con una pendiente mínima de 0,5 por 100, con una ligera pendiente hacia el exterior.
- 2) Para la construcción de canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se ajustarán a la forma de esta y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán estos elementos de sujeción a una distancia máxima de 50cm e irá remetido al menos 15 mm de la línea de tejas del alero.
- 3) En canalones de plástico, se puede establecer una pendiente mínima de 0.16 por 100. En estos canalones se unirán los diferentes perfiles con manguito de unión con junta de goma. La separación máxima entre ganchos de sujeción no excederá de 1 metro, dejando espacio para las bajantes y uniones, aunque en zonas de nieve dicha distancia se reducirá a 0.70 metros. Todos sus accesorios deben llevar una zona de dilatación de al menos 10 mm.
- 4) La conexión de canalones al colector general de la red vertical aneja, en su caso, se hará a través de sumidero sifónico.

#### 8.2. Ejecución de las redes de pequeña evacuación

- 1) Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.
- 2) Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.
- 3) Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, éstos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.
- 4) En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.
- 5) En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.
- 6) Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.
- 7) Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

#### 8.3. Ejecución de bajantes y ventilaciones

##### 8.3.1. Ejecución de las bajantes

Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe ser menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro, y podrá tomarse la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 metros.

Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica. En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan. Para los tubos y piezas de gres se realizarán junta a enchufe y cordón. Se rodeará el cordón con cuerda embreada u otro tipo de empaquetadura similar. Se incluirá este extremo en la copa o enchufe, fijando la posición debida y apretando dicha empaquetadura de forma que ocupe la cuarta parte de la altura total de la copa. El espacio restante se rellenará con mortero de cemento y arena de río en la proporción 1:1. Se retacará este mortero contra la pieza del cordón en forma de bisel. Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenando el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Asimismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales. Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado, poder efectuar futuras reparaciones o acabados y, por otro lado, no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas. A las bajantes que, discurrendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible. En edificios con más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

la desviación con la vertical debe ser superior a 60º, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados in situ.

#### 8.3.2. Ejecución de las redes de ventilación

Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería. En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará, en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación. Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que, para las bajantes, según el material de que se trate. Igualmente, dicha columna de ventilación debe quedar fijada a muro de espesor no menor de 9 cm, mediante abrazaderas, no menos de 2 por tubo y con distancias de 150 cm. La ventilación terciaria se conectará a una distancia del cierre hidráulico entre 2 y 20 veces el diámetro de la tubería. Se realizará en sentido ascendente o, en todo caso, horizontal por una de las paredes del local húmedo. Las válvulas de aireación se montarán entre el último y el penúltimo aparato, y por encima, de 1 a 2 metros, del nivel del flujo de los aparatos. Se colocarán en un lugar ventilado y accesible. La unión podrá ser por presión con junta de caucho o sellada con silicona.

#### 8.4 Ejecución de albañales y colectores

##### 8.4.1. Ejecución de la red horizontal colgada

- 1) El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 metro a ambos lados.
- 2) Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 metros, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.
- 3) En los cambios de dirección se situarán codos de 45º, con registro roscado.
- 4) La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:
  - a. En tubos de PVC y para todos los diámetros, 0.3 cm
  - b. En tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0.3 cm
- 5) Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1.50 metros, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de esta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.
- 6) Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustente, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante siletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.
- 7) En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 metros.
- 8) La tubería principal se prolongará 30cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.
- 9) Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

##### 8.4.2. Ejecución de la red horizontal enterrada

La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de éste, para impedir que funcione con ménsula. Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión: Para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa. Para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos. Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo tales como disponer mallas de geotextil.

##### 8.4.3. Ejecución de las zanjas

- 1) Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres.
- 2) Sin perjuicio del estudio particular del terreno que pueda ser necesario, se tomarán de forma general, las siguientes medidas.

###### 8.4.3.1. Zanjas para tuberías de materiales plásticos

Las zanjas serán de paredes verticales; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0.60 metros. Su profundidad vendrá definida en el proyecto, siendo función de las pendientes adoptadas. Si la tubería discurre bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno.

Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras de un grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/10 cm. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior.

#### 8.4.3.2. Zanjas para tuberías de fundición, hormigón y gres.

- 1) Además de las prescripciones dadas para las tuberías de materiales plásticos se cumplirán las siguientes.
- 2) El lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión.
- 3) Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, diámetro inferior a 0.1 mm, no supere el 12 por 100. Se proseguirá el relleno de los materiales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

#### 8.4.4. Protección de las tuberías de fundición enterradas

En general se seguirán las instrucciones dadas para las demás tuberías en cuanto a su enterramiento, con las prescripciones correspondientes a las protecciones a tomar relativas a las características de los terrenos particularmente agresivos. Se definirán como terrenos particularmente agresivos los que presenten algunas de las características siguientes:

- a. Baja resistividad: valor inferior a 1.000  $\Omega \times \text{cm}$
- b. Reacción ácida:  $\text{pH} > 6$
- c. Contenido en cloruros superior a 300 mg por Kg de tierra
- d. Contenido en sulfatos superior a 500 mg por Kg de tierra
- e. Indicios de sulfuros
- f. Débil valor del potencial redox: valor inferior a + 100 mV

En este caso, se podrá evitar su acción mediante un primer tubo de PE que servirá de funda a l tubo de fundición e irá colocado a lo largo de éste dejando al descubierto sus extremos y un segundo tubo de 70 cm de longitud aproximadamente, que hará de funda de la unión.

#### 8.4.5. Ejecución de los elementos de conexión de las redes enterradas

##### 8.4.5.1. Arquetas

Si son fabricadas in situ podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.

Las arquetas sumidero se cubrirán con rejilla metálica apoyada sobre angulares. Cuando estas arquetas sumideros tengan dimensiones considerables, como el caso de rampas de garajes, la rejilla planta será desmontable. El desagüe se realizará por uno de sus laterales, con un diámetro mínimo de 110 mm, vertiendo a una arqueta sifónica o a un separador de grasas y fangos. En las arquetas sifónicas, el conducto de salida de las aguas irá provisto de un codo de 90°, siendo el espesor de la lámina de agua de 45 cm. Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a mediacaña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

##### 8.4.5.2. Pozos

Si son prefabricados in situ, se construirán con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido, practicable. En el caso que el separador se construya en hormigón, el espesor de las paredes será como mínimo de 10 cm y la solera de 15 cm. Cuando se exija por las condiciones de evacuación se utilizará un separador con dos etapas de tratamiento: en la primera se realizará un pozo separador de fango, en donde se depositarán las materias gruesas, en la segunda se hará un pozo separador de grasas, cayendo al fondo de este las materias ligeras. En todo caso, deben estar dotados de una eficaz ventilación, que se realizará con tubo de

100 mm, hasta la cubierta del edificio. El material de revestimiento será inatacable pudiendo realizarse mediante materiales cerámicos o vidriados. El conducto de alimentación al separador llevará un sifón tal que su generatriz inferior esté a 5 cm, sobre el nivel del agua en el separador siendo de 10 cm la distancia del primer tabique interior al conducto de llegada. Éstos serán inamovibles sobresaliendo 20cm del nivel de aceites y teniendo como mínimo, otros 20 cm de altura mínima sumergida. Su separación entre sí será, como mínimo, la anchura total del separador de grasas. Los conductos de evacuación serán de gres vidriado con una pendiente mínima del 3 por 100 para facilitar una rápida evacuación a la red general.

#### 8.5. Ejecución de los sistemas de elevación y bombeo

##### 8.5.1. Depósito de recepción

El depósito acumulador de aguas residuales debe ser de construcción estanca para evitar la salida de malos olores y estará dotado de una tubería de ventilación con un diámetro igual a la mitad del de acometida y como9 mínimo de 80 mm. Tendrá, preferiblemente, en planta una superficie de sección circular, para evitar la acumulación de depósitos sólidos. Debe quedar un mínimo de 10 cm entre el nivel máximo del agua en el depósito y la generatriz inferior de la tubería de acometida, o de la parte más baja de las generatrices inferiores de las tuberías de acometida, para evitar su inundación y permitir la circulación del aire. Se dejarán al menos 20 cm entre el nivel mínimo del agua en el depósito y el fondo para que la boca de aspiración de la bomba esté siempre sumergida, aunque esta cota podrá variar según requisitos específicos del fabricante. La altura total será de al menos 1 metro, a la que habrá que añadir la diferencia de cota entre el nivel del suelo y la generatriz inferior de la tubería, para obtener la profundidad total del depósito. Cuando se utilicen bombas de tipo sumergible, se alojarán en una fosa para reducir la cantidad de

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

agua que queda por debajo de la boca de aspiración. La misma forma podrá tener el fondo del tanque cuando existan dos cámaras, una para recibir las aguas (fosa húmeda) y otra para alojar las bombas (fosa seca). El fondo del tanque debe tener una pendiente mínima del 25%. El caudal de entrada de aire al tanque debe ser igual al de la bomba.

#### 8.5.2. Dispositivos de elevación y control

Las bombas tendrán un diseño que garantice una protección adecuada contra las materias sólidas en suspensión en el agua. Para controlar la marcha y parada de la bomba se utilizarán interruptores de nivel, instalados en los niveles alto y bajo respectivamente. Se instalará además un nivel de alarma por encima del nivel superior y otro de seguridad por debajo del nivel mínimo. Si las bombas son dos o más, se multiplicará proporcionalmente el número de interruptores. Se añadirá, además un dispositivo para alternar el funcionamiento de las bombas con el fin de mantenerlas en igual estado de uso, con un funcionamiento de las bombas secuencial. Cuando exista riesgo de flotación de los equipos, éstos se fijarán a su alojamiento para evitar dicho riesgo. En caso de existencia de fosa seca, ésta dispondrá de espacio suficiente para que haya, al menos, 600 mm alrededor y por encima de las partes o componentes que puedan necesitar mantenimiento. Igualmente, se le dotará de sumidero de al menos 100 mm de diámetro, ventilación adecuada e iluminación mínima de 200 lux. Todas las conexiones de las tuberías del sistema de bombeo y elevación estarán dotadas

de los elementos necesarios para la no transmisión de ruidos y vibraciones. El depósito de recepción que contenga residuos fecales no estará integrado en la estructura del edificio. En la entrada del equipo se dispondrá una llave de corte, así como a la salida y después de la válvula de retención. No se realizará conexión alguna en la tubería de descarga del sistema. No se conectará la tubería de descarga a la bajante de cualquier tipo. La conexión con el colector de desagüe se hará siempre por gravedad. En la tubería de descarga no se colocarán válvulas de aireación.

#### 8.6 Pruebas

##### 8.6.1. Pruebas de estanqueidad parcial

Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la res, ruidos en desagües y tuberías, y comprobación de cierres hidráulicos. No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm. Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe asimismo abierta; no se acumulará agua en aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto. En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0.3 y 0.6 bar) durante diez minutos. Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel. Se controlarán al 100% las uniones, entronques y/o derivaciones.

##### 8.6.2. Pruebas de estanqueidad total

1) Las pruebas deben hacerse sobre el sistema total, bien de una sola vez o por partes, según las prescripciones siguientes.

##### 8.6.3 Prueba con agua

- 1) La prueba con agua se efectuará sobre las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales. Para ello, se taponará todos los terminales de las tuberías de evacuación, excepto los de cubierta, y se llenará la red con agua hasta rebosar.
- 2) La presión a la que debe estar sometida cualquier parte de la red no debe ser inferior a 0.3 bar, ni superar el máximo de 1 bar.
- 3) Si el sistema tuviese una altura equivalente más alta de 1 bar, se efectuarán las pruebas por fases, subdividiendo la red en partes en sentido vertical.
- 4) Si se prueba la red por partes, se hará con presiones entre 0.3 y 0.6 bar, suficientes para detectar fugas.
- 5) Si la red de ventilación está realizada en el momento de la prueba, se le someterá a mismo régimen que al resto de la red de evacuación.
- 6) La prueba se dará por terminada solamente cuando ninguna de las uniones acuse pérdida de agua.

##### 8.6.4. Prueba con aire

- 1) La prueba con aire se realizará de forma similar a la prueba con agua, salvo que la presión a la que se someterá la red será entre 0,5 y 1 bar como máximo.
- 2) Esta prueba se considerará satisfactoria cuando la presión se mantenga constante durante tres minutos.

##### 5.6.5. Prueba con humo

- 1) La prueba con humo se efectuará sobre la red de aguas residuales y su correspondiente red de ventilación.
- 2) Debe utilizarse un producto que produzca un humo espeso y que además tenga un fuerte olor.
- 3) La introducción del producto se hará por medio de máquinas o bombas y se efectuará en la parte baja del sistema, desde distintos puntos si es necesario, para inundar completamente el sistema, después de haber llenado con agua todos los cierres hidráulicos.
- 4) Cuando el humo comience a aparecer por los terminales de cubierta del sistema, se taponarán éstos a fin de mantener una presión de gases de 250 Pa.
- 5) El sistema debe resistir durante su funcionamiento fluctuaciones de +- 250 Pa, para las cuales ha sido diseñado, si pérdida de estanqueidad en los cierres hidráulicos.
- 6) La prueba considerará satisfactoria cuando no se detecte presencia de humo y olores en el interior del edificio

|                         |               |                              |                     |
|-------------------------|---------------|------------------------------|---------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               | mariotabanera@telefonica.net |                     |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079            | www.thingenieros.es |

## 9. Productos de Construcción

### 9.1. Características generales de los materiales

1) De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán:

- Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar
- Impermeabilidad total a líquidos y gases
- Suficiente resistencia a las cargas externas
- Flexibilidad para poder absorber sus movimientos
- Lisura interior
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la corrosión
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos

### 9.2. Materiales de las canalizaciones

1) Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:

- Tuberías de fundición según normas UNE EN 545:2002, UNE EN 598:1996, UNE EN 877:2000
- Tuberías de PVC según normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN 1456-1:2002, UNE EN 1566-1:1999.
- Tuberías de polipropileno (PP) según norma UNE EN 1852-1:1998
- Tuberías de gres según norma UNE EN 295-1:1999
- Tuberías de hormigón según norma UNE 127010:1995 EX.

### 9.3. Materiales de los puntos de captación

#### 9.3.1. Sifones

1) Serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, con un espesor mínimo de 3 mm

#### 9.3.2. Calderetas

1) Podrán ser de cualquier material que reúna las condiciones de estanqueidad, resistencia y perfecto acoplamiento a los materiales de cubierta, terraza o patio.

### 9.4. Condiciones de los materiales de los accesorios

1) Cumplirán las siguientes condiciones

- Cualquier elemento metálico o no que sea necesario para la perfecta ejecución de esas instalaciones reunirá en cuanto a su material, las mismas condiciones exigidas para la canalización en que se inserte.
- Las piezas de fundición destinadas a tapas, sumideros, válvulas, etc., cumplirán las condiciones exigidas para las tuberías de fundición.
- Las bridas, presillas y demás elementos destinados a la fijación de bajantes serán de hierro metalizado o galvanizado.
- Cuando se trate de bajantes de material plástico se intercalará, entre la abrazadera y la bajante, un manguito de plástico.
- Igualmente cumplirán estas prescripciones todos los herrajes que se utilicen en la ejecución, tales como peldaños de pozos, tuercas y bridas de presión en las tapas de registro, etc.

## 10. Mantenimiento y conservación

- Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.
- Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.
- Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos, los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.
- Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro, bombas de elevación.
- Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se aprecian olores.
- Cada 6 meses se limpiará el separador de fangos y grasas si éste existiera.
- Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales para evitar malos olores, así como se limpiarán los de terrazas cubiertas.

### Apéndice y Terminología

Acometida: Conjunto de conducciones, accesorios y uniones instalados fuera de los límites del edificio, que enlazan la red de evacuación de ésta a la red general de saneamiento o al sistema de depuración.

Aguas pluviales: Aguas procedentes de precipitación natural, básicamente sin contaminar.

Aguas residuales: Las aguas residuales que proceden de la utilización de los aparatos sanitarios comunes en los edificios.

Altura de cierre hidráulico: La altura de la columna de agua que habría que evacuar de un sifón completamente lleno antes de que, a la presión atmosférica, los gases y los olores pudiesen salir del sifón hacia el exterior.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |

Aparato sanitario: Dispositivo empleado para el suministro local de agua para uso sanitario en los edificios, así como para su evacuación.

Aparatos sanitarios domésticos: Elementos pertenecientes al equipamiento higiénico de los edificios que están alimentados por agua y son utilizados para la limpieza o el lavado, tales como bañeras, duchas, lavabos, bidés, inodoros, urinarios, fregaderos, lavavajillas y lavadoras automáticas.

Aparatos sanitarios industriales: Aparatos sanitarios de uso específico en cocinas comerciales, lavanderías, laboratorios, hospitales, etc.

|                         |               |                   |                              |
|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| <b>TH Ingenieros</b>    |               |                   | mariotabanera@telefonica.net |
| Avenida Padre Claret 12 | 40001 Segovia | Tfno.: 921.413079 | www.thingenieros.es          |